



Provincia
di Milano

QUADERNI DEL PIANO TERRITORIALE

n. 24

Il Sistema Informativo Territoriale Esperienze e metodi

Marco Broglia

direzione di progetto
pianificazione territoriale

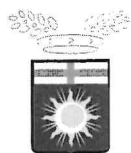

GUERINI
E ASSOCIATI

Collana Quaderni del Piano Territoriale

La Provincia di Milano è impegnata in un processo di pianificazione attiva che necessita di strumenti di comunicazione e di ampio confronto con la società, con i comuni, con il mondo dell'economia e della cultura, per conseguire il più ampio consenso sulle scelte operate. Alla formazione del piano si accompagnano momenti di verifica, convegni e seminari su temi e problemi specifici di rilevante interesse per definire una strategia di intervento condivisa tra Provincia e Comuni, capace di confrontarsi efficacemente con le strategie degli altri attori territoriali.

La complessità dell'area metropolitana milanese è fonte continua di riflessioni e di esperienze, da verificare anche in riferimento alle altre realtà nazionali ed europee, per contribuire a costruire una conoscenza comune sui problemi del territorio e a definire attività di governo e di promozione delle grandi trasformazioni.

Questa Collana si pone l'obiettivo di restituire la ricchezza e l'articolazione dei prodotti di ricerca e delle proposte in corso di elaborazione, con l'ambizione di mantenere vivo il dibattito sull'intero processo di pianificazione del territorio dell'area milanese e di rendere partecipi tutti i soggetti alle fasi di approfondimento e gestione del piano territoriale.



Provincia
di Milano

QUADERNI DEL PIANO TERRITORIALE n. 24

Il Sistema Informativo Territoriale

Esperienze e metodi

Marco Broglia

Con contributi di:

Giorgio Baldizzone, Marco Banderali, Paolo Basile, Fabio Cervi,
Franco Comelli, Marco Felisa, Alberto Giana, Paolo Mogorovich,
Valentina Montemurri, Sara Pace, Manuela Panzini, Gianmarco Paris

direzione di progetto
pianificazione territoriale
servizio gestione sistema
informativo territoriale



**GUERINI
E ASSOCIATI**

Quaderni del Piano Territoriale

La collana raccoglie le analisi, gli studi e gli approfondimenti realizzati dalla Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano con particolare riferimento alla definizione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Ogni Quaderno contiene ricerche su specifici temi, riferiti in modo sostanzialmente omogeneo ai settori di analisi e approfondimento disciplinare tra i quali le infrastrutture, l'ambiente, il paesaggio, l'assetto insediativo e l'assetto socio-economico utilizzando quale strumento di analisi il Sistema Informativo Territoriale.

Assessore Provinciale alla Pianificazione del Territorio e Programmazione delle Infrastrutture

Marco di Tolle

Coordinamento della collana Quaderni del Piano Territoriale

Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale - Marco Pompilio

Viale Piceno 60 - 20129 Milano - e-mail: p.territoriale@provincia.milano.it

Quaderno n. 24

Coordinamento editoriale

Responsabile del Servizio Gestione Sistema Informativo Territoriale SIT - Marco Broglia

Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale - Martina Cornaggia

Autori del quaderno n. 24

Marco Broglia

con contributi di: Giorgio Baldizzone, Marco Banderali, Paolo Basile, Fabio Cervi, Franco Comelli, Marco Felisa, Alberto Giana, Paolo Mogorovich, Valentina Montemurri, Sara Pace, Manuela Panzini, Gianmarco Paris

Elaborazioni grafiche: Gianluigi Alberti, Laura Casadei

Copertina di: Gianluigi Alberti

Ringraziamenti:

Si ringraziano in modo particolare Marco Banderali e Laura Casadei, alla cui disponibilità ed efficacia il volume deve molto.

Un grazie anche a Viviana De Fato per la paziente rilettura; a Paolo Demaestri per i molti consigli e il lavoro propedeutico all'integrazione basi; a Mauro Preda per l'assistenza; a Mauro Negri per le vie tracciate; inoltre a Roberta Di Piero, Sabrina Malchiodi e Sergio Milani per la collaborazione alla redazione dei paragrafi relativi all'attivazione dei SIT comunali, all'informatizzazione e allo scambio dati.

Si ringraziano inoltre tutti coloro che hanno dato un inconsapevole contributo, attraverso i loro consigli, indirizzi, o magari ponendo richieste al SIT e lavorando assieme per risolvere i numerosi problemi presentatisi nel corso di questi anni.

Un sentito ringraziamento va infine ai «capi», sia tecnici che politici, i quali, investendo e scommettendo sull'impiego del SIT per la realizzazione dei loro obiettivi primari, hanno reso possibile questo intenso e oltremodo formativo cammino professionale.

Fonti cartografiche

Le basi cartografiche contenute nelle immagini presenti nella presente pubblicazione fanno riferimento a:

Carta Topografica d'Italia scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare - levata nel 1888

Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 - Regione Lombardia

Ortofoto digitali a colori Programma «it2000» - ortofoto digitale a colori dell'intero territorio italiano - ©Compagnia Generale Ripreseeree S.p.A. - Parma

Le immagini aeree nel testo sono tratte da «Programma it 2000 - Ortofoto digitali a colori - Compagnia generale Ripreseeree S.p.A. Autorizzazione IGM n. 146 del 30.03.2000».

© 2004 Edizioni Angelo Guerini e Associati SpA

viale Filippetti, 28 - 20122 Milano

<http://www.guerini.it>

e-mail: info@guerini.it

Prima edizione: giugno 2004

Ristampa: v IV III II I 2004 2005 2006 2007 2008

Printed in Italy

ISBN 88-8335-537-7

Le riproduzioni a uso differente da quello personale potranno avvenire, per un numero di pagine non superiore al 15% del presente volume, solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, via delle Erbe, 2 - 20121 Milano, tel. e fax 02809506, e-mail: segreteria@aidro.org.

Indice

Presentazione, di Marco di Tolle	11
Prefazione	13
1. Introduzione	15
1.1. Sistemi informativi e sistemi informativi territoriali	15
1.2. SIT in ambito pubblico	17
Parte prima	
STRUMENTI E METODI PER LO SVILUPPO DI SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI	
2. Dati geografici e informazione	21
2.1. Dati geografici	21
2.2. Modalità di misura	24
2.3. Informazione geografica e supporto alle decisioni	25
3. Basi dati (geografiche)	27
3.1. Il ciclo di vita di un sistema informativo	27
3.2. Cenni alla progettazione concettuale delle funzioni	29
3.3. Una metodologia di progettazione dei dati	29
3.4. I meccanismi di astrazione	31
3.5. Il modello Entità-Relazione	33
3.6. Estensione del modello E-R verso la geometria	37
3.7. Cenni ai criteri di scelta del tipo geometrico	41
3.8. Elementi di qualità di uno schema concettuale	43
3.9. Cenni al modello relazionale e al progetto logico	44
4. GIS	46
4.1. Impostazione funzionale di un GIS	46
4.2. Acquisizione dati	47
4.3. Archiviazione e gestione dati	48
4.3.1. <i>Dati geografici: formati raster e vector</i>	48
4.3.2. <i>Dati alfanumerici</i>	49
4.3.3. <i>Il modello dati a strati</i>	50
4.4. Elaborazioni e analisi	52
4.5. Restituzione e pubblicazione	57
4.6. Parametri tecnici e di qualità dati impiegati nei GIS	57
4.6.1. <i>Parametri cartografici</i>	57
4.6.2. <i>Alcuni parametri di qualità dei dati geografici</i>	57

4.6.3. <i>Formati dati</i>	58
4.6.4. <i>Documentazione dei dati</i>	59
5. Sistemi di Supporto alle Decisioni e Sistemi Informativi Territoriali	60
5.1. Il processo di scelta	60
5.2. I sistemi di supporto alle decisioni	62
5.3. I sistemi informativi territoriali	65
5.4. Confronto tra SIT e SSD	67
5.5. Un esempio di impiego del SIT come SSD	68
6. Il Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Milano	78
6.1. Obiettivi del SIT	78
6.2. Attività e servizi	79
6.3. Struttura e impostazione del SIT provinciale	79
6.4. Esempi di organizzazione e metodologie del SIT	81
6.4.1. <i>Il catalogo dati</i>	81
6.4.1.1. <i>Il database</i>	82
6.4.2. <i>I server del SIT per il supporto di rete al lavoro di gruppo</i>	83
6.4.3. <i>Mantenimento di versioni e intervalli temporali di validità dei dati</i>	85
6.4.3.1. <i>Il concetto di tempo nei dati</i>	85
6.4.3.2. <i>Backup a tempi istituzionali</i>	86
6.4.3.3. <i>Intervallo di validità discreto</i>	86
6.4.3.4. <i>Intervallo di validità continuo</i>	87
6.5. Verso l'e-government	89
7. SIT comunali e SIT provinciale	92
7.1. Proposta metodologica per l'attivazione di un SIT comunale	92
7.1.1. <i>Collocazione del SIT comunale</i>	92
7.1.2. <i>Analisi delle risorse</i>	93
7.1.3. <i>Progetto del SIT</i>	94
7.1.4. <i>Attuazione del progetto</i>	96
7.1.5. <i>Collaudo e verifica del sistema</i>	98
7.1.6. <i>Cronoprogramma</i>	98
7.1.7. <i>Piano Finanziario</i>	99
7.2. Proposta metodologica per l'informatizzazione dei dati di interesse comunale	99
7.2.1. <i>L'informatizzazione dei dati in modalità GIS</i>	99
7.2.2. <i>Pratiche edilizie e cenni ad altre applicazioni</i>	100
7.2.3. <i>Il rapporto Comune-Provincia</i>	101
7.2.4. <i>Parametri proposti</i>	102
7.2.5. <i>Modello della base dati PRG</i>	103
7.2.6. <i>Modello della base dati Servizi Comunali</i>	108
7.2.7. <i>Modello della base dati Uso del Suolo</i>	111
7.2.8. <i>Modello della base dati Reti Tecnologiche</i>	112
7.3. Integrazione dei dati comunali in mosaici unificati	114
7.3.1. <i>Modalità di archiviazione</i>	115
7.3.2. <i>Preparazione dei dati per la creazione del mosaico</i>	116
7.3.3. <i>Unione di più singoli strati in un mosaico</i>	118
7.4. Proposta per una metodologia per processi di scambio dati	120
7.4.1. <i>Lo scambio dati per la gestione del territorio</i>	120
7.4.2. <i>I vantaggi derivanti dallo scambio dati</i>	121
7.4.3. <i>Le attività della Provincia di Milano</i>	122
7.4.4. <i>Le attività del Comune</i>	124
7.4.5. <i>Modalità operativa per l'aggiornamento dei dati</i>	125

7.5. Verso una rete di SIT Comuni-Provincia	127
7.5.1. <i>L'idea di base</i>	128
7.5.2. <i>Principali obiettivi</i>	128
7.5.3. <i>Principali risultati del progetto</i>	128
7.5.4. <i>Le fasi del progetto</i>	129
7.5.5. <i>Sviluppi successivi</i>	130
 Parte seconda	
PROGETTI, APPLICAZIONI, TEMATICHE SPECIFICHE	
 8. Il SIT per lo sviluppo del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale	 133
8.1. Attività generali di supporto GIS	133
8.2. Definizione e calcolo degli indicatori di sostenibilità	134
8.3. Le cartografie del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale	135
8.4. Supporto alle procedure di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il PTCP	138
 9. Integrazione di basi dati geografiche numeriche diverse per provenienza e scala	 140
9.1. Introduzione al problema	140
9.2. Soluzioni proposte	141
9.2.1. <i>Meccanismo del confronto tra linee</i>	142
9.2.2. <i>Meccanismo dell'area di scarto</i>	144
9.2.3. <i>Confronto tra le metodologie</i>	146
9.2.4. <i>Approccio a priori o a posteriori?</i>	147
9.2.5. <i>La Schiacciata</i>	148
9.3. Valutazione automatica della congruenza di un dato rispetto ad una base di riferimento	155
9.3.1. <i>Congruenza geometrica</i>	155
9.3.2. <i>Congruenza semantica</i>	156
9.4. Conclusioni	158
9.4.1. <i>Tipologie di problemi riscontrabili nei dati circolanti e correlate con il concetto di congruenza</i>	158
9.4.2. <i>Proposta di una metodologia generale</i>	159
9.4.3. <i>Considerazioni finali</i>	161
 10. Il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali	 162
10.1. I mosaici informatizzati	162
10.2. Metodologia	162
10.3. Struttura dati	164
10.4. Gli strumenti e il software	168
10.5. Considerazioni e sviluppi relativi al mosaico informatizzato	171
10.6. Diffusione del mosaico	172
 11. La valutazione strategica del PTCP	 174
11.1. La valutazione ambientale strategica	174
11.2. La valutazione strategica del PTCP della Provincia di Milano: criteri e metodi	175
11.3. Le analisi qualitative	177
11.4. Le analisi quantitative	179
11.5. Metodologia e procedure per il monitoraggio	183
 12. Sviluppo di servizi Web-GIS per l'accesso alle basi dati geografiche: WEBSIT	 187
12.1. Obiettivi del progetto WEBSIT	187
12.2. Elementi di progettazione del sistema	188
12.3. Architettura del sistema	188

12.4. Modalità di accesso e servizi offerti	192
12.5. Elementi organizzativi	196
12.6. Conclusioni e sviluppi	197
13. Il Progetto MOVETEMI	202
13.1. Costruzione di MOVETEMI, modello di assegnazione del traffico privato	202
13.2. Il grafo georeferenziato di MOVETEMI	202
13.3. MOVETEMI, modello di domanda, modello di offerta, modello a quattro stadi	203
13.4. Potenzialità del modello a quattro stadi	206
13.5. L'applicazione dei modelli nella valutazione strategica degli scenari di piano	206
13.6. Conclusione	210
14. L'archivio degli Strumenti Urbanistici Comunali (DB STRUC)	211
14.1. Il progetto	212
14.1.1. <i>I requisiti principali</i>	212
14.1.2. <i>Progettazione concettuale: schema Entità-Relazioni delle entità principali</i>	212
14.1.3. <i>Progettazione logica: descrizione delle tabelle principali</i>	213
14.2. Caratteristiche dell'applicazione	216
14.3. Funzionamento dell'applicazione	220
14.4. Prospettive e sviluppi futuri	221
15. Diritto, Pubblica amministrazione e nuove tecnologie nella società dell'informazione e della comunicazione	223
15.1. Banche dati	224
15.2. Diritto d'autore	225
15.3. Tutela della riservatezza	227
15.4. Sicurezza informatica	229
15.5. Accesso alle informazioni	230
15.6. Documento elettronico e firma digitale	233
15.7. Conclusione	235
16. Conclusioni	236
17. Bibliografia	238
ALLEGATI	241
A1. Acronimi e sigle utilizzati nel testo	243
A2. Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Territoriali	244
A2.1. Definizioni delle «destinazioni d'uso»	244
A2.2. Definizioni degli «stati»	247
A2.3. Definizioni delle «aree vincolate e di rispetto di PRG»	251
A2.4. Esempi di stralci cartografici	253
Figura A2.1 – Legenda unificata	254
Figura A2.2 – Legenda della Carta Tecnica Regionale (1994)	256
Figura A2.3 – Stralcio della Tavola A: destinazioni funzionali	257
Figura A2.4 – Esempio di accorpamento di alcune voci di legenda per le principali destinazioni funzionali	258
Figura A2.5 – Stralcio di tavola tematica relativa alle destinazioni residenziali	259
Figura A2.6 – Stralcio di tavola tematica relativa alle destinazioni produttive	260
Figura A2.7 – Stralcio di tavola tematica relativa ai servizi ed alle aree verdi	261

A3. Esempi di dati e informazione geografica	262
Figura A3.1 – Stralcio Carta topografica d'Italia scala 1:25.000 levata 1888 (Fonte Istituto Geografico Militare)	263
Figura A3.2 – Stralcio Carta Tecnica Regionale formato raster (fonte Regione Lombardia 1994)	264
Figura A3.3 – Esempio di cartografia al tratto (fonte Provincia di Milano)	265
Figura A3.4 – Esempio di cartografia digitale	266
Figura A3.5 – Stralcio del Mosaico Informatizzato delle Aree Regionali Protette	267
Figura A3.6 – Legenda unificata del Mosaico Informatizzato delle Aree Regionali Protette	268
Figura A3.7 – Piano Faunistico-Venatorio 1999-2004	269
Figura A3.8 – Applicazione degli strumenti GIS al modello trasporti: assegnazione alla rete stradale	270
Figura A3.9 – Applicazione degli strumenti GIS al modello trasporti livello di saturazione della rete	271
Figura A3.10 – Esempio di rilievo, trattamento, interpretazione e modellizzazione delle informazioni geografiche	272
Figura A3.11 – Ripresa fotografica aerea	273
Figura A3.12 – Foto aerea zenitale	274
Figura A3.13 – Ortofoto digitali a colori Programma «it2000» – ortofoto digitale a colori dell'intero territorio italiano – ©Compagnia Generale Ripresearee S.p.A. – Parma	275
Figura A3.14 – Immagine da satellite Landsat	276
 A4. Tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale	277
Figura A4.1 – Tavola 1: Sistema insediativo-infrastrutturale	278
Figura A4.2 – Tavola 2: Difesa del Suolo	279
Figura A4.3 – Tavola 3: Sistema Paesistico Ambientale	280
Figura A4.4 – Tavola 4: Rete ecologica	281
Figura A4.5 – Tavola 5: Sistema dei vincoli paesistici e ambientali	282
Figura A4.6 – Tavola 5 bis: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	283
Figura A4.7 – Tavola 6: Unità paesistico-territoriali	284

Presentazione

La Provincia di Milano è impegnata da lungo tempo nello sviluppo di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) che possa svolgere un importante ruolo a sostegno delle funzioni di gestione e pianificazione del territorio; tale impegno si è ulteriormente rafforzato con la scelta di impiegare gli uffici della Pianificazione Territoriale della Provincia per la predisposizione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).

Oltre all'elaborazione delle cartografie di piano, il SIT ha fornito e supportato strumenti di analisi e studio dei dati territoriali, permettendo di affrontare anche valutazioni in termini quantitativi in merito alle dinamiche in atto sul territorio utili per simulare e definire scenari strategici di sviluppo, trasformazione e conservazione. In una disciplina come quella della pianificazione e dell'urbanistica, dove sempre maggiormente sono richieste risposte e scelte in tempi brevi, è infatti risultato di grande importanza utilizzare uno strumento in grado di gestire, elaborare, rappresentare in tempi contenuti una rilevante quantità di dati territoriali, anche attraverso modelli di previsione e simulazione. Il SIT svolge un ruolo importante anche nella presente fase di attuazione dal PTCP, per esempio attraverso l'aggiornamento delle informazioni degli strumenti urbanistici comunali, l'implementazione di procedure di monitoraggio e il supporto alle istruttorie di compatibilità.

I Sistemi Informativi Territoriali, che presto entreranno a pieno titolo nelle competenze delle amministrazioni locali, si stanno rapidamente diffondendo. La velocità di questo processo, se da una parte indica come i servizi rappresentino una effettiva necessità e quali siano le potenzialità dei SIT, dall'altra parte comporta il rischio che le diverse soluzioni risultino poco integrabili tra loro e che i sistemi risultanti non riescano a colloquiare. Cercare di indirizzare e coordinare la diffusione e lo sviluppo dei SIT locali diventa, oltre che un impegno, anche un'opportunità da parte di un ente che da oggi in poi è chiamato con maggiore continuità a dialogare con i Comuni e gli altri enti territoriali, incrementando un flusso informativo già presente nel rapporto tra Provincia e Comuni e arrivando così nel tempo a costruire un'effettiva rete tra i SIT comunali e il SIT provinciale, finalizzata alla condivisione delle informazioni.

Recentemente, la Provincia di Milano ha intrapreso numerose iniziative finalizzate a supportare lo sviluppo dei SIT comunali, quali per esempio due cicli di seminari tecnici; l'invio delle banche dati geografiche relative alle tavole del PTCP e di un sistema interattivo per la loro consultazione; uno specifico finanziamento per l'attivazione dei SIT, informatizzazione e scambio dati. Questo testo si inserisce nello stesso filone, proponendosi di offrire, in particolare ai Comuni della Provincia, una sintesi delle nostre esperienze, in cui cercare e ritrovare metodologie, procedure, linee guida o, più semplicemente, idee che il SIT della Provincia di Milano ha prodotto nel corso di questi anni. Mi auguro pertanto che il lettore intenzionato a realizzare un proprio Sistema Informativo Territoriale vi possa trovare un utile strumento di stimolo e riflessione.

L'Assessore alla Pianificazione del Territorio
Programmazione delle Infrastrutture
Avv. Marco di Tolle

Prefazione

I sistemi informativi sono spesso realtà complesse e articolate, non solo dal punto di vista tecnologico ma anche sul piano organizzativo; nel caso dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT) si aggiungono le dimensioni dell'informazione geografica e di un'intrinseca multidisciplinarietà.

Il volume nasce dall'esperienza pratica del SIT della Provincia di Milano, che gestisce le principali fasi di vita delle basi dati geografiche: progettazione e realizzazione di basi e relative applicazioni, aggiornamento, integrazione di basi differenti, esecuzione di analisi e simulazioni territoriali, esecuzione di controlli sui dati, distribuzione dei dati geografici in rete locale e web.

A seguito della scelta strategica dell'amministrazione di sviluppare un SIT interno all'ente, l'ufficio si è trovato a trattare in prima persona l'ampio spettro di problematiche legate alla gestione delle basi dati geografiche e di conseguenza ha accumulato esperienza pratica; uno degli scopi principali del testo è appunto quello di presentare alcune di queste attività e le relative soluzioni implementate.

Vengono affrontati alcuni aspetti teorici e metodologici, per passare successivamente ad illustrare varie esperienze applicative, alcune delle quali legate alla redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), effettuata internamente agli uffici.

La prima parte del testo affronta argomenti prevalentemente teorico-metodologici, con lo scopo di fornire al lettore una conoscenza di base dei principali concetti relativi al mondo dei SIT. Saranno innanzitutto introdotti i termini di «dato» e «informazione» geografica, successivamente sarà fornito ampio spazio alle basi dati e alla loro progettazione,

ovviamente prestando particolare attenzione al caso delle basi dati contenenti dati geografici e ai Geographic Information System (GIS), cioè agli strumenti dedicati alla gestione ed elaborazione dei dati geografici, illustrando anche le caratteristiche dei principali tipi di dati geografici. Verranno successivamente descritti i Sistemi di Supporto alle Decisioni e i Sistemi Informativi Territoriali, spiegandone l'impostazione e sottolineandone le profonde correlazioni. Infine, si tratteranno aspetti più concreti: il SIT della Provincia di Milano viene schematicamente descritto in termini di obiettivi, servizi e struttura (dati, personale, strumenti, conoscenze e metodi ecc.), approfondendo alcuni aspetti dell'organizzazione dei dati e dei servizi in rete. Per quanto riguarda il rapporto con i SIT comunali, si forniscono delle prime linee guida per la loro attivazione, per l'informatizzazione di dati di interesse comunale, per lo scambio dati con la Provincia, delineando anche potenziali sviluppi.

La seconda parte del testo ha carattere decisamente pratico-applicativo: descrive una selezione di progetti realizzati dal SIT o nei quali il SIT ha fornito un supporto determinante, con lo scopo di presentare un'esperienza pratica, svolta «sul campo» nel complesso mondo dei sistemi informativi dedicati al territorio. I progetti selezionati approfondiscono le seguenti tematiche: il ruolo del SIT nella predisposizione del PTCP, le problematiche di integrazione basi dati geografiche di provenienza diversa, il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, il ruolo del SIT nella Valutazione Strategica e nel monitoraggio, la pubblicazione di mappe interattive in internet, lo sviluppo di un modello completo di simulazione dei trasporti, la realizzazione di

un archivio informatizzato degli strumenti urbanistici comunali. Viene infine dedicato spazio all'analisi delle problematiche giuridiche derivanti dall'introduzione delle nuove tecnologie informatiche nell'azione della pubblica amministrazione, che espongono il cittadino a nuovi pericoli di abuso della sua sfera giuridica, impegnando giuristi e tecnici a ricercare equilibrate ed efficaci soluzioni in grado di contemperare interessi facenti capo a diversi soggetti giuridici.

Ulteriore materiale riguardante il SIT e più in generale la Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano si trova sul sito:

www.provincia.milano.it/pianificazione

L'applicazione web di cartografia interattiva per la pubblicazione dei dati geografici del SIT si trova invece all'indirizzo:

www.provincia.milano.it/websit

1. Introduzione

*Marco Broglia**

La presenza delle tecnologie dell'informazione nella società moderna, in particolare nelle realtà lavorative private e pubbliche, è costantemente cresciuta, attraverso fasi successive, fino ad assumere un ruolo primario, vitale, nella struttura organizzativa aziendale.

1.1. Sistemi informativi e sistemi informativi territoriali

Le innovazioni tecnologiche hanno suggerito successivamente nuovi paradigmi di organizzazione aziendale, che hanno progressivamente influenzato in modo sempre più profondo i processi aziendali. Le prime macchine calcolatrici, basate su tecnologia elettromeccanica, nacquero negli anni Trenta, ma è negli anni Cinquanta che si assiste alla produzione in serie degli elaboratori elettronici, realizzati con la tecnologia dei transistor, finché, nella seconda metà degli anni Sessanta, con la produzione di circuiti integrati si apre la strada al drastico abbattimento di dimensioni e costi dell'hardware. Negli anni Settanta si è diffusa la gestione informatizzata dei dati amministrativi, tipicamente ad opera di macchine centrali utilizzate tramite terminali; gli anni Ottanta hanno visto affermarsi la logica dell'informatica individuale, con l'avvento del personal computer; nel successivo decennio è emersa la modalità di lavoro client-server; infine, nel decennio attuale, il ruolo predominante è giocato dalle tecnologie di rete. Inoltre, stime relative all'impatto organizzativo delle

nuove reti indicano una potenziale riduzione dei costi di molte operazioni di almeno un ordine di grandezza. Tali innovazioni necessitano però di tempo affinché possano essere assimilate con benefici duraturi dalle aziende, in quanto occorre allineare le opportunità fornite dall'informatica con la reale organizzazione aziendale effettuando ampi investimenti non solo tecnologici, ma principalmente sul piano dell'organizzazione aziendale. Sulla spinta dell'esigenza di gestire questo profondo legame tra innovazione tecnologica e organizzazione aziendale, si è sviluppata la disciplina dei Sistemi Informativi (SI).

Con l'ampliarsi dei campi di applicazione dei sistemi informativi, si è manifestata l'esigenza di includere nei dati trattati anche elementi geografici, quali, ad esempio, localizzazione, forma e dimensioni di oggetti relativi ad un dato territorio.

La prima risposta operativa a tale esigenza è stata quella di utilizzare le esistenti strutture dati alfanumeriche dei SI tradizionali per archiviare anche i dati geografici, adottando forme descrittive o codificate. In questo modo si fornisce la localizzazione degli oggetti in modo descrittivo, partendo da luoghi che si considerano noti a priori, ad esempio, indicando «cento metri a nord della chiesa», «lungo la riva destra del fiume, dopo il mulino»; oppure si possono dare riferimenti relativi a punti convenzionali, ad esempio, «al chilometro 3,2 della strada provinciale n. 1». Un ulteriore approccio possibile si realizza «etichettando» a priori tutti i luoghi che si vogliono individuare e rendendo pubblico questo sistema di etichette, ad esempio, come viene effettuato tramite gli indirizzi utilizzati dalle poste (Stato, Comune, via e numero civico).

* Responsabile del Servizio Gestione Sistema Informativo Territoriale.

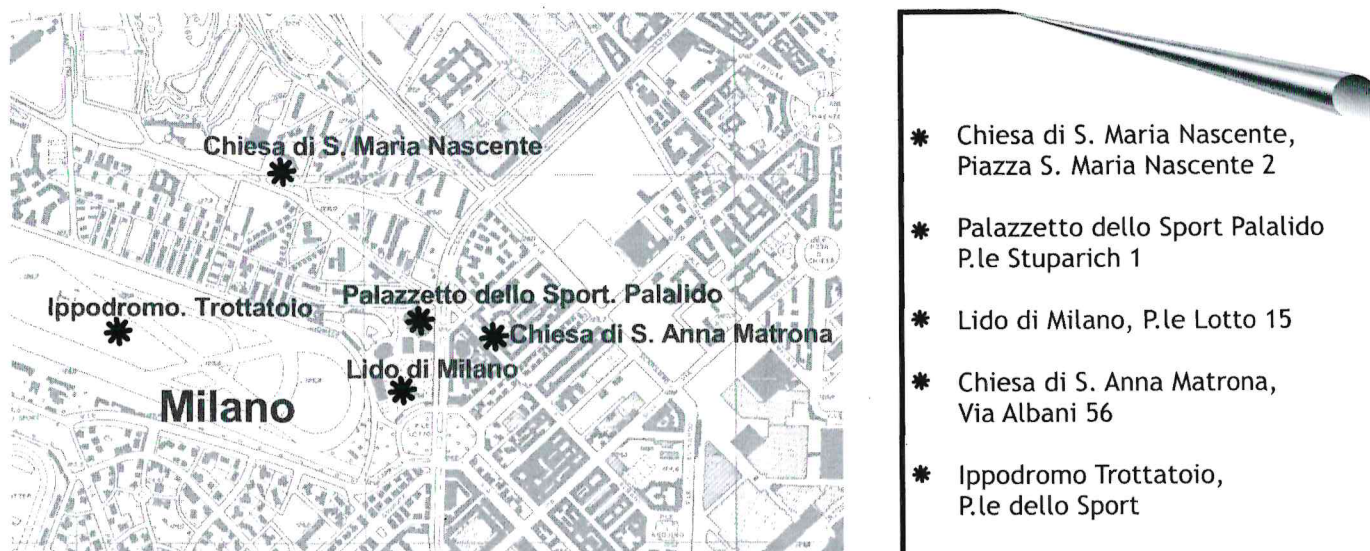


Figura 1.1 – Esempio di efficacia della cartografia per la rappresentazione di informazioni geografiche

Gli oggetti territoriali hanno però un'intrinseca componente spaziale (si pensi al corso di un fiume, al perimetro di un parco) che non può essere compiutamente descritta a parole, ma necessita di elementi visivi, grafici; questa componente è stata storicamente rappresentata mediante cartografia su supporto cartaceo. Un ulteriore passo dei SI verso la gestione delle componenti geografiche è stato quello di poter archiviare delle immagini cartografiche in formato digitale. La disponibilità di immagini permette un notevole salto qualitativo, in quanto consente la diretta fruizione delle componenti spaziali del dato. La Figura 1.1 vuole evidenziare come l'informazione, circa la localizzazione spaziale dei luoghi di interesse, sia già contenuta negli indirizzi, ma la mappatura su base cartografica ne permette, ovviamente, una rappresentazione molto più efficace.

Naturalmente, resa disponibile un'immagine degli oggetti territoriali, nasce l'esigenza di poter svolgere delle elaborazioni che coinvolgano la componente spaziale del dato, ad esempio, calcoli di distanze, superfici, conteggio del numero di elementi inclusi in una data area. La semplice immagine cartografica, anche se digitale, consente di eseguire tali operazioni manualmente, con risultati generalmente approssimati, ma non permette un'automazione del procedimento, necessaria per elaborare in tempi contenuti grosse quantità di dati. La risposta a tale esigenza è stata la definizione di un nuovo tipo di dato: il dato geografico, dotato di coordinate georeferenziate, cioè riferite ad un sistema di coordinate

geografiche e il conseguente sviluppo di appositi software, in grado di gestire questo dato. La presenza delle coordinate geografiche permette di rendere le elaborazioni quantitative e di automatizzarle, aprendo contemporaneamente, in qualità di elemento innovativo, un nuovo orizzonte di possibilità e di potenziali problematiche. Un sistema informativo esteso anche alla gestione dei dati geografici georeferenziati viene chiamato Sistema Informativo Territoriale (SIT). Gli strumenti software che svolgono questo compito specifico vengono sovente indicati con la dizione anglosassone di Geographic Information System (GIS) e consentono di elaborare contestualmente informazioni di varia natura, in particolare informazioni geografiche in formato vettoriale e raster (immagine) e informazioni alfanumeriche collegate, come illustrato nella seguente Figura 1.2.

Lo sviluppo del primo GIS si è avuto in Canada nella prima metà degli anni Sessanta, con l'obiettivo, posto da parte delle amministrazioni locali e federali, di individuare le risorse del territorio e le loro potenzialità di utilizzo. Verso la fine degli anni Sessanta, l'istituto di censimento degli Stati Uniti ha deciso di predisporre un apposito strumento al supporto del censimento della popolazione previsto per il 1970: è pertanto stato informatizzato il sistema delle strade a cui riferire e su cui aggregare automaticamente le informazioni del censimento.

Contemporaneamente, a partire dagli anni Sessanta si è proceduto a studiare la possibilità di informatizzare anche le basi cartografiche, con l'o-

Parte geografica vettoriale

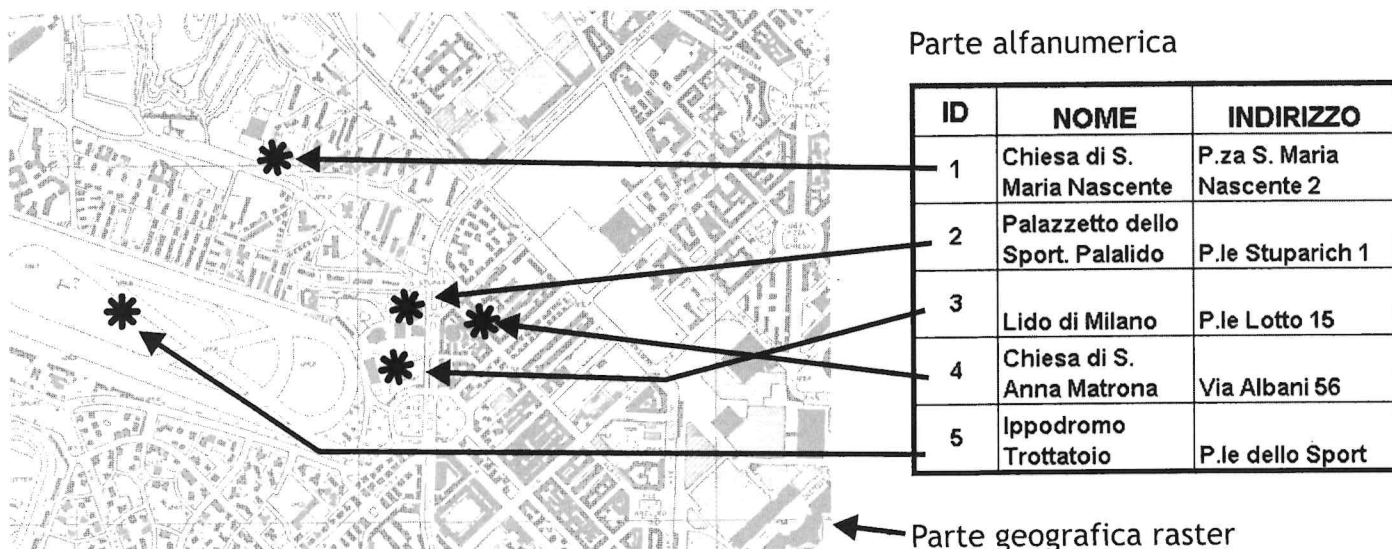


Figura 1.2 – Esempio di gestione dell'informazione geografica con strumenti GIS

biiettivo di evitare faticosi e lenti processi di aggiornamento ed elaborazione manuale. Ulteriore contributo alla crescita e all'evoluzione dei sistemi informativi territoriali è stato fornito anche dallo sviluppo delle tecnologie impiegate dal settore militare: i satelliti spia hanno infatti cominciato a sostituire filmati e fotografie con immagini digitali e hanno permesso i primi esperimenti in materia di Global Positioning System (GPS).

La vera diffusione dei GIS si è avuta comunque a partire dagli anni Ottanta, quando i costi dei calcolatori elettronici hanno subito un effettivo crollo, al punto tale che il loro massiccio impiego nei cicli produttivi ha permesso di mantenere e di far crescere anche le industrie produttrici di applicativi e di software. Oggigiorno esistono infatti numerosi prodotti specialistici software GIS, che funzionano su hardware non dedicato.

Attualmente i costi di un computer e dei relativi applicativi, anche GIS, sono tali da essere quasi immediatamente coperti dai benefici derivanti dal loro utilizzo e dalla velocità con cui si è in grado di ottenere le informazioni necessarie al sistema delle decisioni.

1.2. SIT in ambito pubblico

Anche in ambito pubblico si moltiplicano e si consolidano le esperienze di utilizzo delle nuove tec-

nologie, sia attraverso iniziative di servizi erogati a livello locale che attraverso sforzi di incentivazione e coordinamento promossi dall'amministrazione centrale, come testimoniato, ad esempio, dal recente piano di e-government e dagli sforzi per lo sviluppo della Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione (RUPA). Una delle principali forze propulsive che spinge verso l'impiego della tecnologia informatica è il processo di riforma della pubblica amministrazione secondo il *modello decentrato/federale*, che porta la gestione delle risorse più vicino alle comunità locali, nell'intento di «avvicinare lo stato ai cittadini», aumentando così il volume e la complessità dei servizi che gli enti locali si trovano a dover fornire.

L'accelerazione impressa dalla definizione di compiti precisi alla pubblica amministrazione in materia di pianificazione del territorio impone agli enti locali di avere buone capacità in ambito di acquisizione e gestione delle informazioni territoriali, organizzando un SIT integrato con le attività amministrative. Il suo utilizzo consente, inoltre, di migliorare l'efficienza e la rapidità delle decisioni, di analizzare l'economicità e le priorità delle azioni, di supportare il monitoraggio di politiche e strategie ambientali-territoriali. In particolare, i nuovi compiti di gestione del territorio assegnati alla Provincia dalla LR 1/2000, in concomitanza con lo sviluppo del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, richiedono alle Province di provvedere

all'aggiornamento e diffusione costante di numerose banche dati geografiche. Non va dimenticata la complessa e delicata tematica della divulgazione di dati territoriali e ambientali. La Provincia ha inoltre un compito di assistenza tecnica nei confronti dei Comuni, secondo il Testo Unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali.

La Provincia di Milano ha attivato il proprio SIT all'inizio degli anni Novanta, con l'obiettivo di gestire le basi dati geografiche della Pianificazione Territoriale mediante strumenti GIS. Il SIT si è costantemente evoluto, crescendo assieme alle esi-

genze dei suoi utenti, verso un reale sistema informativo di supporto ai processi di pianificazione del territorio, quindi uno strumento integrato nelle procedure dell'ente. Attualmente il SIT fornisce agli altri uffici un'ampia gamma di servizi di acquisizione, gestione, elaborazione, restituzione di dati GIS; inoltre cura anche il proprio sviluppo tecnologico, per sfruttare le opportunità di significativi miglioramenti, quali, per esempio, le basi dati e la tecnologia internet. L'impostazione è di internalizzare le attività e le competenze critiche, anziché appaltarle.

PARTE PRIMA

Strumenti e metodi per lo sviluppo di sistemi informativi territoriali

Questa prima parte presenta aspetti e argomenti prevalentemente teorico-metodologici, relativi ai dati e all'informazione geografica, alle basi dati e alla loro progettazione, agli strumenti GIS. Si descriveranno poi i sistemi di supporto alle decisioni e i sistemi informativi territoriali, fornendo infine anche elementi concreti, in particolare relativi al SIT della Provincia di Milano e allo sviluppo dei rapporti con i SIT comunali.

2. Dati geografici e informazione

Marco Broglia

L'informazione geografica riguarda la localizzazione, la forma e la dimensione di oggetti o eventi. Si stima che l'80% dei dati utilizzati da gestori e decisori abbia componenti geografiche. Questa pervasività, che può apparire eccessiva, si comprende riguardando informazioni a noi familiari con maggiore attenzione. Ad esempio, il numero di abitanti di una città, Provincia, Regione o Stato può essere associato alla localizzazione dell'istituzione interessata; nei nostri dati anagrafici compaiono città di nascita, indirizzi di residenza, domicilio, che costituiscono localizzazioni; su moltissimi prodotti alimentari viene riportata la località di origine, che spesso ci guida nell'acquisto. In generale, i dati vengono elaborati durante il processo decisionale per ottenere informazione utile ai fini della decisione in oggetto e la componente geografica, che risulta sovente di grande utilità, diviene talvolta irrinunciabile.

2.1. Dati geografici

Un dato viene chiamato *geografico* se può essere associato ad un luogo o, più in generale, localizzato. I dati geografici possono essere considerati come un caso particolare di *dati spaziali* e, più precisamente, quando si riferisce ad un luogo sulla superficie terrestre, viene chiamato appunto *dato geografico*. In realtà i termini dato spaziale e dato geografico sono spesso considerati intercambiabili nella pratica. Di conseguenza, i problemi decisionali che coinvolgono dati geografici vengono chiamati *problemi decisio-*

nali spaziali o geografici. I dati sono generalmente disponibili in forma disorganizzata, non selezionata e non valutata, che deve essere elaborata per produrre informazione.

Esempi di tipologie di dati geografici sono il posizionamento di oggetti naturali o antropici (boschi, picchi montuosi, confini di parchi, limiti amministrativi), la mappatura di fatti o eventi (localizzazione di notizie storiche, terremoti), il risultato di osservazioni (avvistamenti di fauna selvatica, prelievi di campioni d'acqua), immagini di tipo fotografico (voli aerei) o satellitare (rilievi con sensori su frequenze visibili, infrarossi, radio), dati censuari o statistici (popolazione di città, provincia, regioni), cartografie recenti o storiche; il tutto può essere archiviato su supporto cartaceo o digitale.

Molti aspetti significativi dei dati geografici possono essere formalizzati in forma tabellare o matriciale. La *matrice dati entità*, chiamata anche *matrice dati geografici*, o sovente, per brevità, anche *matrice dati*, descrive le qualità degli oggetti geografici di interesse; la *matrice delle interazioni spaziali*, chiamata anche *matrice dati del comportamento spaziale*, descrive le interazioni tra gli oggetti.

La matrice dati geografici

Nella matrice dati geografici, illustrata nella seguente Figura 2.1, ciascuna delle m righe corrisponde ad una singola istanza di oggetto geografico, di osservazione dati o rilievo al quale si vogliono associare dati. Ogni oggetto è descritto da dati di posizione (ad esempio, le coordinate) e da un opportuno numero di attributi.

	Dati di posizione	Attributo 1	Attributo 2	...	Attributo n
Oggetto 1	...				
Oggetto 2	...				
...	...				
Oggetto m					

Figura 2.1 – Matrice dati geografici

Le modalità specifiche di individuazione degli *oggetti geografici* e le relative tecniche di definizione dei *dati di posizione* verranno approfondite successivamente. Si può anticipare che, nelle applicazioni reali, hanno trovato affermazione due tipologie principali di modelli dati:

- il modello *vettoriale*, in cui si focalizza l'attenzione sul tentativo di descrivere oggetti del mondo reale, dando i dati di posizione del loro «contorno» (tipicamente con una successione di coordinate geografiche) e i valori degli attributi che li riguardano;
- il modello *raster*, in cui l'oggetto di attenzione è una porzione del territorio, individuato indipendentemente dal suo reale contenuto (i dati di posizione vengono tipicamente forniti tramite una griglia regolare, spesso costituita da elementi quadrati) e i valori degli attributi riguardano quell'intera porzione di territorio.

La matrice dei dati geografici, in quanto *rappresentazione astratta* del dato geografico, comprende entrambi i modelli citati, limitandosi ad evidenziare l'elemento comune, cioè la necessità di correlare tra loro i dati di posizione e gli altri dati di ogni oggetto geografico che si vuole descrivere nel proprio archivio.

Un *attributo* può essere definito come una qualunque proprietà che caratterizza l'oggetto geografico. Dal momento che i valori degli attributi variano in base alla posizione dell'oggetto, talvolta vengono anche chiamati variabili. Ogni attributo corrisponde ad una colonna della matrice geografica.

All'intersezione tra una riga e una colonna della matrice è contenuto il valore che l'attributo assume per quel dato oggetto. Ogni cella della matrice geografica contiene un fatto, un'osservazione, una quantificazione o valutazione in forma numerica o alfanumerica. Ad esempio, nel caso i Comuni siano il dato di interesse, la matrice potrebbe essere quella illustrata in Figura 2.2.

Generalmente gli attributi vengono classificati in due ampie categorie: socioeconomici e fisici. La prima classe comprende caratteristiche politiche, sociali, economiche quali, ad esempio, popolazione, migrazione, reddito, occupazione, attività produttive, parametri descrittivi della qualità della vita, religione, lingua. La seconda classe può essere suddivisa in sottoclassi, come, ad esempio, geologia, pedologia, idrologia, meteorologia. Ulteriori suddivisioni in classi di maggiore dettaglio sono evidentemente possibili.

I dati contenuti nella matrice si possono analizzare secondo due approcci fondamentali. In primo luogo, «per righe»: ogni riga descrive un elemento

	Dati di posizione	Superficie	Codice Istat	...	Pop. res. 1995
Abbiategrosso	Coordinate dei confini comunali	46.765.764	15002		27.249
Monza	Coordinate dei confini comunali	33.081.678	15149		119.658
...					
Rho	Coordinate dei confini comunali	22.415.989	15182		51.997

Figura 2.2 – Esempio di matrice dati per il dato «Comuni»

	Oggetto 1	Oggetto 2	...	Oggetto k
Oggetto 1				
Oggetto 2				
...				
Oggetto m				

Figura 2.3 – Matrice delle interazioni spaziali

territoriale, un oggetto geografico, attraverso il suo insieme di attributi. In secondo luogo, «per colonne»: ciascuna colonna rappresenta, se convertita in mappa, la distribuzione spaziale di un attributo, cioè contiene i valori che l'attributo assume in corrispondenza alle localizzazioni spaziali degli oggetti (es. densità di popolazione, numero di residenti, percentuale di superficie urbanizzata...). Quando si studia un singolo attributo si parla di analisi monodimensionale; quando si utilizzano due o più colonne si parla di analisi multidimensionale o multicriterio. Un'ulteriore dimensione può essere aggiunta alle matrici dati per rappresentare la dinamica della distribuzione spaziale nel corso del tempo. Una modalità molto semplice, ad esempio, è costituita dall'utilizzo di una sequenza di matrici dati, ciascuna rappresentante lo stato dei dati in un determinato istante temporale.

La matrice delle interazioni spaziali

La matrice delle interazioni spaziali, illustrata in Figura 2.3, è utilizzata per descrivere possibili interazioni tra gli oggetti geografici.

In questo caso sia le colonne che le righe si riferiscono agli oggetti geografici, alle osservazioni o ai rilievi per i quali servono dati geografici. Il numero di righe e di colonne può differire e non è necessario che gli oggetti elencati nelle righe corrispondano a quelli elencati nelle colonne. La cella posta alla riga *i* e alla colonna *j* contiene una descrizione dell'interazione tra l'oggetto *i* e l'oggetto *j*. Tipicamente si tratta di quantificazioni numeriche in termini di

costi, tempi, distanze, grado di connessione. Questa matrice è largamente utilizzata nella modellistica dei sistemi di trasporto per contenere il flusso (movimenti nell'unità di tempo) di persone, beni, veicoli dall'origine *i* alla destinazione *j*. In Figura 2.4 è illustrato un esempio di matrice delle interazioni spaziali che rappresenta i flussi pendolari tra alcuni Comuni, espressi in numero di viaggi giornalieri con qualsiasi mezzo.

I dati contenuti nella matrice si possono analizzare secondo tre approcci fondamentali. In primo luogo, «per righe»: si fissa l'attenzione sull'oggetto corrispondente alla riga, visto come origine dell'interazione. Ad esempio, nel caso di flussi, sommando i valori di tutta la riga si ha il volume originato dall'oggetto. Vi è poi l'approccio speculare per colonne: si fissa l'attenzione sull'oggetto corrispondente alla colonna, visto come destinazione dell'interazione. Nel caso di flussi, sommando i valori di tutta la colonna, si ha il volume destinato all'oggetto. Il terzo approccio fissa l'attenzione sulle singole celle, osservando i flussi tra le singole coppie origine-destinazione. Un'ulteriore dimensione può essere aggiunta alle matrici di interazione per rappresentarne la dinamica nel corso del tempo. Una modalità molto semplice, ad esempio, è costituita dall'utilizzo di una sequenza di matrici, ciascuna rappresentante i livelli di interazione ad un determinato istante temporale.

Le matrici di dati sono il principale strumento di archiviazione e organizzazione dei dati che devono

	Abbiategrosso	Monza	...	Rho
Abbiategrosso	–	5		16
Monza	11	–		61
...			...	
Rho	16	52		...

Figura 2.4 – Esempio di matrice delle interazioni spaziali per il dato «flussi pendolari» – Fonte Istat 1991

essere usati per la gestione e analisi di problemi territoriali. Esempi di tali problematiche sono: la selezione di aree che devono soddisfare opportuni parametri di accessibilità, vicinanza ad impianti, distanza da centri abitati, scuole; l'archiviazione e interrogazione dell'uso del suolo nell'arco di un determinato periodo temporale; l'archiviazione, elaborazione e gestione dei rilievi di qualità delle acque. Analogamente, le matrici di interazione spaziale sono il tipico strumento per organizzare dati relativi a problemi di localizzazione/allocazione di risorse; percorsi minimi; trasporti. Sovente la risoluzione di un problema comporta l'uso di entrambi i tipi di matrici.

2.2. Modalità di misura

Tecnicamente, *la misura* è il processo di assegnazione di simboli agli attributi di oggetti, eventi o stati. I simboli sono numeri o codici che presentano comunque significati quantitativi. In ambito spaziale, la misura può essere definita come il processo di assegnazione di numeri agli attributi di un oggetto geografico in base ad un certo insieme di regole. L'acquisizione di dati geografici che possano essere di supporto alla risoluzione dei nostri problemi pone dunque il problema della scelta di una modalità di misura, cioè di quali regole metodologiche debbano essere seguite nell'assegnare opportuni valori agli attributi. Vi sono quattro fondamentali modalità di misura: per classificazione, ordinale, differenziale, proporzionale.

Modalità classificatoria. Secondo la modalità per classificazione, la misura avviene utilizzando una lista di descrizioni di categorie o classi non ordinate. Ogni classe è associata ad una definizione che deve permettere di determinare se gli attributi degli oggetti assumono o meno lo stesso valore. Il processo di misura comporta l'assegnazione degli oggetti geografici alle varie classi in base ad uno o più attributi. La misura è costituita unicamente dall'assegnazione dell'oggetto ad una classe. Per esempio, le zone urbane di un piano regolatore possono essere classificate come residenziali, industriali, produttive, agricole, i parchi possono essere classificati come istituiti, in corso di istituzione, proposti. Si tratta quindi di una misura sostanzialmente qualitativa, nessuna «quantità» di attributo viene definita. È la modalità di misura più semplice e permette sola-

mente di confrontare se gli oggetti hanno valori degli attributi uguali o differenti. Le classificazioni possono poi essere caratterizzate in base alle loro proprietà. I casi più significativi sono quelli della *classificazione esclusiva*, nella quale nessun oggetto può appartenere a più di una classe, e della *classificazione esaustiva*, nella quale ogni oggetto appartiene ad almeno una classe.

Modalità ordinale. Si tratta di una modalità più elevata di misura, nella quale non siamo ancora in grado di assegnare un valore quantitativo ad un attributo di un oggetto, ma possiamo dire che un oggetto ne ha «di più» o «di meno» di un altro. Questa capacità ci permette pertanto di allineare, ordinare gli oggetti lungo una scala non graduata (detta *scala ordinale*), in base alla proprietà di possedere un attributo in misura maggiore o minore. Le persone possono essere ordinate in base all'altezza o all'età apparente, per confronto; i gradi della carriera militare possono essere ordinati per stabilire la gerarchia di comando; i rami della rete idrografica possono essere associati al loro ordine di importanza. Questo tipo di misura è ancora qualitativo, ma, per una data coppia di oggetti, è possibile sapere, oltre che se un attributo è uguale o diverso, anche se è maggiore o minore, avendo stabilito la scala ordinale. Non è invece possibile quantificare la differenza tra due valori della scala e neppure confrontare tra loro due differenze, cioè non è possibile, ad esempio, sapere se siano più distanti tra loro il secondo e il terzo della scala oppure il quinto e il sesto.

Modalità differenziale. In questa modalità di misura viene introdotta la *quantificazione*. È infatti possibile, oltre che classificare gli oggetti e ordinarli in base ad un attributo, anche valutare la differenza tra i valori che assume l'attributo. Si costruisce quindi una scala graduata quantitativa lungo la quale ordinare e posizionare quantitativamente gli oggetti, proprio in base alla capacità di *quantificare la differenza tra coppie*. Ad esempio, la temperatura si misura in modalità differenziale. Potendo solo quantificare la *differenza*, la scala avrà uno zero arbitrario, ma con questo tipo di misura sono già possibili numerose operazioni: confronto di uguaglianza, confronto maggiore o minore, addizione, sottrazione.

Modalità proporzionale. Questa è la modalità di misura più ricca e precisa. Il nuovo concetto introdotto

Tabella 2.1 – Modalità di misura e principali caratteristiche

Modalità	Caratteristiche	Operazioni definite
Classificatoria	Classificazione in categorie per le quali l'ordinamento delle classi di valori è arbitrario	Uguaglianza
Ordinale	Ordinamento relativo fatto con intervalli sconosciuti o diseguali tra le classi	Uguaglianza, confronto maggiore-minore
Differenziale	Misura continua, utilizzando intervalli uguali a partire da uno zero di riferimento arbitrario	Uguaglianza, confronto maggiore-minore, addizione, sottrazione
Proporzionale	Misura continua, utilizzando intervalli uguali a partire da uno zero di riferimento assoluto	Uguaglianza, confronto maggiore-minore, addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione

è la presenza di uno zero di riferimento assoluto, corrispondente alla situazione di assenza di attributo. L'area dei campi coltivati, il numero di chilometri di strade o ferrovie, sono esempi di grandezze che possono essere compiutamente misurate con la modalità proporzionale. Le operazioni consentite permettono praticamente tutte le manipolazioni possibili: confronto di uguaglianza, confronto maggiore o minore, addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione.

La Tabella 2.1 sintetizza i tratti essenziali delle modalità di misura descritte. Le modalità sono ordinate gerarchicamente da quella meno precisa, che consente meno operazioni, alla più precisa e ricca di possibilità di elaborazione; ciascuna modalità contiene le proprietà della precedente più altre.

Nei primi livelli le misure sono qualitative e contengono molta approssimazione: ovviamente, compatibilmente con i costi di acquisizione, si tende ad utilizzare le modalità più ricche. In particolare quella classificatoria e ordinale sono chiamate esplicitamente *qualitative o per categorie*, mentre le altre sono dette *quantitative o cardinali*.

Le modalità per classificazione e ordinale sono chiamate *discrete*, in quanto i valori misurabili sono rappresentabili con alcuni punti di una scala, invece le modalità differenziale e proporzionale si dicono *continue*, poiché i valori misurabili si possono posizionare in qualunque punto della scala.

2.3. Informazione geografica e supporto alle decisioni

I dati grezzi, anche se informatizzati, per diventare *informazione* fruibile ai fini della risoluzione di un determinato problema devono essere elaborati, ma-

nipolati. I tipici passaggi, che sovente si mescolano e si ripetono in più fasi del lavoro, sono i seguenti:

- *Organizzazione*. Si tratta delle modalità con cui i dati vengono classificati e archiviati, ai fini del loro recupero e consultazione; per esempio, ci sono organizzazioni per data, per tipologia di dato, per argomento. Un altro aspetto dell'organizzazione è il livello di dettaglio cui si fruisce dei dati, con eventuali aggregazioni.
- *Selezione*. Dalla grande quantità di dati disponibili vanno estratti solo i dati che servono al trattamento dello specifico problema, al fine di semplificare le operazioni di analisi, presentazione e interpretazione.
- *Presentazione*. Per facilitare la fruizione e l'interpretazione dei dati selezionati e dei risultati delle successive analisi, è importante scegliere la modalità di rappresentazione più adatta (mappe, tabelle ecc.).
- *Analisi*. In questa fase i dati vengono elaborati in modo da estrarne informazione derivata. Per esempio, vengono fatti calcoli di distanze, estratti valori massimi o minimi, eseguiti incroci di dati.
- *Interpretazione*. I risultati così ottenuti vengono utilizzati per spiegare una o più caratteristiche del fenomeno in esame. Un altro aspetto dell'interpretazione dei dati è quello di assegnare loro una certa importanza da parte del decisore, al fine di introdurre le sue preferenze nel processo decisionale. Uno dei metodi più diffusi è quello di assegnare dei pesi ai dati.

Di conseguenza, l'*informazione geografica* può essere considerata come il risultato di questo tipo di elaborazioni applicate a dati geografici.

La complessità di un problema decisionale è connessa a numerosi fattori, quali, ad esempio, la quantità e qualità dell'informazione disponibile, il numero di alternative da valutare, il numero di criteri da utilizzare, il numero di decisori coinvolti.

Nello studio della teoria delle decisioni, si usa distinguere tra informazione oggettiva e soggettiva. L'*informazione oggettiva* deriva da dei fatti quali, ad esempio, i rilievi censuari, i conteggi, le misure. Si tratta quindi di elementi che potremmo anche definire «neutrali»: non dipendono da particolari persone ed hanno uguale validità per tutti i fruitori, ovviamente essendo attendibili nei limiti della qualità del processo di misura che li ha generati. Nel caso di studio precedente, si tratta, ad esempio, dei dati di popolazione, del numero di servizi comunali. L'*informazione soggettiva* rappresenta invece le opinioni dei decisori, preferenze personali, priorità, giudizi; solitamente provengono da questionari, commenti, intuito personale. Si tratta quindi di valori che dipendono specificamente dal soggetto che li ha generati e, nonostante possa sembrare «inaffidabile» utilizzare tali fonti nei processi decisionali, ciò è tuttavia necessario per introdurre nel processo valori sociali o valutazioni politiche. Nel caso di studio precedente, si tratta, ad esempio, dei pesi relativi tra i diversi tipi di servizi comunali o dei livelli di soglia considerati significativi per classificare un Comune ad un dato livello di accessibilità. Entrambi i tipi di informazione si ritrovano necessariamente nella trattazione di problemi reali.

Inoltre, i problemi decisionali spaziali coinvolgono spesso un ampio insieme di *informazioni quantitative e qualitative*. Ad esempio, nel realizzare manufatti stradali, i costi di costruzione possono essere stimati quantitativamente, ma aspetti come il deturpamento del paesaggio rimarranno valutabili solo qualitativamente o saranno stimabili in modo soggettivo.

Un altro aspetto dell'informazione è la sua *attendibilità*. Sia le informazioni soggettive che quelle oggettive sono affette da un certo grado di incertezza. Nel caso l'informazione sia perfettamente attendibile, si parla di situazione deterministica o certa, se invece l'informazione è inattendibile o incompleta, fino alla mancanza totale, si parla di problemi decisionali in condizioni di incertezza.

I problemi decisionali spaziali sono per loro natura classificati nella categoria *molti criteri* vale a dire che ogni singola alternativa deve essere valutata secondo più di un criterio, più di un aspetto. Ogni criterio porta con sé una valutazione che si esprime con un'opportuna modalità di misura, tipicamente almeno ordinale. Le decisioni basate su molti criteri sono decisamente più complesse di quelle basate su un singolo criterio, poiché è difficile trovare un'alternativa che sia migliore delle altre secondo tutti i criteri (cosiddetta alternativa dominante).

Un ulteriore fattore di incremento della complessità è da ricercarsi nella presenza di *molti decisori*: ciascuno porta con sé differenti preferenze e priorità, dando di conseguenza diversi valori ai criteri che coinvolgono aspetti soggettivi e generando più matrici di valutazione. Le differenti preferenze possono essere date da svariati elementi. Ad esempio, differenti sensibilità personali in riferimento all'importanza dello sviluppo economico o all'importanza della conservazione della natura e del paesaggio porteranno con molta probabilità a dare giudizi differenti alla stessa alternativa. D'altra parte è probabile che anche la stessa persona reagisca in modo diverso se una grossa discarica sia da collocare vicino o lontano dalla propria abitazione.

La gestione di grosse quantità di dati e di informazioni, in particolare geografici e in forma digitale, è un'attività fortemente multidisciplinare, che coinvolge l'impiego di numerose tecniche. Questo elemento diventa ancora più importante nel caso in cui si debba realizzare un sistema di supporto alle decisioni istituzionali. Si possono comunque individuare due ampi filoni di competenze: le competenze strettamente tecniche, relative al trattamento dei dati geografici e informatizzati e le competenze disciplinari, relative ai contenuti delle basi dati (ad esempio: urbanistica, paesaggio, ambiente...).

In questa sede verrà toccato solo il primo filone, trattando molto sinteticamente alcuni elementi di base legati agli aspetti più vicini ai sistemi informativi, in particolare i temi della progettazione delle basi dati, delle potenzialità dei GIS e dell'impostazione sistemistica dei sistemi di supporto alle decisioni e dei sistemi informativi territoriali.

3. Basi dati (geografiche)

Marco Broglia

La progettazione di una base dati è un'operazione delicata: significa definirne struttura, caratteristiche e contenuto. Le scelte effettuate in sede di progettazione influenzeranno l'intera vita della base dati, determinandone la rispondenza alle esigenze degli utenti, l'affidabilità, la versatilità e la facilità d'uso. Sono necessarie conoscenze teorico-metodologiche, ma anche, per un'effettiva possibilità di implementazione del sistema, esperienza e sensibilità pratiche relativamente ai sistemi target reali. La progettazione delle basi dati, assieme alla progettazione delle applicazioni, costituisce il cuore dello sviluppo di un sistema informativo. La trattazione ha lo scopo di fornire al lettore un livello base di conoscenze e sensibilità, senza alcuna pretesa di completezza e dettaglio; aspetti per i quali si rimanda alla bibliografia specializzata.

3.1. Il ciclo di vita di un sistema informativo

Il ciclo di vita di un sistema informativo prevede di norma una successione di fasi, che vengono spesso ripercorse ciclicamente, in quanto con il procedere del lavoro emerge la necessità di rivedere decisioni prese in precedenza oppure di inserire requisiti non emersi in fase di analisi.

1. *Studio di fattibilità preliminare.* Mira a valutare le alternative in base ai loro costi e al quadro dei vincoli attivi a livello tecnico e normativo. Vengono inoltre stabilite le priorità di realizzazione delle parti componenti il sistema. Questi studi risultano fortemente consigliati quando il sistema da realizzare è di dimensioni notevoli; indicazio-

ni del Centro Nazionale per Informatica nella Pubblica Amministrazione (CNIPA), ex Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione (AIPA), fissano in un 1.000.000 di euro la soglia oltre la quale lo studio di fattibilità è considerato necessario.

2. *Analisi dei requisiti.* Si tratta di definire, se possibile anche attraverso opportuni formalismi, le caratteristiche e le funzioni richieste al sistema informativo. I requisiti descrivono sia i dati, sia le operazioni che si prevede di eseguire su di essi. Un elemento determinante è il coinvolgimento degli utenti del sistema, per ottenere il miglior livello possibile di completezza delle informazioni raccolte e poter progettare il sistema in modo rispondente alle necessità degli utenti. I principali output di questa fase sono le caratteristiche dei dati e la descrizione delle operazioni previste, che possono essere espressi in varie forme, quali il linguaggio naturale (da interviste), moduli cartacei, documentazione di archivi esistenti. In generale conviene raccogliere prioritariamente le specifiche sui dati e, in subordine, quelle sulle procedure, perché è più facile successivamente modificare le procedure per seguire la vita del sistema. Si producono inoltre i requisiti hardware e software del sistema complessivo.
3. *Progettazione.* Si tratta di definire tutte le caratteristiche tecnico-funzionali del sistema, le cui parti principali sono:
- i dati, per i quali vanno individuati struttura, caratteristiche, contenuto;
 - le applicazioni, cioè i programmi che realizzeranno le funzioni del sistema, comprendendo la progettazione delle interfacce.

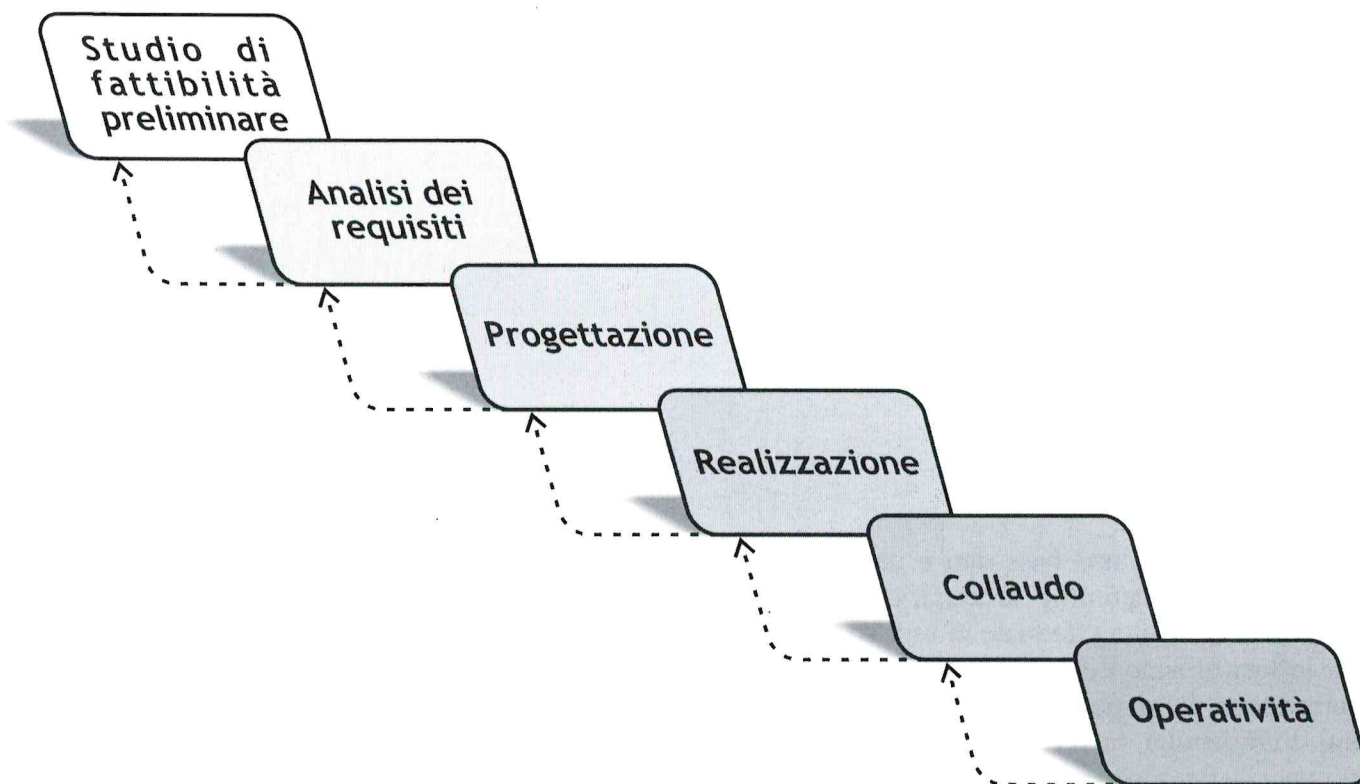


Figura 3.1 – Fasi dello sviluppo di un sistema informativo

Gli output di questa fase sono appunto i progetti di dati e applicazioni ed è importante che siano espresse in modo rigoroso, solitamente formale, utilizzando appositi modelli di riferimento. L'impiego di tecniche formali riduce l'ambiguità, migliorando la qualità del progetto, anche in funzione di un eventuale appalto per la successiva fase di implementazione.

4. **Realizzazione.** È la fase di costruzione vera e propria, in cui prende forma il sistema, seguendo quanto specificato nei documenti di progetto. Si concretizza nell'implementazione e nel popolamento della base dati e nella scrittura del codice relativo ai programmi applicativi. Sovente questa fase viene appaltata ad un'azienda specializzata.
5. **Collaudo.** Prima che il sistema entri «in produzione» è opportuno che venga collaudato; per i sistemi critici il collaudo diviene assolutamente necessario. Il collaudo consiste nella verifica che tutte le caratteristiche e le funzionalità richieste al sistema siano effettivamente presenti nell'implementazione reale. Bisogna teoricamente prevedere la verifica di tutte le funzioni in tutte le condizioni di funzionamento; ovviamente in pratica si tiene conto dei costi di collaudo e della criticità del sistema.

6. **Operatività.** È la fase di funzionamento «a regime», nella quale gli utenti utilizzano il sistema secondo le modalità descritte nei requisiti, al fine di svolgere il proprio lavoro. Capita che l'effettivo utilizzo del sistema porti a raffinare i requisiti o ad evidenziare nuove esigenze, in tal caso si procede con una revisione, che ripercorre, dall'analisi dei requisiti in poi, le fasi illustrate. Una volta che il sistema raggiunge la completa funzionalità, le attività tipiche risultano essere sostanzialmente di manutenzione.

Le fasi descritte, illustrate in Figura 3.1, possono suggerire che lo sviluppo di un sistema informativo sia un procedimento strettamente sequenziale. È importante ricordare che in realtà si hanno sempre parziali ripetizioni e piccoli «passi indietro» dovuti alla necessità di rivedere decisioni precedenti, all'emergere di nuove necessità, al naturale chiarimento del processo in corso d'opera.

Proprio a causa della riconosciuta difficoltà di prevedere «sulla carta», durante l'analisi dei requisiti e la progettazione, tutti gli elementi del sistema, senza «vederne» alcuna parte, si è diffusa anche la tecnica di *sviluppo per prototipi*, descritta nella Figura 3.2. Secondo questa tecnica, a valle dell'even-

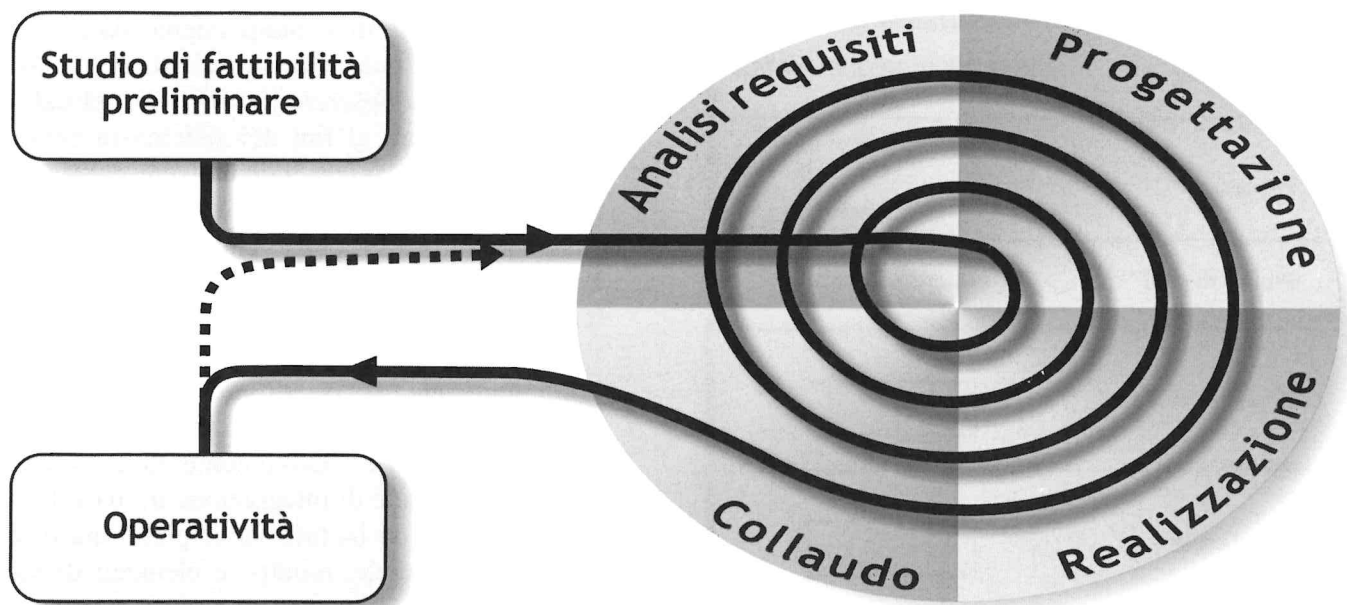


Figura 3.2 – Tecnica di sviluppo per prototipi

tuale studio di fattibilità, si percorre in modo approssimativo la sequenza classica, per arrivare rapidamente ad una implementazione parziale, che verrà utilizzata per raffinare successivamente l'analisi dei requisiti, la progettazione, arrivando ad una nuova implementazione da verificare e così via.

Nel seguito verranno forniti cenni alla progettazione delle funzioni, poi ci si focalizzerà sui principali aspetti di progettazione dei dati, anche in virtù della convinzione che i dati, con le loro proprietà, siano l'elemento cardine del sistema, quindi il principale su cui porre attenzione.

3.2. Cenni alla progettazione concettuale delle funzioni

La progettazione concettuale delle funzioni consiste nella definizione a livello astratto delle funzioni che il sistema dovrà svolgere. Tale descrizione, indipendente dallo strumento o ambiente software di sviluppo, deve comunque essere rigorosa e priva di ambiguità, pertanto viene usualmente prodotta appoggiandosi ad un modello formale di riferimento. Uno dei modelli più diffusi è il modello *DataFlow*, secondo il quale si producono DataFlow Diagram (DFD), cioè diagrammi di flusso dati.

I concetti che costituiscono un DFD sono quelli di processo, interfaccia, flusso dati e deposito dati, riassunti in Figura 3.3 e spiegati di seguito.

- *Processo*. Il processo è il concetto che rappresenta un'azione del sistema informativo. La maggior parte delle azioni di un sistema informativo riguardano il trattamento di dati; in generale tali operazioni sono quelle di creazione di nuovi dati, modifica dei dati esistenti, trasformazioni di flussi di dati, eliminazione dei dati.
- *Flusso di dati*. Il flusso di dati è il passaggio delle informazioni da un punto all'altro del sistema. I flussi possono coinvolgere tutti gli altri tipi di elementi del diagramma.
- *Deposito di dati*. Il deposito di dati è un'archiviazione permanente delle informazioni. Un flusso uscente da un deposito verso un processo significa che il processo estrae i dati del deposito e li elabora; viceversa un flusso proveniente da un processo ed entrante in un deposito indica una modifica dei dati contenuti nel deposito stesso.
- *Interfaccia*. Le interfacce sono i punti di contatto tra il sistema informativo e il mondo esterno, in qualità di origine o destinazione di un flusso di dati.

3.3. Una metodologia di progettazione dei dati

La progettazione dei dati deve avvenire secondo una metodologia che permetta di risolvere e rappresentare anche i casi e le proprietà più complessi e articolati, seguendo una successione di fasi che portino ad affrontare i diversi aspetti del problema nel modo più

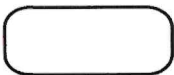
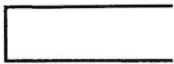
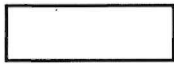
Elemento	Rappresentazione grafica
Processo	
Flusso di dati	
Deposito di dati	
Interfaccia	

Figura 3.3 – Elementi del modello DataFlow

disgiunto possibile, per ridurre le difficoltà associate ad ogni passo.

Naturalmente la metodologia non sarà necessariamente una rigida successione di passi, ma potrà offrire diversi approcci o strategie, in funzione delle caratteristiche dello specifico caso di progetto.

Va inoltre sottolineata la necessità di disporre di un modello di riferimento, per poter produrre un output di progetto formale e rigoroso.

Per quanto riguarda le basi dati, la metodologia di progetto più diffusa e affidabile si compone di tre fasi: la progettazione concettuale, logica e fisica, schematizzate nella successiva Figura 3.4. Nella prima fase si individuano le proprietà concettuali semantiche dei dati, viene definito il progetto in modo astratto, del tutto indipendente da come poi sarà possibile implementare tali dati in un reale sistema di gestione delle basi dati, nella dizione inglese Data Base Management System (DBMS). La seconda e la terza fase affrontano invece il problema di definizione dell'implementazione della base dati.

1. *Progettazione concettuale.* È certamente la fase più delicata e complessa, che richiede competenza, esperienza, ma anche intuito e sensibilità, al pari di un'arte. Si tratta infatti di riuscire a «catturare» la parte di nostro interesse del multiforme, continuo, ambiguo mondo reale ed essere in grado di descriverla in modo completo, rigoroso secondo uno schema formale dotato di un numero

limitato di costrutti e indipendente dalla futura realizzazione fisica. Viene prodotto uno *schema concettuale* che descrive le proprietà del dato ritenute importanti ai fini del sistema in corso di realizzazione, in modo indipendente dalla tecnologia che verrà impiegata. L'introduzione di questo passo di progettazione che descrive il «cosa» prima del «come» fare, risulta di importanza determinante. In primo luogo permette come detto l'indipendenza dal DBMS, con conseguente stabilità dello schema rispetto alle evoluzioni tecnologiche e inoltre migliore documentazione del significato dei dati e relativo aumento della facilità di manutenzione e di integrazione tra basi dati diverse. In seconda battuta, la disponibilità di uno schema concettuale, basato su elementi di facile interpretazione, consente una facilità di interazione con l'utente, in quanto gli utenti possono comunicare, controllare, ottenendo un'alta corrispondenza tra il progetto e il prodotto finale.

2. *Progettazione logica.* La progettazione logica muove un passo verso l'implementazione del sistema, in quanto si occupa di tradurre lo schema concettuale prodotto nella fase precedente in uno schema di base dati aderente al modello effettivamente presente nel sistema che gestirà la base dati stessa. Questo schema, chiamato *schema logico*, in termini estremamente semplificati è costituito da tabelle con opportuni campi comuni. Lo schema logico è ancora indipendente dagli aspetti fisici, ma è molto vicino agli elementi primitivi forniti dal sistema reale di gestione della base dati (in questa fase non è ancora necessario conoscere mediante quale sistema reale sarà implementata la base dati, ma solamente il tipo, ad esempio, una base dati relazionale). Avvicinandosi alla realizzazione pratica, si comincia a tenere conto della necessità di ottimizzare le elaborazioni previste per il sistema. Esistono tecniche per effettuare la traduzione e per verificare le qualità dello schema prodotto, in particolare, per la verifica di qualità, è molto diffusa la tecnica della normalizzazione, che evidenzia ridondanze e anomalie.

3. *Progettazione fisica.* Con questa fase si entra nelle caratteristiche del sistema reale di gestione della base dati, aggiungendo allo schema logico informazioni riguardanti le modalità fisiche di archiviazione dei dati, ad esempio, l'indicizzazione dei database. Il prodotto di questa fase si chiama *schema fisico* dei dati.

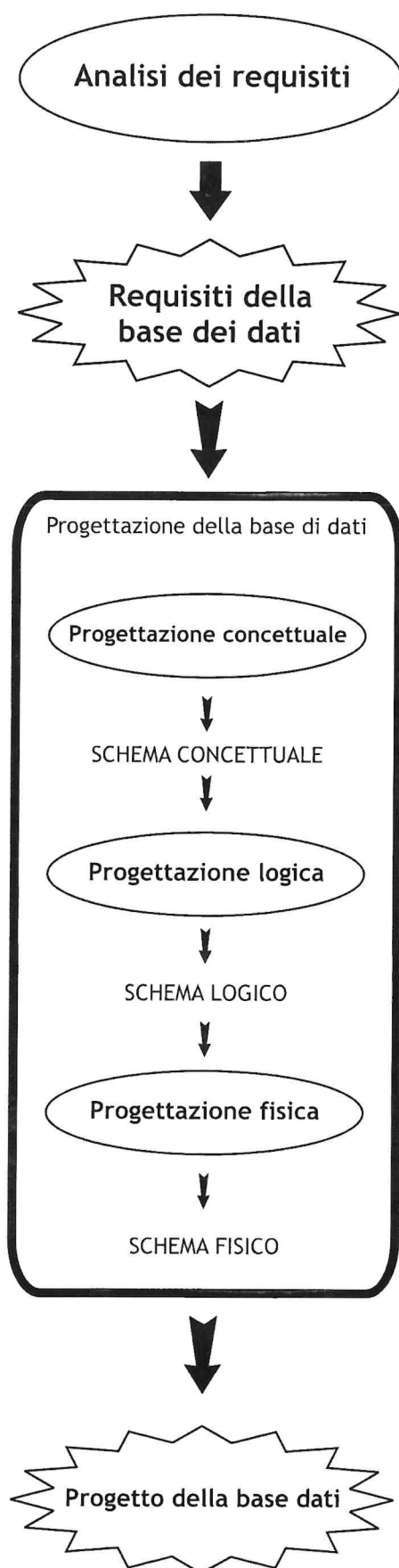


Figura 3.4 – Fasi del progetto di una base dati

Durante lo svolgimento di questi passi di progettazione della base dati, si utilizzano i requisiti raccolti durante la fase di analisi. Vengono impiegati in primo luogo i requisiti relativi ai dati, ma anche quelli relativi alle procedure. Più precisamente, nella progettazione concettuale si usano sostanzialmente i requisiti dei dati; quelli delle procedure servono di controllo, per verificare che lo schema contenga tutti gli elementi necessari alle procedure stesse. Nelle fasi di progettazione logica e fisica, i requisiti relativi alle procedure servono per ottimizzare le scelte in funzione delle operazioni che saranno richieste al sistema.

In pratica, nella progettazione dei dati si parte dai requisiti, che sono stati ricavati a partire da fonti eterogenee, quali moduli cartacei esistenti, precedenti tracciati record, interviste con gli utenti del sistema. Viene prodotto lo schema concettuale, che, in pratica, è un diagramma disegnato usando simboli convenzionali; il più diffuso modello concettuale di riferimento è il modello Entità-Relazione (E-R). Questo diagramma viene poi tradotto in uno schema logico; siccome il più diffuso tipo di base dati è quello relazionale, lo schema logico è in pratica costituito da un insieme di tabelle. L'ultimo passo, la progettazione fisica, consiste sostanzialmente nell'organizzazione dei file fisici e nella scelta di quali indici associare alle tabelle. I prodotti della progettazione sono costituiti ovviamente dallo schema fisico, che indica come implementare la base dati, dallo schema concettuale, che permette di comprendere sinteticamente e documentare il significato dei componenti della base dati, e dallo schema logico.

3.4. I meccanismi di astrazione

I processi di astrazione sono i meccanismi fondamentali della progettazione concettuale: permettono di focalizzarsi sulla parte di mondo che interessa ai fini dello specifico obiettivo e di descriverla. Vi sono tre meccanismi principali, utilizzati nella progettazione concettuale, che trovano anche implementazione nel modello E-R.

- *Classificazione.* È l'astrazione che permette di associare più oggetti formando un insieme, una classe di oggetti del mondo reale, per mezzo di una definizione basata su proprietà comuni agli oggetti stessi. Ad esempio, salame, prosciutto cotto, coppa ecc. sono appartenenti all'insieme (o

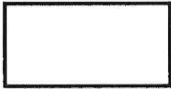
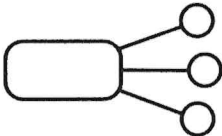
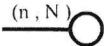
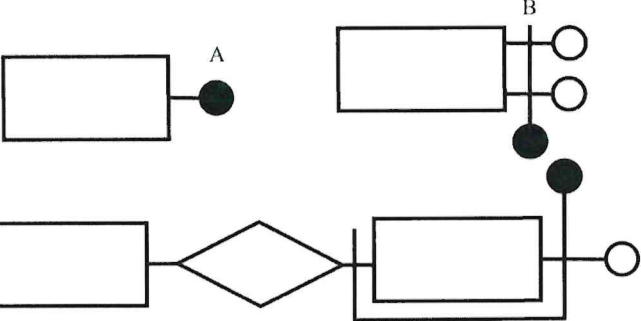
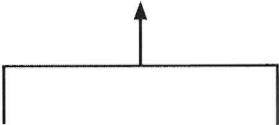
Elemento	Simbolo grafico
Entità	
Relazione	
Attributo semplice	
Attributo composto	
Cardinalità di relazione	
Cardinalità di attributo	
Identificatori	
Generalizzazione	

Figura 3.5 – Elementi del modello Entità-Relazione

classe) «salumi», accomunati dal fatto di essere alimenti a base di carne conservata per stagionatura.

- *Aggregazione*. È l'astrazione che permette di costruire nuove classi aggregando più classi di partenza. Ad esempio, aggregando le classi «manubrio», «telaio», «sella», «ruote», «freni» ecc. si ottiene la classe «bicicletta».
- *Generalizzazione*. È l'astrazione che permette di generare una super-classe partendo da due o più sottoclassi, che sono sottoinsiemi della prima. Ciascuna sottoclasse possiede le proprietà della super-classe e ne può avere di proprie. Ad esempio, le classi «salumi», «formaggi» ecc. formano la classe «alimenti». Quando si definisce un sottoinsieme è perché si vogliono enfatizzare alcune specificità di una sottoclasse. La sottoclasse eredita tutte le proprietà della classe di partenza. Ad esempio, avendo la classe «persona», che possiede le proprietà nome, sesso, età, si può definire una sottoclasse «donna», che le eredita tutte.

3.5. Il modello Entità-Relazione

Il modello Entità-Relazione è il modello concettuale di riferimento più utilizzato nella progettazione concettuale delle basi dati e presenta una serie di elementi «primitivi», raccolti nella Figura 3.5, che permettono di dare una descrizione formale della parte di realtà che è oggetto di interesse della base dati in via di realizzazione in modo indipendente dal sistema target reale col quale si implementerà la base dati stessa. Mediante tali elementi, verrà tracciato uno schema grafico che descrive in modo formale la base dati.

- *Entità*. Le entità rappresentano gli insiemi di oggetti di interesse della parte di mondo reale che si vuole descrivere; sono «gli elementi importanti del mondo di cui si vuole archiviare informazione». Dal punto di vista dei meccanismi di astrazione, le entità sono costruite per classificazione, a partire dalle singole occorrenze (o istanze) presenti nel mondo reale. Ad esempio: le città reali Milano, Torino, Roma, Genova, Palermo, Catania, Napoli sono istanze dell'entità CITTÀ; le persone reali Mario Rossi e Alberto Verdi sono istanze dell'entità PERSONA. All'interno di uno



Figura 3.6 – Esempi di entità nel modello E - R

schema E-R, ogni entità viene rappresentata da un rettangolo con scritto all'interno il suo nome, che deve ovviamente essere univoco. In Figura 3.6 sono riportati esempi di entità.

- *Relazioni*. Le relazioni rappresentano legami, ritenuti significativi per la descrizione della realtà di interesse, tra due o più entità. La relazione nasce dal particolare rapporto che si identifica tra le entità; ad esempio, tra le entità CITTÀ e PERSONA può essere individuata la relazione di RESIDENZA; un'istanza di questa relazione è data dal fatto che Mario Rossi risiede a Torino. Un analogo caso di relazione possibile è il domicilio. All'interno di uno schema E-R, ogni relazione viene rappresentata da un rombo con scritto dentro il suo nome, che deve ovviamente essere univoco, inoltre delle linee collegano la relazione con le entità coinvolte. In Figura 3.7 sono riportati esempi di relazioni. Le stesse entità possono essere coinvolte in più di una relazione.
- *Attributi*. Gli attributi descrivono proprietà elementari di entità o relazioni che si giudicano rilevanti per la descrizione della realtà di interesse. Per esempio, nome, cognome, età possono essere attributi dell'entità PERSONA, nome, popolazione dell'entità CITTÀ. Per quanto riguarda le relazioni, data iniziale e data finale possono essere attributi della relazione RESIDENZA. Ciascun attributo può assumere un determinato insieme di valori, che viene chiamato *dominio* dell'attributo. Per esempio, il nome della persona può avere come dominio l'insieme delle stringhe di lunghezza 15 caratteri oppure

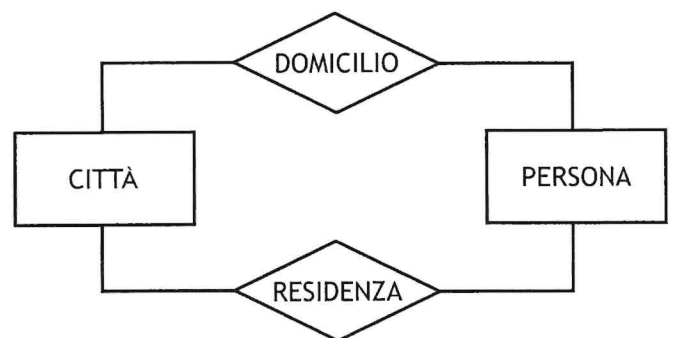


Figura 3.7 – Esempi di relazioni nel modello E-R

una lista predefinita, l'attributo età potrebbe avere come dominio i numeri interi, oppure l'insieme dei numeri interi compresi tra 16 e 60, in base al significato e allo scopo dell'entità. A volte si usa accorpare attributi che hanno affinità tra loro nei cosiddetti *attributi composti*; per esempio, l'attributo stipendio può essere composto dagli attributi stipendio base, indennità di rischio, indennità di posizione ecc. Da un punto di vista teorico, è interessante notare che un'entità può essere vista, oltre che come classificazione di oggetti del mondo reale, anche come aggregazione dei suoi attributi. Ogni attributo viene rappresentato da un cerchietto collegato alla sua entità, con scritto a lato il suo nome, che deve ovviamente essere univoco per l'entità.

Entità, relazioni e attributi sono i principali elementi del modello E-R, con i quali si possono descrivere moltissimi dati relativi a sistemi anche ricchi ed articolati.

La progettazione avviene spesso per raffinamenti successivi: si parte da una prima ipotesi, si verifica se permette di catturare tutti gli elementi necessari, nel caso negativo si amplia lo schema. Per esempio, la relazione RESIDENZA (senza attributi) tra le entità PERSONA e CITTÀ descrive compiutamente lo stato di cose ad un istante di tempo fissato, ma se si utilizza la base dati per descrivere un arco temporale più ampio, emerge subito il limite di questo schema. Si supponga che Mario Rossi sia residente a Torino, ma due anni fa era residente a Genova. Per descrivere questi fatti, si possono creare due istanze della relazione RESIDENZA: le due coppie (Mario Rossi, Torino) e (Mario Rossi, Genova). Manca, però, l'informazione relativa al tempo; risulta quindi necessario aggiungere due attributi data inizio e data fine alla relazione RESIDENZA. In Figura 3.8 sono riportati esempi di attributi.

Vi sono poi altri costrutti del modello Entità-Relazione, quali le cardinalità di relazioni e attributi, gli identificatori e le generalizzazioni.

– *Cardinalità delle relazioni.* Le cardinalità delle relazioni definiscono il numero minimo e massimo di volte di istanze della relazione cui le entità possono partecipare. In sostanza, per ciascuna istanza di entità, si impone un numero minimo e massimo di possibili «collegamenti» alle istanze delle altre entità. Per esempio, nella relazione di prestito libri della biblioteca, tra libri e persone, illustrata in Figura 3.9, assegnando all'entità LIBRO cardinalità minima zero e massima uno, si vuole dire che ciascun libro può essere in prestito ad una persona, oppure a zero, cioè non essere in prestito. Viceversa, le cardinalità zero e tre associate a persona, significano che ciascuna persona può non avere in prestito libri, può averne uno, due, ma non più di tre contemporaneamente. Si noti che queste cardinalità valgono intendendo la relazione PRESTITO come «prestito in corso»; se invece si volesse descrivere la relazione «prestito avvenuto», allora le cardinalità corrette di libro diventerebbero (0, N), intendendo che un libro può non essere mai stato in prestito, o può essere stato prestato ad un numero qualunque di persone. Anche le cardinalità di PERSONA diventerebbero (0, N). Le cardinalità non sono in effetti nuovi elementi del modello E-R, bensì vincoli di integrità che si aggiungono alla relazione, sono cioè condizioni che le relazioni devono soddisfare per la loro validità; ad esempio, il limite di tre libri a persona è un classico vincolo di progetto del sistema di prestito. All'interno di uno schema E-R, le cardinalità delle relazioni sono rappresentate da una coppia di parentesi posta sulla linea di collegamento tra entità e relazione e contenente i valori di cardinalità minima e massima, separati da virgola.

In teoria sono ammissibili tutti i valori di cardinalità, purché interi non negativi e con la massima maggiore della minima; in sostanza si utilizzano quasi esclusivamente i casi zero, uno per la cardinalità minima e uno, N, per la massima. Per quanto riguarda la cardinalità minima, zero signifi-

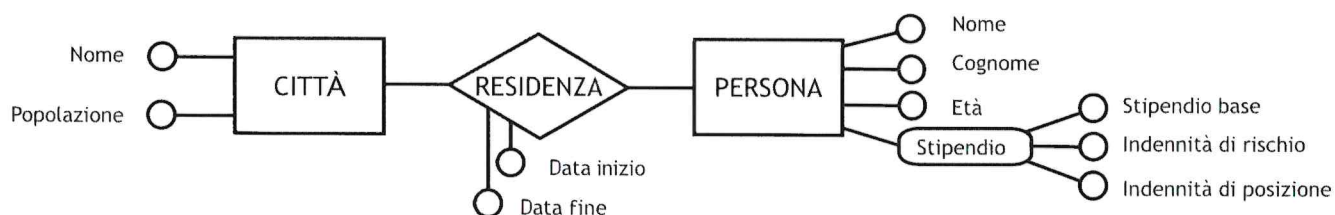


Figura 3.8 – Esempi di attributi di entità e relazioni nel modello E-R



Figura 3.9 – Esempi di cardinalità delle relazioni PRESTITO tra LIBRO e PERSONA

fica che l'entità può partecipare o meno alla relazione (es.: il libro può anche non essere in prestito), uno implica che la partecipazione è necessaria (es.: una persona deve avere esattamente una città di residenza).

Dal punto di vista delle cardinalità massime, si possono definire tre tipi di relazioni tra due entità: *relazioni uno a uno*, *relazioni uno a molti*, *relazioni molti a molti*; questa distinzione, oltre che essere chiarificatrice dal punto di vista metodologico, si rivela molto utile sul piano pratico, al momento di tradurre lo schema concettuale in schema logico. Tre esempi sono riportati in Figura 3.10.

Le relazioni uno a uno presentano per entrambe le entità una cardinalità massima pari a uno. Nel caso della relazione tra prenotazioni e ordini, ogni prenotazione può essere seguita da un ordine, oppure no, e lo stesso vale per l'ordine: può avere una precedente prenotazione, oppure essere fatto direttamente.

Nelle relazioni uno a molti, le cardinalità massime sono pari a uno per una entità e N per l'altra. Per esempio, una persona deve avere esattamente una città di residenza, viceversa una città può avere da zero a N residenti.



Figura 3.10 – Esempi di cardinalità delle relazioni nel modello E-R

Infine, le relazioni molti a molti hanno entrambe le cardinalità massime di valore N. È il caso della distribuzione commerciale di vari prodotti da parte di differenti fornitori: un prodotto può essere distribuito da più fornitori (al limite da nessun fornitore attualmente presente nella base dati), ciascun fornitore deve distribuire almeno un prodotto, fino ad un numero indefinito.

- *Cardinalità degli attributi*. La cardinalità di un attributo specifica il massimo e minimo numero di valori di quell'attributo che possono essere associati ad ogni istanza di entità o relazione. In quasi tutti i casi pratici, le cardinalità di un attributo sono (1,1), cioè è necessario esattamente un valore. All'interno di uno schema E-R, le cardinalità degli attributi relazioni sono rappresentate da una coppia di parentesi posta sulla linea di collegamento tra entità (o relazione) e cerchietto dell'attributo; le parentesi contengono i valori di cardinalità minima e massima, separati da virgola. Nella pratica si omette l'indicazione della cardinalità (1,1).

Gli attributi con cardinalità minima pari a zero si chiamano *opzionali*, quelli con cardinalità minima pari a uno si dicono *obbligatori*, quelli con cardinalità massima pari a N si chiamano *multivalore*. Per esempio, nel caso illustrato in Figura 3.11, una persona deve avere esattamente un cognome (anche più parole contenute in un'unica stringa), che quindi diventa un attributo obbligatorio, può avere o meno un numero di partita IVA (attributo facoltativo), può avere da zero ad M numeri di conto corrente bancario (attributo facoltativo e multivalore). Gli attributi multivalore spesso «nascondono» delle potenziali entità, come potrebbe essere il caso del conto corrente, sicura entità in un sistema informativo bancario; la scelta di progetto tra attributo multivalore ed entità dipende dal contesto e dagli obiettivi del sistema.

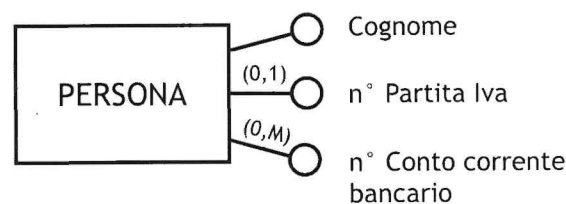


Figura 3.11 – Esempi di cardinalità degli attributi nel modello E-R

- *Identificatori delle entità.* Gli identificatori delle entità sono quei dati che permettono di individuare univocamente un'istanza dell'entità. Si tratta di solito di uno o più attributi, ma può essere necessario coinvolgere anche una o più altre entità dello schema. Ad esempio, una persona viene usualmente indicata con nome e cognome, ma è facile capire che, in una base dati ampia, vi saranno quasi certamente omonimie, per cui è necessario aggiungere la data di nascita, eventualmente anche il luogo di nascita. Nell'ipotesi che non vi siano quaterne di uguali valori, questi quattro attributi assieme costituiscono l'identificatore dell'entità persona. Se disponibile, il codice fiscale è un ottimo identificatore, perché la sua univocità è controllata in fase di generazione e assegnamento del codice stesso. Codice fiscale e insieme di nome, cognome, luogo e data di nascita sono identificatori *interni*, poiché sono attributi appartenenti all'entità che si vuole identificare. A volte, per costruire un identificatore univoco, risulta necessario coinvolgere anche un'altra entità. Per esempio, volendo identificare un impiegato all'interno di una base dati in cui sono comprese più aziende, non è sufficiente utilizzare il numero di matricola, in quanto due impiegati di aziende diverse potrebbero avere lo stesso numero. Tuttavia, osservando che all'interno di una data azienda il numero di matricola è univoco, si trova nella coppia (numero di matricola, azienda) l'identificatore che si andava cercando. In questo caso si parla di identificatore esterno, perché è necessario coinvolgere un elemento (l'altra entità) esterno all'entità da identificare: Si noti che un identificatore esterno si può costruire solo se l'entità esterna è in relazione con quella da identificare e quest'ultima partecipa alla relazione con cardinalità (1,1); in pratica è cioè necessario che

ogni istanza da identificare sia collegata esattamente ad un'istanza dell'entità esterna (nell'esempio era necessario che ogni impiegato lavorasse per una e una sola azienda). Anche gli identificatori, come le cardinalità, non sono nuovi elementi del modello E-R, bensì vincoli sugli attributi e le entità già presenti, cioè condizioni (in questo caso l'univocità della combinazione complessiva di valori) che tali elementi devono verificare per essere validi. Ogni entità deve avere almeno un identificatore. All'interno di uno schema E-R, la rappresentazione degli identificatori varia in funzione della loro struttura. Se l'identificatore è costituito da un solo attributo, si disegna il suo cerchietto in colore pieno. Se sono necessari più attributi o una entità esterna relazionata, si uniscono i tratti di questi elementi con una linea che termina con un cerchietto in colore pieno. La Figura 3.12 illustra alcuni esempi descritti e le convenzioni grafiche impiegate.

- *Generalizzazioni.* Le generalizzazioni rappresentano il rapporto gerarchico tra entità le cui istanze sono in rapporto di insieme e sottoinsieme. Quando le istanze di un gruppo di entità $E_1, E_2, \dots, E_n$, appartengono tutte anche ad una entità E , si dice che E costituisce una generalizzazione di $E_1, E_2, \dots, E_n$, in pratica queste ultime sono sottoinsiemi di E , cioè sono classi più specifiche, mentre E è una classe più generale. Per esempio, l'entità PERSONA è una generalizzazione delle entità STUDENTE e LAVORATORE, poiché qualunque studente o lavoratore è anche una persona. Analogamente, l'entità ELETTRODOMESTICO è una generalizzazione delle entità FRIGORIFERO, LAVATRICE, TELEVISORE. È importante sottolineare che ogni proprietà dell'entità più generale viene ereditata da tutte le entità più

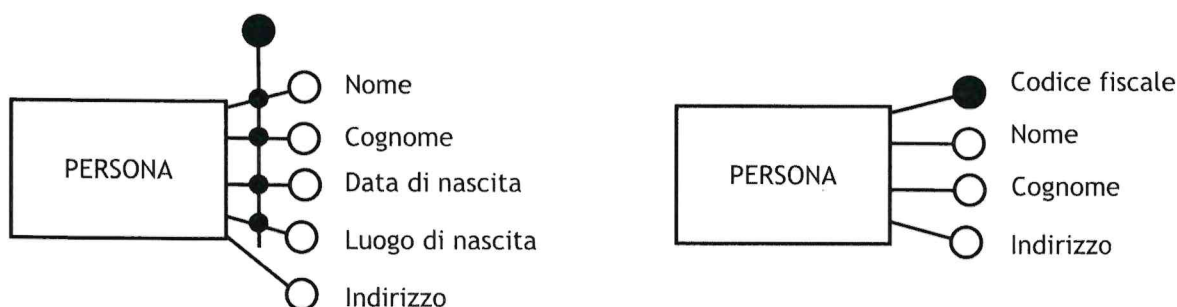


Figura 3.12 – Esempi di identificatori delle entità nel modello E-R

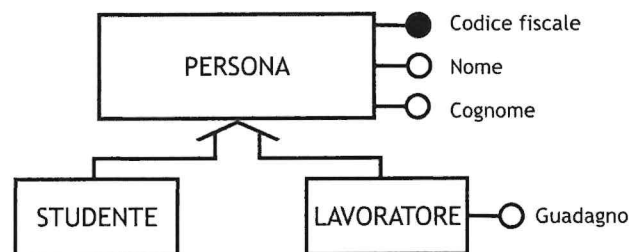
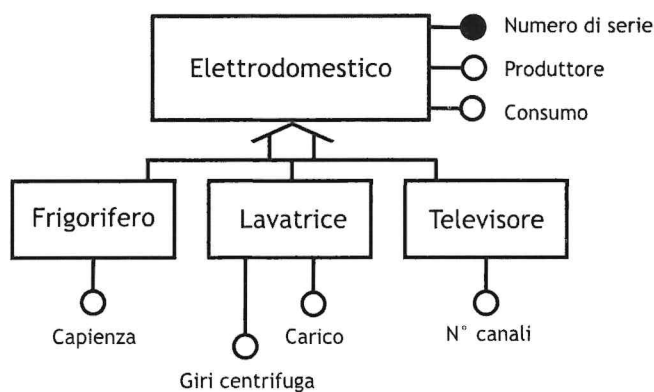


Figura 3.13 – Esempi di generalizzazioni nel modello E-R

specifiche. Quindi, gli attributi numero di serie, produttore e consumo di ELETTRDOMESTICO sono (ovviamente) anche attributi di FRIGORIFERO, LAVATRICE, TELEVISORE; numero di serie è un identificativo valido per tutte e quattro le entità; se elettrodomestico fosse coinvolto in relazioni, queste varrebbero anche per le sotto-classi.

All'interno di uno schema E-R, la rappresentazione delle generalizzazioni avviene mediante frecce che partono dalle entità specifiche e arrivano all'entità generale, come mostrato dalla Figura 3.13.

Nel caso particolare in cui una gerarchia presenti una sola sottoclasse, questa si indica come *sottoinsieme*.

Le generalizzazioni possono essere *totali* o *parziali*. Sono totali quando le istanze delle classi specifiche «coprono» completamente le istanze della classe generale, in altre parole quando ogni istanza dell'entità generale è anche istanza di almeno una delle entità specifiche; sono parziali se ciò non avviene. Un'altra proprietà delle generalizzazioni è quella di essere *esclusive* o *sovrapposte*. Una generalizzazione è esclusiva quando le entità specifiche non hanno istanze in comune tra loro, in altre parole quando ogni istanza dell'entità generale è istanza al più di una delle entità specifiche; è sovrapposta in caso contrario. Per esempio, PERSONA è una generalizzazione totale ed esclusiva delle entità UOMO e DONNA; PERSONA è invece una generalizzazione parziale e sovrapposta di STUDENTE e LAVORATORE (possono esserci persone che studiano e lavorano); ELETTRDOMESTICO è una generalizzazione parziale ed esclusiva delle entità FRIGORIFERO, LAVATRICE, TELEVISORE. Volendo rendere esplicite queste

proprietà nello schema E-R, si aggiungono le lettere t, oppure p ed e, oppure s a fianco del simbolo di generalizzazione.

Gli schemi disegnati secondo il modello E-R sono un efficace strumento di rappresentazione della realtà che si vuole descrivere nella base dati, tuttavia, data la complessità delle situazioni reali e i limiti del modello E-R, è sovente necessario accompagnare lo schema con ulteriore documentazione, in particolare si utilizzano i seguenti documenti.

- *Il dizionario dei dati*. Si tratta in pratica di una tabella nella quale, per ciascuna entità e relazione, vengono fornite una descrizione, l'elenco degli attributi e, per le entità, l'identificatore, per le relazioni le entità coinvolte.
- *L'elenco delle «regole aziendali»*. È una serie di condizioni che i dati devono rispettare e che non trovano posto nel modello, per esempio, «il consumo totale degli elettrodomestici non deve superare la potenza del contatore di casa»

3.6. Estensione del modello E-R verso la geometria

La presenza di dati di natura spaziale introduce nuovi aspetti da gestire nella vita di un sistema informativo, in particolare nella fase di progettazione, dove dovranno essere rappresentate le proprietà specifiche del dato spaziale e, nella fase di implementazione, dove sarà necessario disporre di un sistema reale in grado di gestire i dati spaziali. Nel seguito vengono delineati i principali elementi mediante i quali si può estendere il modello E-R in senso spaziale; questo modello è chiamato Geo-ER. La Figura 3.14 raccoglie i simboli grafici degli elementi aggiuntivi del modello Geo-ER.

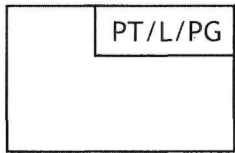
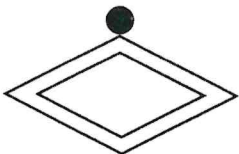
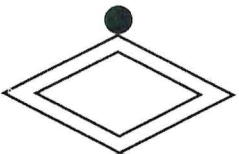
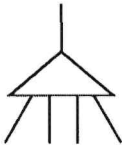
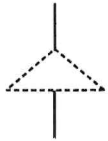
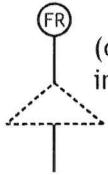
Elemento	Simbolo grafico
Entità geometrica	
Entità con attributo geometrico	
Nodo	
Intersezione geometrica non nulla	 (monodirezionale)  (bidirezionale)
Gerarchia di composizione geometrica	
Gerarchia di contenimento geometrico	  (contenimento in frontiera)

Figura 3.14 – Elementi aggiuntivi del modello Geo-ER

- *Entità geometrica*. L'entità geometrica rappresenta una classe di oggetti geometrici, di tipo geometrico semplice, punto (PT), linea (L), poligono (PG), che può anche presentare buchi. Introducendo le entità geometriche si possono dunque rappresentare le componenti spaziali intrinseche del dato: forma, localizzazione, dimensioni ecc. Le entità geometriche possono avere attributi, essere coinvolte in relazioni, partecipare a gerarchie in modo del tutto analogo alle entità «normali». La presenza dell'estensione geometrica apre la possibilità di rappresentare gli oggetti geometrici in più modi, nel senso che, ad esempio, un poligono potrebbe essere stato suddiviso in più parti. Per ottenere la forma *massimamente estesa*, le parti possono essere fuse nel rispetto di alcuni vincoli (ad esempio: devono essere dello stesso tipo di entità; devono essere contigue; devono avere gli stessi valori di tutti gli attributi; non devono partecipare in gerarchie di composizione che producano due istanze diverse di entità di livello superiore ecc.). L'entità geometrica si rappresenta con un rettangolo tratteggiato contenente il nome e l'indicazione del tipo geometrico (si vedano gli esempi in Figura 3.15).
- *Entità con attributo geometrico*. Si tratta di una entità normale, però dotata di un tipo particolare di attributo. Un attributo geometrico è una funzione che, data un'istanza dell'entità normale, restituisce un'entità geometrica; in buona sostanza un attributo geometrico è quindi un'entità geometrica. Gli attributi geometrici possono essere tipi semplici, vale a dire punti (PT), linee (L), poligoni (PG), ma è possibile anche definire tipi complessi, derivanti dall'unione di tipi semplici. Le entità con attributo geometrico possono avere altri attributi, essere coinvolte in relazioni, partecipare a gerarchie: sono entità normali con aggiunto un attributo di nuovo tipo e si rappresentano aggiungendo l'indicazione del tipo geometrico. Nel caso vi siano due attributi geometrici, si omette l'indicazione del tipo geometrico nell'entità e si esplicitano gli attributi geometrici come entità geometriche collegate. Nell'esempio di Figura 3.16, l'entità CORSO D'ACQUA ha due attributi geometrici: il percorso, rappresentato come linea, e la sede, cioè tutta l'area «occupata», rappresentata come poligono.

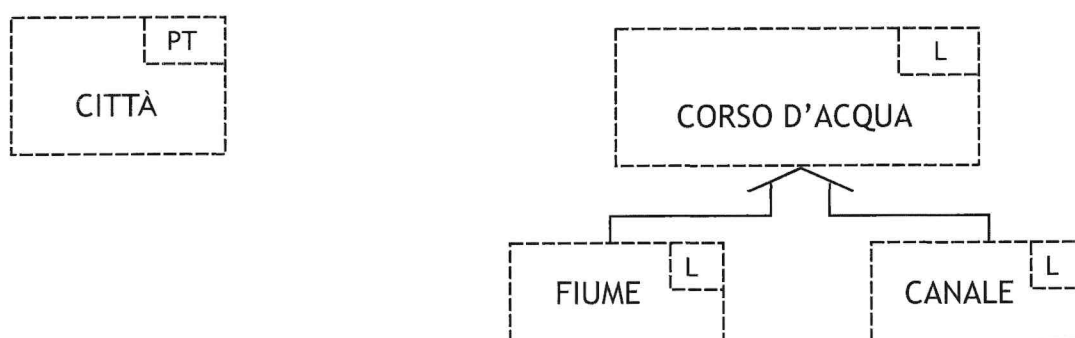


Figura 3.15 – Esempi di entità geometriche

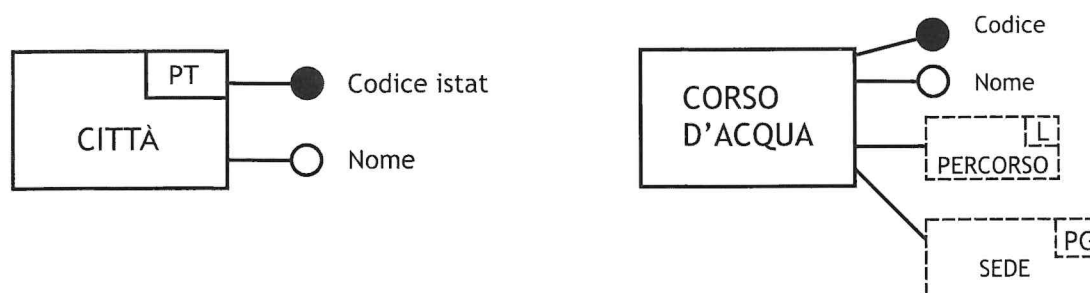


Figura 3.16 – Esempi di entità con attributi geometrici

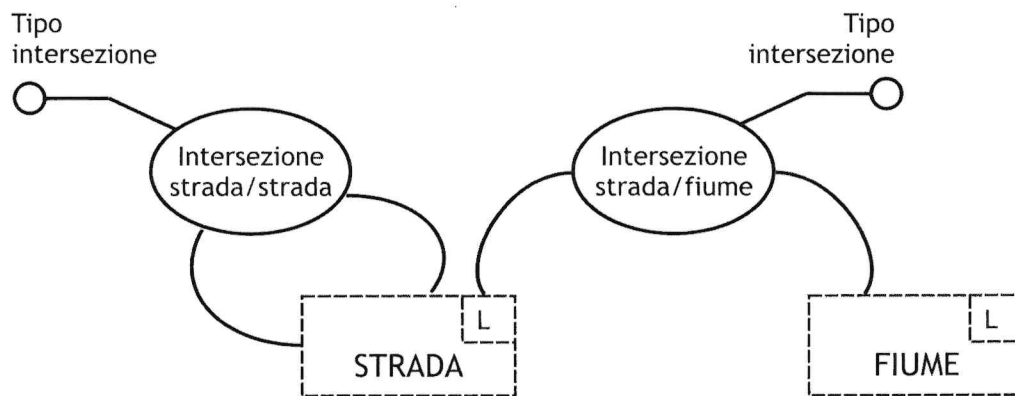


Figura 3.17 – Esempi di nodi determinati da intersezioni

Avendo esteso la rappresentazione delle proprietà includendo anche l'estensione geometrica degli oggetti, nascono nuovi tipi di oggetti e relazioni tra entità basate sui reciproci rapporti tra geometrie.

- *Nodi*. I nodi sono entità geometriche puntuali determinate dalle intersezioni tra entità geometriche lineari. Ovviamente, in uno schema Geo-ER, si definiscono i nodi solo se esiste per quelle intersezioni un particolare significato applicativo. L'attributo principale dei nodi è il tipo intersezione, i cui valori solitamente vengono scelti da un dominio a lista chiusa. Per esempio, come descritto in Figura 3.17, l'intersezione tra strade determina un nodo, il cui tipo potrebbe essere compreso nel dominio (incrocio a raso, semaforo, ponte, galleria, sottopassaggio ecc.); invece l'intersezione tra strade e fiumi determina un nodo, il cui tipo potrebbe essere compreso nel dominio (ponte, galleria ecc.).
- *Intersezioni geometriche non nulle*. La relazione di intersezione geometrica non nulla impone il vincolo che, per la validità dei dati, le istanze delle entità tra le quali sussiste la relazione abbiano almeno un punto in comune, in sostanza «si tocchino». Per esempio, come descritto in Figura 3.18, una centrale idroelettrica *deve* essere connessa ad almeno una condotta forzata e viceversa anche una condotta forzata *deve* esse-

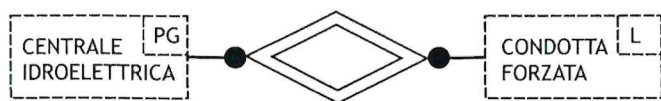


Figura 3.18 – Esempi di vincolo di intersezione geometrica non nulla

re necessariamente collegata alla centrale idroelettrica.

- *Gerarchia di composizione geometrica*. La gerarchia di composizione geometrica impone il vincolo che le istanze di un'entità geometrica siano ottenibili componendo, unendo, istanze di altre entità geometriche, che devono però essere dello stesso tipo geometrico. Le gerarchie di composizione sono sempre complete: tutte le entità di livello superiore si possono ottenere per composizione di entità di livello inferiore; in altre parole, per ogni istanza di livello superiore, esiste un insieme di istanze di entità di livello inferiore tali che, composte, si ottenga l'istanza di livello superiore. La composizione può ammettere la sovrapposizione tra entità di livello inferiore, che viene esplicitata nello schema con la sigla SV. All'interno di uno schema Geo-ER, le composizioni vengono rappresentate con un triangolo il cui vertice è collegato all'entità di livello superiore e la base alle entità di livello inferiore. Negli esempi di Figura 3.19 sono illustrate la composizione PROVINCIA-COMUNE, in cui l'estensione geometrica di ogni Provincia si ottiene unendo la geometria dei suoi Comuni e la composizione del LOTTO EDIFICATO con EDIFICIO, MANUFATTO DI PERTINENZA (per esempio box, che possono anche presentare sovrapposizione), GIARDINO, AREA PERCORRIBILE.
- *Gerarchia di contenimento geometrico*. La gerarchia di composizione geometrica impone il vincolo che le entità geometriche di livello inferiore siano contenute in quelle di livello superiore, in altre parole per ogni istanza di entità di livello inferiore, deve esistere un'istanza di entità di livel-

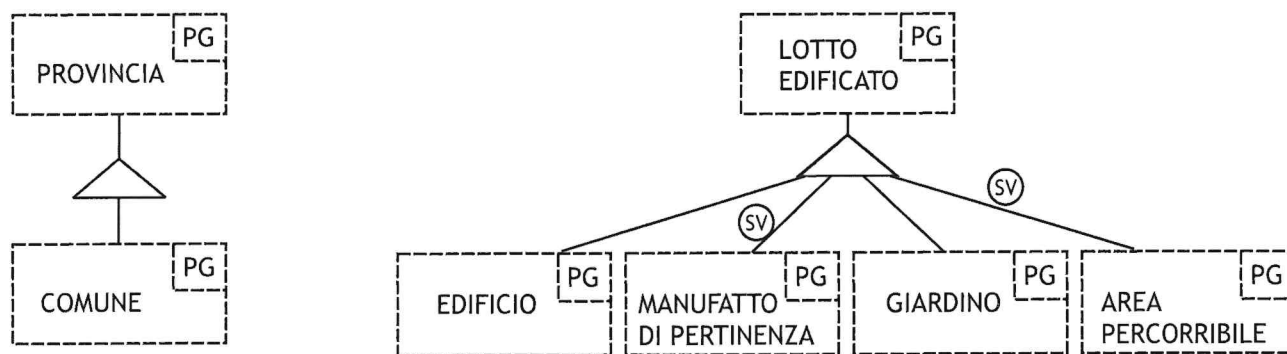


Figura 3.19 – Esempi di gerarchie di composizione

lo superiore che la contiene completamente. In questa relazione non è necessario che i tipi geometrici delle entità coinvolte siano uguali; è però necessario che il tipo del livello superiore possa effettivamente contenere il tipo del livello inferiore: per esempio, è possibile avere al livello superiore poligoni e al livello inferiore linee, ma non viceversa.

Il contenimento ammette la *sovrapposizione* tra entità di livello inferiore, che viene esplicitata nello schema con la sigla SV. Il contenimento può inoltre essere *totale* o *parziale*: nel caso totale, ogni istanza di entità di livello inferiore deve essere contenuta, viceversa nel caso parziale l'istanza di livello inferiore può essere contenuta o meno. Il contenimento si sottintende totale; il caso parziale viene indicato nello schema con la sigla P. All'interno di uno schema Geo-ER, le composizioni vengono rappresentate con un triangolo tratteggiato il cui vertice è collegato all'entità di livello superiore e la base alle entità di livello inferiore. Un caso particolare di contenimento è quello di frontiera, nel quale il contenimento deve verificarsi nella frontiera dell'entità di livello superiore. Nella Figura 3.20 sono illustrati tre esempi. Le istanze di STRADA (entità lineare) devono contenere tutte le istanze di PONTE STRADALE (punti), tutte le istanze di PASSAGGIO A LIVELLO (punti), tutte le istanze di GALLERIA STRADALE (linee). Le istanze di CORSO D'ACQUA (entità lineare), devono contenere tutte le istanze di CASCATA (punti), possono contenere o meno le istanze di PONTE (punti), in quanto i ponti possono anche essere sopra strade o ferrovie e non sopra corsi d'acqua. Il BACINO ARTIFICIALE (poligono) dovrà contenere, ne-

cessariamente *lungo il suo perimetro* la DIGA (linea) che lo genera.

Per quanto riguarda l'estensione del modello E-R alla geometria, va segnalato che, recentemente, si sta affermando l'impiego del modello concettuale GeoUML, in virtù dell'azione svolta dall'Intesa Stato-Regioni-Enti Locali per la realizzazione dei sistemi informativi geografici¹.

3.7. Cenni ai criteri di scelta del tipo geometrico

Un passo delicato nella progettazione concettuale di una base dati geografica è la scelta del tipo geometrico da assegnare ad una entità geometrica. Questa operazione, che a prima vista potrebbe sembrare ovvia, nasconde invece alcune sorprese. La scelta è il risultato di molte considerazioni, che ricevono in input i requisiti del sistema; si danno di seguito solo alcuni cenni molto sintetici, organizzati secondo tre fattori.

1. *Scala di acquisizione del dato (scala nominale).* In base alla scala nominale e alle dimensioni degli oggetti da rappresentare, alcune scelte di tipo geometrico sono precluse. Bisogna sapere infatti che lo spessore minimo convenzionalmente fissato per il tratto su carta è 0,2 millimetri. Fissata questa dimensione, ne consegue che ad ogni scala nominale corrisponde una precisione cartografica; per esempio, alla scala 1:10.000, il più piccolo elemento rappresentabile in scala (cioè in modo considerato *fedele*, proporzionale alla

¹ www.intesagis.it

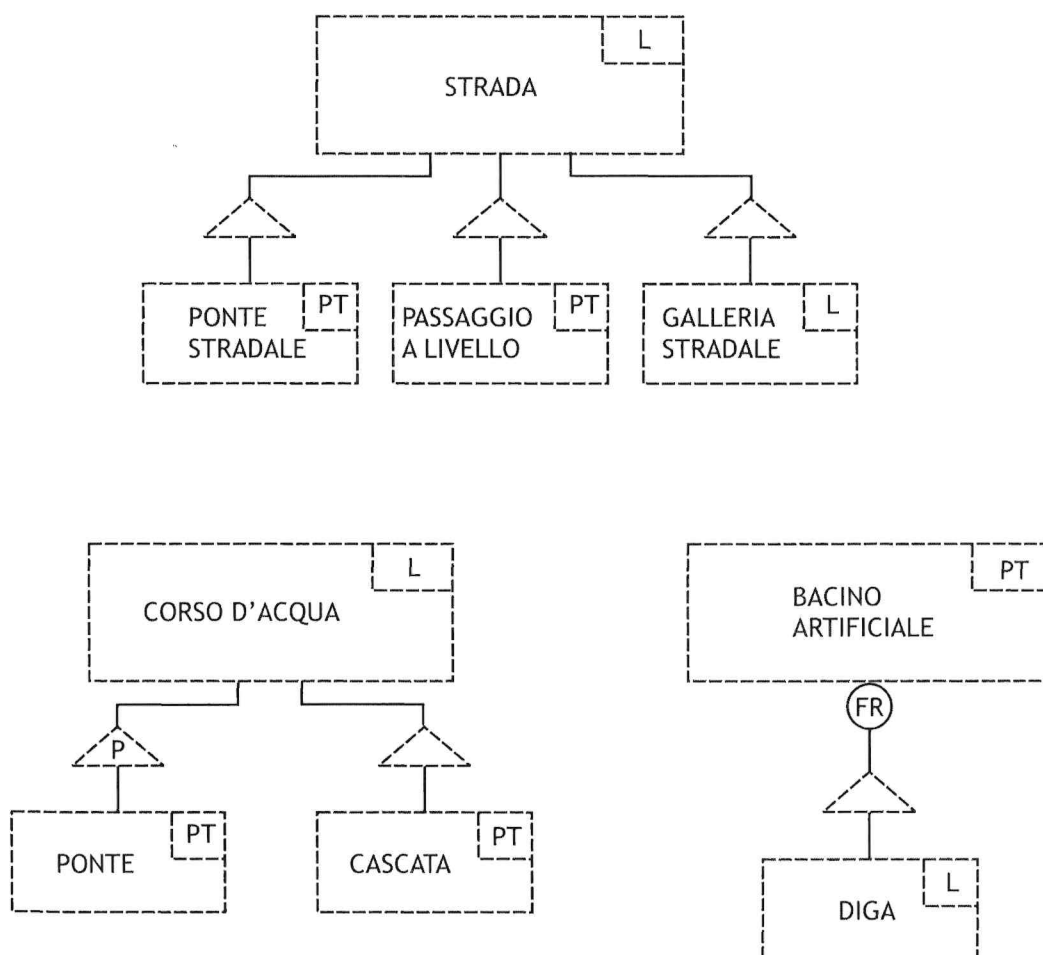


Figura 3.20 – Esempi di gerarchie di contenimento

realtà) deve avere dimensione maggiore di 2 metri; alla scala 1:100 tale dimensione scende a 0,02 metri. Di conseguenza, un marciapiede, la cui larghezza sia compresa tra uno e due metri, se acquisito alla scala 1:100 potrà essere associato ad un'entità geometrica poligonale (se si desidera averne le dimensioni in scala) o da una lineare (se è sufficiente conoscerne il percorso); se invece la scala di acquisizione è 1:10.000, la scelta poligonale è preclusa, in quanto i margini del marciapiede, distanti 1-2 metri tra loro, andrebbero a coincidere in un'unica linea, per cui rimane possibile la sola scelta lineare.

2. *Utilizzi.* Gli scopi del sistema informativo che conterrà i dati possono condizionare la scelta del tipo geometrico. Il punto chiave sono i dati intrinsecamente connessi con il tipo geometrico, in particolare la lunghezza per le linee e l'area per i poligoni. Per esempio, strade e corsi d'acqua potrebbero, in linea teorica, essere rappresentati sia come linee che come poligoni, poiché se da un la-

to la dimensione lineare è generalmente prevalente, dall'altro la superficie occupata è sovente non trascurabile alla scala di lavoro. In alcuni casi, gli utilizzi previsti per i dati nelle applicazioni del sistema determinano la scelta del tipo geometrico. Se il sistema dovrà fornire lunghezze di strade, di parti di rete stradale o dovrà calcolare percorsi minimi, la scelta cade necessariamente sul tipo geometrico lineare, che porta con sé la lunghezza come proprietà intrinseca e permette di implementare la topologia arco-nodo per la valutazione della connessione tra origini e destinazioni dei viaggi. Se invece l'applicativo dovrà essere in grado di calcolare il consumo di suolo, espresso in termini di superficie coperta da infrastrutture stradali, il tipo geometrico poligonale si rivela più adatto, in quanto ha come proprietà intrinseca l'area. Molto spesso, nella pratica, le strade sono rappresentate con geometria lineare, poiché prevalgono le applicazioni legate a lunghezze e percorsi, inoltre è possibile recuperare in modo

approssimato il calcolo del consumo di suolo avendo associato alla strada (lineare) la sua larghezza o il numero di corsie come attributi.

3. *Tipo di rappresentazione.* Tra i tipi geometrici consentiti dalla scala nominale, nella pratica, la scelta è spesso guidata da esigenze di rappresentazione grafica. Le due principali modalità di rappresentazione sono *in scala* e *simbolica*. La rappresentazione in scala fornisce informazioni precise (compatibilmente con la scala nominale e di stampa) sulla geometria degli oggetti; quella simbolica sacrifica una parte di precisione a favore di esigenze di comunicazione grafica. Per esempio, nelle mappe delle città le strade sono generalmente rappresentate in scala, assegnando la larghezza proporzionale alla realtà (con una logica di tipo poligonale); le linee metropolitane sono invece rappresentate simbolicamente, con una linea uniforme e dei pallini alle stazioni (con una logica lineare). Questa differenza è dovuta al fatto che per le strade interessa comunicare larghezza, rientranze, aree di possibile sosta o parcheggio; per le linee metropolitane all'utenza non interessano la larghezza delle stazioni, la posizione degli scambi e l'effettiva dimensione delle gallerie, ma solo il percorso e la posizione delle stazioni.

La rappresentazione simbolica utilizza un tipo geometrico ottenuto per degenerazione del tipo originale; tipicamente i poligoni «compatti» possono degenerare in punti (esempio: edifici individuati da simboli convenzionali) oppure i poligoni «stretti» in linee (esempio: corsi d'acqua). La scelta di optare per una rappresentazione simbolica è generalmente indotta da:

- necessità di impiegare simboli particolari, disponibili solo nella geometria degenerata;
- necessità di semplificare o schematizzare mappe;
- degenerazione «spontanea» della geometria dovuta alla scelta di una scala di restituzione decisamente più piccola di quella nominale (per cui gli oggetti tendono a diventare molto «piccoli»).

Va sottolineato con forza che questo criterio di scelta del tipo geometrico in funzione della rappresentazione è da utilizzare con molta cautela in fase di progetto e acquisizione dei dati; scegliere a priori una geometria degenerata e quindi più povera può essere limitante. Sovente, se i costi

non lo vietano, è consigliabile acquisire il dato nella forma più ricca e «naturale» consentita dalla scala nominale e gestire in fase di pura restituzione grafica le problematiche di rappresentazione, al limite con eventuali degenerazioni realizzate ad hoc.

3.8. Elementi di qualità di uno schema concettuale

Uno schema concettuale può divenire molto ampio e articolato, in particolare quando deve rappresentare una realtà complessa e particolareggiata. È facile che il passaggio dai requisiti, espressi in linguaggio naturale, al modello formale introduca errori o ridondanze, magari già presenti nei requisiti e non rilevati. Siccome lo schema costituisce documentazione del sistema informativo, ma soprattutto input per le successive fasi di progettazione, determinando la realizzazione del sistema, è opportuno individuarne le principali caratteristiche e verificarne le qualità.

1. *Minimalità.* Uno schema concettuale è minimale quando ogni suo elemento è necessario alla rappresentazione dei requisiti raccolti, in altre parole è minimale quando, togliendo un qualsiasi elemento, lo schema non rappresenta più tutti i requisiti del sistema. Nello schema non minimale esistono delle ridondanze, cioè dei concetti che possono essere derivati da altri. Tra le molte forme di ridondanza possibili, ve ne sono due di frequente occorrenza cui si accenna. Il primo riguarda la ripetizione di relazioni tra entità che partecipano a gerarchie di generalizzazione. Con riferimento alla Figura 3.21, se R_1 rappresenta lo stesso legame di R_5 , allora è ridondante, in quanto EI_1 ed EI_2 ereditano dalle entità di livello su-

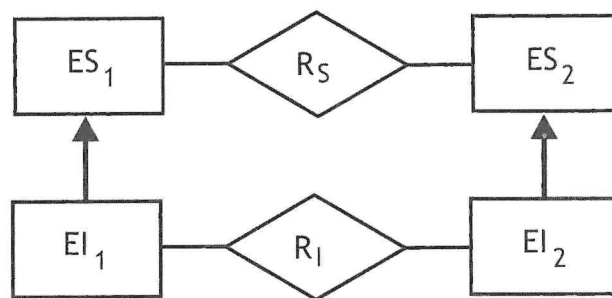


Figura 3.21 – Esempio di relazione ridondante

periore la relazione R_S . Il secondo caso frequente di rischio ridondanza riguarda i cicli di relazioni. Quando vi è un ciclo composto da entità e relazioni con alcune cardinalità (1:1), è possibile che una relazione sia ridondante.

2. **Leggibilità.** Uno schema concettuale è leggibile quando i suoi contenuti (i requisiti rappresentati in modo formale) sono facilmente comprensibili. Lo schema deve essere curato sia dal punto di vista dei contenuti che del layout grafico e deve essere il più possibile autoesplicativo, cioè deve richiedere il minor numero di note e considerazioni «a margine». Per quanto riguarda i contenuti, bisogna scegliere i nomi dei concetti in modo che siano chiari e significativi, inoltre, a volte conviene trasformare una relazione ternaria con attributi in una terna di relazioni binarie con un'entità che prende gli attributi della relazione. Dal punto di vista grafico bisogna curare che i simboli del modello siano di dimensioni simili tra loro, disporli in modo allineato (come se ci fosse una griglia), tracciare linee perpendicolari e minimizzare le loro intersezioni, tenere le entità gerarchicamente superiori sopra alle corrispondenti inferiori. La verifica della leggibilità si può effettuare tramite prove pratiche con gli utenti del sistema.
3. **Correttezza.** Questa proprietà è analoga alla correttezza del software. Uno schema concettuale è corretto quando utilizza propriamente i costrutti del modello di riferimento. Dal punto di vista *sintattico*, bisogna rispettare le compatibilità previste tra i vari elementi, per esempio, non si può mettere una generalizzazione tra relazioni. Dal punto di vista *semantico*, bisogna utilizzare i vari elementi rispettando le loro definizioni, il loro significato, per esempio, non si deve usare una relazione per formalizzare il rapporto di specializzazione tra entità.
4. **Completezza.** Uno schema concettuale è completo quando contiene tutti i requisiti. In particolare, quando sono rappresentati tutti i dati richiesti e su di essi sono possibili tutte le operazioni previste. La verifica di questa proprietà può essere fatta operativamente, ricercando sistematicamente la presenza dei dati richiesti nello schema e controllando che i dati coinvolti in tutte le operazioni previste siano «raggiungibili» nello schema stesso.

In aggiunta alle quattro qualità descritte, conviene verificare che in uno schema non siano presenti er-

rori comuni, quali, per esempio, l'introduzione di entità inutili, che non hanno associato alcun dato e l'erronea introduzione sotto forma di entità di quelle che sono invece funzioni richieste al sistema.

3.9. Cenni al modello relazionale e al progetto logico

Il progetto logico può essere definito in modo operativo come la traduzione dello schema concettuale in uno schema logico, che possa essere implementato su un sistema reale. I più diffusi sistemi di gestione delle basi dati reali adottano il modello logico-relazionale. Per la gestione delle basi dati geografiche sono presenti sul mercato diversi sistemi, con la parte geografica gestita separatamente da quella alfanumerica o in modo integrato; in entrambi i casi a livello logico rimane valido il modello relazionale.

In precedenza è stato dedicato ampio spazio alla parte di progettazione concettuale, nella convinzione che si tratti della parte alla quale, assieme all'analisi dei requisiti, i responsabili del sistema informativo devono dare maggiore attenzione, poiché loro sono i soggetti più competenti per definire le specifiche proprietà del sistema, mentre la successive parti di progettazione logica, fisica e di implementazione, sono più adatte ad essere eventualmente delegate a soggetti esterni specializzati. La progettazione logica e fisica possono infatti avvenire secondo un procedimento relativamente più standardizzato a partire dal progetto concettuale; l'implementazione comprende invece un'importante componente tecnologica, in continua evoluzione, per la quale il supporto di un'azienda specializzata è spesso irrinunciabile.

Nel seguito vengono dati cenni molto sintetici relativi alla fase di progetto logico, espressi anche in forma non sempre rigorosa, al solo scopo di far intuire la possibile concreta realizzazione della struttura di una base dati (geografica).

Il modello relazionale si basa sul concetto di relazione. Si considerino n insiemi $I_1, I_2, \dots, I_n$ (domini). Indicando con I il prodotto cartesiano tra $I_1, I_2, \dots, I_n$, si definisce *relazione* di grado n basata su $I_1, I_2, \dots, I_n$ un qualunque sottoinsieme r di I . Gli elementi delle relazioni sono detti *ennuple* o *tuple* ed esse sono così composte: $\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, dove $i_1 \in I_1, i_2 \in I_2, \dots, i_n \in I_n$. In sostanza una ennupla è un insieme di n elementi, ciascuno preso da uno degli n do-

ini. Le relazioni possono essere efficacemente rappresentate come tabelle, con n colonne; ciascuna riga corrisponde a una ennupla e i nomi delle colonne sono chiamati attributi. Un insieme di questi attributi, che abbia le proprietà di identificatore, viene chiamato *chiave* della relazione.

Il progetto logico prevede due sotto-fasi: la ristrutturazione dello schema concettuale e la traduzione in modello logico.

La ristrutturazione dello schema concettuale considera i carichi applicativi previsti e prepara lo schema concettuale ad essere più facilmente tradotto; i passi di questa fase sono i seguenti.

1. *Individuazione delle ridondanze.* Una volta individuate le ridondanze, si valuta se eliminarle o mantenerle (a volte alcune ridondanze possono rendere più efficienti determinate operazioni sulla base dati).
2. *Eliminazione delle gerarchie di generalizzazione.* Si sostituiscono tutte le gerarchie con entità o relazioni.
3. *Partizionamento/accorpamento di entità e relazioni.* Alcuni elementi vengono accorpati in elementi unici più generali, mentre altri vengono separati in più elementi specifici.
4. *Scelta degli identificatori primari.* Si sceglie quale identificatore usare per quelle entità che ne hanno più di uno.

La traduzione del modello concettuale in modello logico avviene secondo le seguenti linee guida.

1. *Entità.* Un'entità diventa una tabella, con gli stessi attributi e come chiave l'identificatore dell'entità.
2. *Relazioni.* Come regola generale, una relazione diventa una tabella, i cui attributi sono gli identi-

ficatori delle entità relazionate e gli attributi della relazione. Vi sono importanti casi in cui questa struttura logica si può semplificare; il principale è quello nel quale un'entità partecipa alla relazione con cardinalità (1,1). In questo caso è sufficiente aggiungere alla tabella di questa entità gli identificativi delle altre entità coinvolte nella relazione e gli eventuali attributi della relazione stessa. La tabella che implementa la relazione può essere cancellata dallo schema logico.

3. *Gerarchie di generalizzazione.* Come regola generale, una gerarchia di generalizzazione dà luogo a una tabella per ognuna delle entità presenti. La tabella corrispondente all'entità superiore avrà gli attributi della sua entità, ciascuna tabella relativa a un'entità di livello inferiore avrà come chiave gli attributi identificativi dell'entità superiore e come attributi solo quelli della sua entità. Come caso particolare, se la gerarchia è totale, è possibile eliminare la tabella che implementa l'entità superiore, aggiungendo i suoi attributi nelle tabelle corrispondenti a ciascuna sotto-entità. Se la gerarchia è anche esclusiva, tale eliminazione è sicuramente ottimizzante, se invece la sovrapposizione diventa rilevante, può anche essere controproducente.

Un ultimo concetto che conviene menzionare è la *forma normale* degli schemi logici di basi dati. Le forme normali sono proprietà particolari di uno schema che ne assicurano la qualità, nel senso che se lo schema non ha la forma normale, allora presenta ridondanze e comportamenti anomali in aggiornamento. Questa proprietà permette di effettuare dei test sulla qualità degli schemi prodotti. Generalmente, gli schemi prodotti con le tecniche di progettazione fin qui delineate presentano una forma normale, ma nel caso negativo esistono procedimenti di normalizzazione che permettono di ottenere tale proprietà.

4. GIS

Marco Broglio, Gianmarco Paris

L'acronimo GIS sta per Geographical Information System, cioè sistema informativo geografico. In prima istanza, si può definire un GIS come un insieme di tecniche e strumenti per la gestione ed elaborazione dei dati geografici.

Da un punto di vista prettamente tecnico, un GIS può essere visto come un Data Base Management System (DBMS) esteso ai dati geografici, nel quale la componente spaziale gioca il ruolo principale nell'orientare le modalità di accesso, elaborazione e utilizzo dei dati. Nei GIS confluiscono più tecnologie, quali, per esempio, database, Computer Aided Design (CAD), telerilevamento; i GIS sono in grado di gestire in modo integrato vari tipi di dati: geografici, alfanumerici, grafici.

La possibilità di manipolare i dati geografici contemporaneamente ai dati alfanumerici offre enormi potenzialità di supporto per la gestione e pianificazione del territorio, in questo senso i GIS possono essere visti come eccellenti sistemi di supporto alle decisioni.

Nel seguito verranno descritti in modo anche sintetico alcuni aspetti dei GIS, con lo scopo di fornire al lettore una conoscenza di base sulle potenzialità di questi strumenti. Per una trattazione rigorosa e approfondita, si rimanda alla bibliografia nel capitolo 17.

4.1. Impostazione funzionale di un GIS

I GIS permettono di eseguire un'ampia gamma di operazioni e funzioni applicate ai dati geografici, alcune di carattere generale, comuni a tutti i sistemi informativi, molte invece specifiche per il trattamento dei dati geografici. Lo schema di impostazione di

un GIS di Figura 4.1; mostra la tradizionale classificazione delle funzioni in quattro macro aree.

- *Acquisizione dati (input)*. Sono le funzioni che permettono di introdurre nel sistema dati da fonti eterogenee portandoli in una corretta struttura dati georeferenziata, cioè dotata di coordinate relative ad un sistema di riferimento condiviso. Questa fase risulta di norma la più opportuna per effettuare verifiche sulla qualità dei dati.
- *Archiviazione e gestione dati*. In questa area sono comprese tutte le «classiche» funzioni di gestione dati di un sistema informativo, vale a dire l'inserimento di nuovi dati, la modifica, l'aggiornamento, la cancellazione, che nel caso dei GIS devono essere ovviamente possibili anche sui tipi di dati specifici (geografici) trattati dal sistema. Per esempio, è necessario disporre di una funzione «zoom», per variare la scala di rappresentazione a video; questa funzione è specifica per gli archivi geografici e non avrebbe senso per un archivio puramente alfanumerico.
- *Elaborazione e analisi*. L'area di elaborazione e analisi dati riguarda le funzioni che permettono di estrarre informazione derivata dai dati di partenza e sono in larga parte basate sulle proprietà spaziali intrinseche dai dati, in pratica sulla loro georeferenziazione. Si tratta, per esempio, di funzioni di classificazione, misura, incrocio e sovrapposizione, verifica di proprietà spaziali (adiacenza, inclusione ecc.).
- *Restituzione e pubblicazione (output)*. In questa fase i dati archiviati e i risultati delle elaborazioni vengono estratti dal sistema per renderli disponibili agli utenti o ad altri software per ulteriori



Figura 4.1 – Macro aree di funzioni dei GIS

elaborazioni. Si tratta di dati eterogenei (tabelle, mappe ecc.), che possono essere prodotti in diverse modalità, per esempio cartacei o digitali.

4.2. Acquisizione dati

Il processo di acquisizione dei dati consiste nell'identificazione e nella raccolta dei dati necessari per lo sviluppo di una specifica applicazione. Con il termine acquisizione normalmente si indicano i processi di acquisizione vera e propria del dato, la sua riorganizzazione e ristrutturazione e la produzione della necessaria documentazione. I dati necessari per la realizzazione di un progetto GIS possono provenire da diverse fonti e possono presentarsi in diversi formati: mappe cartacee, tabelle, grafici, set di dati digitali preesistenti, foto aeree, immagini satellitari, dati provenienti da rilevamenti sul terreno. Uno dei vantaggi di un GIS è l'intrinseca capacità di immagazzinare questa notevole varietà di dati in un efficiente sistema di gestione fornendo all'utente un'ampia gamma di funzioni di acquisizione dei dati, nonché funzioni specifiche per l'immissione manuale dei dati sia spaziali che non spaziali. Si illustrano di seguito, brevemente, le principali metodologie di acquisizione dei dati in un GIS.

- *Digitalizzazione.* Il processo di digitalizzazione consiste nel trasformare un dato da un formato analogico ad un formato digitale – nel caso della digitalizzazione mediante tavoletta digitalizzatrice – oppure, nel caso della digitalizzazione a video, nella conversione degli elementi di inte-

resse da un tipo di formato digitale ad un altro. Nel primo dei due casi si utilizza una tavola digitalizzatrice, tipicamente in formato A0, sulla quale viene stesa la mappa cartacea dalla quale i punti, le linee ed i poligoni vengono acquisiti impiegando una sorta di mouse dotato di un mirino con cui si seguono gli andamenti degli elementi di interesse. Questo tipo di acquisizione risulta sconsigliabile per grandi quantità di dati ed è spesso affetta da un elevato errore posizionale causato sia dall'errore umano sia dalla frequente scarsa qualità dei supporti cartacei utilizzati. Più accurata è invece la digitalizzazione a video, nella quale, al posto della mappa cartacea e della tavoletta digitalizzatrice, vengono utilizzate mappe digitali di base precedentemente scansionate dalle quali vengono ricavati per digitalizzazione gli elementi geografici da acquisire.

- *Scansione.* La scansione è il processo mediante il quale un supporto analogico, tipicamente una mappa cartacea o una foto aerea, viene convertito in formato digitale utilizzando uno scanner che può essere piatto o a rullo. Diversamente dal processo di digitalizzazione la scansione non offre in prima battuta all'utente alcuna scelta degli elementi da acquisire: tutti gli elementi presenti sul formato analogico vengono convertiti in formato digitale. La selezione degli elementi geografici di interesse avviene solo in un secondo tempo mediante la digitalizzazione a video oppure mediante l'utilizzo di vettorializzatori automatici, software specifici che eseguono in automatico le procedure tipiche della digitalizzazione a video.

- *Telerilevamento*. Il telerilevamento è una delle principali fonti di dati per un GIS ed è un processo di acquisizione di informazioni territoriali da grande distanza. Questi dati sono molto utili per la gestione del territorio ed il monitoraggio delle risorse ambientali. Il telerilevamento viene effettuato sia mediante voli aerei che con l'impiego di satelliti. Landsat e SPOT sono tra i principali produttori di dati telerilevati; la risoluzione di queste immagini può arrivare, come nel caso del satellite SPOT 3, a 10 m.

L'enorme quantità di dati fornita dai satelliti deve essere ridotta o semplificata prima di poter essere utilizzata in un GIS. Il procedimento consiste in tre fasi: ricostruzione, miglioramento o esaltazione e classificazione dell'immagine. Nella fase di ricostruzione l'immagine viene ripulita da errori e dal «rumore» radiometrico, mentre nella fase di miglioramento o esaltazione l'immagine viene migliorata per la successiva analisi visiva ed automatica. La terza fase, la classificazione, consiste normalmente in una procedura automatizzata in cui ogni pixel o gruppo di pixel viene analizzato con tecniche statistiche in virtù del fatto che le diverse tipologie di copertura del suolo (zone urbanizzate, seminativi, foreste, corpi idrici) mostrano una differente risposta spettrale rendendo così possibile l'assegnazione dei pixel alla corrispondente tipologia di uso del suolo. Il risultato della procedura di classificazione è quindi una mappa in cui aree con caratteristiche identiche o simili vengono mostrate con lo stesso colore.

L'ampia disponibilità di immagini satellitari e la crescente importanza rivestita da questo tipo di dato nel monitoraggio ambientale e nella gestione territoriale hanno fatto sì che il telerilevamento sia oggi visto più come un elemento di un ambiente GIS integrato piuttosto che come una semplice fonte di dati geografici.

- *Sistema di posizionamento globale (Global Positioning System - GPS)*. Il GPS è una tecnologia di informazione geografica di importanza rilevante nell'acquisizione di dati ed è basato su un sistema di satelliti che orbitano attorno alla terra in grado di determinare con elevata precisione le coordinate posizionali degli oggetti sulla superficie terrestre. Nel futuro ci si aspetta che l'integrazione GIS/GPS assumerà un'importanza sempre crescente, consentendo la realizzazione di si-

stemi di supporto alle decisioni per la gestione, ad esempio, del traffico veicolare

- Un'ulteriore «fonte» di dati è ovviamente l'*acquisizione di pacchetti già preparati da altri soggetti* (per esempio, enti pubblici, agenzie governative, industrie che gestiscono reti tecnologiche o servizi logistici ecc.), che richiedono in generale l'applicazione di procedure di importazione e/o conversione.

4.3. Archiviazione e gestione dati

Una base di dati GIS non è solamente un mezzo per archiviare dati geografici ma, soprattutto, è una rappresentazione del mondo reale. Come già spiegato nella descrizione del modello Entità-Relazione, con il termine entità geografica si intende un insieme di elementi del mondo reale, mentre con il termine classe di oggetti si designa un insieme di elementi GIS utilizzati per descrivere gli elementi del mondo reale. Nel caso dell'entità geografica «città» le istanze «Milano» e «Torino» vengono rappresentate in una base di dati GIS come oggetti puntuali o poligonali. Questi oggetti sono descritti sia da dati spaziali o posizionali che da dati non spaziali descrittivi, che comunemente vengono definiti attributi degli oggetti che ne descrivono le caratteristiche.

Per realizzare un sistema GIS si deve necessariamente rappresentare il mondo reale in formato digitale. Purtroppo la complessità della realtà supera di gran lunga le possibilità dei più avanzati sistemi informativi, rendendo necessario il processo di semplificazione. Con il termine «modello dei dati» ci si riferisce normalmente a questo processo di semplificazione e una base di dati GIS è infatti una raccolta di dati georeferenziati che costituiscono un modello del mondo reale.

4.3.1. Dati geografici: formati raster e vector

I dati spaziali, a livello fisico, sono implementati in un GIS con due diversi modelli: raster e vector. I dati in formato raster sono archiviati in una matrice uniforme bidimensionale di celle regolari, normalmente quadrate o rettangolari. Ogni cella è omogenea e questo determina il fatto che la mappa non può fornire informazione a una risoluzione più fine della singola cella. La mappa mostra per ogni cella un

singolo valore, sia esso una categoria di uso del suolo o un dato di altitudine. L'informazione posizionale degli oggetti è derivata dalla posizione delle celle all'interno di una griglia.

I dati in formato vector sono archiviati come sequenze di coordinate e consistono in tre tipologie di elementi geometrici: punti, linee e poligoni. In questo modello dei dati un oggetto puntuale è immagazzinato come una coordinata. I punti possono essere connessi tra loro formando linee e in questo modo una linea è rappresentata da una sequenza di coordinate. Le linee infine possono ricongiungersi al loro punto di inizio, formando quindi poligoni chiusi. Ad ognuno di questi oggetti geometrici normalmente corrisponde un record in una tabella di attributi che ne descrive le caratteristiche. La Figura 4.2 illustra sinteticamente la struttura dei dati di entrambi i modelli descritti, mentre in Figura 4.3 vengono riportati un paio di esempi per entrambi i modelli.

Nel modello vector la topologia definisce le relazioni spaziali tra gli oggetti puntuali, lineari e poligonali; le relazioni spaziali principali sono la connettività (le linee si connettono tra loro nei nodi), l'adiacenza (i poligoni sono adiacenti se hanno un arco in comune) e il contenimento (un poligono può contenere un altro poligono oppure un poligono contiene dei punti). Queste proprietà topologiche sono rappresentate nella seguente Figura 4.4. La topologia è un ulteriore elemento di differenza tra i modelli raster e vector: nel primo modello l'unica topologia è data dall'adiacenza tra le celle ed è implicita nella rappresentazione del dato, mentre è esplicita nel modello vector. Entrambi i modelli dei dati presentano vantaggi e svantaggi. Tra i maggiori vantaggi del modello raster si ricordano la capacità di rappresentare dati che, come i dati di piovosità o di temperatura, variano in natura nel continuo, e la maggior semplicità delle operazioni di interpolazione. Il modello vector è invece superiore per altri aspetti: è un dato posizionale più preciso, in quanto la precisione dipende unicamente dalla qualità del dato originale; è più efficiente per l'archiviazione su disco; la topologia esplicita facilita certe analisi spaziali e la restituzione grafica è decisamente superiore rispetto a quella che si può ottenere con un dato raster.

Uno degli svantaggi maggiori del modello raster è la sua risoluzione, determinata dalla dimensione della singola cella: per aumentare la risoluzione di una mappa si deve diminuire la dimensione della cella, ma questo provoca un forte incremento delle di-

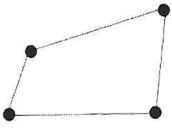
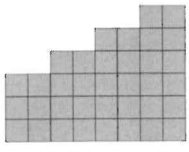
	Struttura dati	
	Vettoriale	Raster
Punti		
Linee		
Poligoni		

Figura 4.2 – Rappresentazione vettoriale e raster degli elementi geometrici. Fonte: Malczewsky, J. (1999), GIS and Multicriteria Decision Analysis, New York: John Wiley and Sons.

mensioni dei file e un aumento dei tempi di accesso ai dati. Per il modello vector invece lo svantaggio maggiore è di non essere indicato per rappresentare dati che variano nel continuo.

È importante sottolineare però che è possibile rappresentare ogni situazione del mondo reale con entrambi i modelli e che è sempre possibile convertire i dati da un formato all'altro: i dati in formato raster possono essere convertiti in formato vector mediante una procedura che prende il nome di vettorializzazione, così come i dati in formato vector possono essere convertiti in formato raster mediante rasterizzazione.

4.3.2. Dati alfanumerici

I dati geografici, come già specificato precedentemente, sono caratterizzati da due componenti: una spaziale e una non spaziale descrittiva. I GIS adottano, tipicamente, la strategia dei DBMS per gestire entrambi questi tipi di dati e all'interno di questi so-



Figura 4.3 – Esempio di dati vettoriali e raster

no stati proposti diversi modelli di dati. Il modello che negli anni ha riscosso i consensi più ampi per la sua elevata efficienza associata ad un'estrema facilità di comprensione per l'utente finale, è il modello relazionale, precedentemente descritto nel capitolo 3, nel paragrafo «Cenni al modello relazionale e al progetto logico». Spesso si fa ricorso ad un modello di dati *ibrido*, nel quale i dati spaziali sono gestiti a livello più alto in una serie di file ad accesso diretto per garantire una maggior efficienza nelle operazioni di input e output, mentre la componente alfanumerica viene archiviata in DBMS esterni ed il GIS provvede quindi a collegare i dati spaziali con il DBMS attraverso le relazioni fornite dagli identificatori. I popolarissimi ARC/INFO di ESRI e MGE di Intergraph sono due esempi dell'implementazione di questo modello ibrido di dati. Vi sono altri modelli

di dati, come, ad esempio, il modello *esteso*, nel quale il sistema GIS funziona come un elaboratore di interrogazioni che risiede sopra un DBMS.

4.3.3. Il modello dati a strati

Normalmente in un sistema GIS i dati sono organizzati in diversi strati e ogni strato archivia informazione omogenea. Ognuna di queste mappe tematiche (spesso indicate anche con i sinonimi *layer*, *livelli*, *coperture*) è un insieme di dati che descrive una singola caratteristica dell'area di studio in esame. Gli esempi più comuni di mappe tematiche sono quelle relative all'uso del suolo, all'idrografia, alla rete stradale, ai limiti amministrativi. L'insieme di diverse mappe tematiche, per una determinata area, sono

l'analogo digitale di una serie di trasparenze su supporto acetato che possono essere tra loro sovrapposte per mostrare le relazioni spaziali che intercorrono tra gli elementi di ciascun layer. Anche in un GIS i differenti layer possono essere tra loro sovrapposti esattamente come si farebbe manualmente con una serie di lucidi ma, ovviamente, in modo automatico e molto più efficacemente. Per essere sicuri che i diversi layer si sovrappongano perfettamente, ci si deve assicurare che ogni singolo layer sia georeferenziato correttamente e sia nello stesso sistema di coordinate degli altri layer.

Un singolo layer può contenere una singola entità o gruppi di entità concettualmente simili tra loro. Un layer, per esempio, può contenere solo autostrade o può contenere l'intero sistema viario, includendo quindi autostrade, strade statali, strade provinciali e così via. Questa visione del mondo «a strati» non è solo funzionale a migliorare l'efficienza delle operazioni di archiviazione, estrazione e aggiornamento dei dati in un GIS, ma riflette il percorso concettuale che porta, attraverso vari stadi di semplificazione, dal mondo reale alla realizzazione di un set di dati geografici per un GIS. Questo percorso concettuale è illustrato in Figura 4.5. Nella prima figura si vede, per una certa porzione di territorio, il mondo reale con tutti i suoi elementi: strade, fabbricati, aree verdi. Da questo insieme di elementi eterogenei, si ottiene, con un'ortofoto, un'informazione digitale attraverso una prima semplificazione; questa prima rappresentazione digitale della realtà è estremamente accurata, ma è stata persa la visione prospettica e l'immagine è stata rettificata. Il livello seguente, un estratto della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, è un secondo livello di semplificazione: da un'immagine ortorettificata a colori è stata estratta una mappa raster con pixel che assumono solo i valori 0 e 1. Anche in questa mappa digitale sono ancora presenti elementi tra loro eterogenei, si riconoscono infatti strade e fabbricati, ma non tutto è immediatamente riconoscibile: molte zone «bianche» nell'immagine della CTR non hanno infatti un contenuto informativo noto. La scala 1:10.000 della mappa CTR, inoltre, fa capire che non tutti gli elementi dell'ortofoto saranno presenti nella CTR: tutti gli oggetti di dimensione non distinguibile a questa scala saranno infatti stati persi. Gli ultimi due livelli di rappresentazione (centri storici, aree verdi e strade) costituiscono la fase ultima di semplificazione: dalla mappa CTR sono stati digitalizzati a video

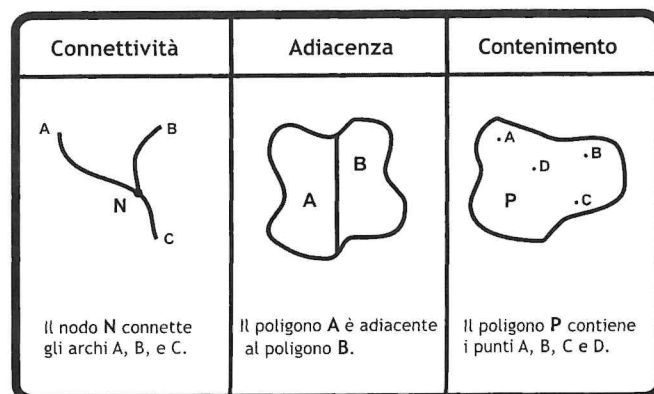


Figura 4.4 – Alcune proprietà topologiche modellizzabili con dati vettoriali. Fonte: Malczewsky, J. (1999), *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, New York: John Wiley and Sons.

solamente gli elementi di interesse per creare due mappe tematiche, la prima poligonale e la seconda di tipo lineare.

Il modello a strati, che dall'inizio degli anni Ottanta fino ad oggi ha riscosso un enorme successo nella tecnologia GIS, ha tuttavia vari limiti. Uno dei suoi più grossi limiti è legato al fatto che, portando come esempio un elemento lineare, nel modello a strati una linea che rappresenta una strada è identica ad un elemento lineare che invece rappresenta un fiume. Questi due elementi del mondo reale, in realtà, possiedono delle «proprietà» che li distinguono nettamente. Il modello a strati non consente di assegnare proprietà specifiche agli oggetti e l'unico modo per implementare queste proprietà è fornito dalla programmazione di un codice specifico. Questa soluzione, in molti casi, ha prodotto risultati più che apprezzabili, ma man mano che le applicazioni e le situazioni del mondo reale diventano più complesse, più onerosa e più insoddisfacente diventa quest'implementazione. Un nuovo modello, orientato all'oggetto e interamente legato alla capacità di un DBMS, ha quindi cominciato negli ultimi anni a prendere piede nei GIS. Questo modello è definito geodatabase e permette di associare proprietà e metodi agli oggetti geografici rendendoli, per così dire, intelligenti e avvicinando ulteriormente il modello dei dati al modello logico del mondo reale. Il modello geodatabase sfrutta pienamente le capacità dei DBMS: ogni oggetto diventa un elemento di un database, sia esso un punto, una linea o un poligono. Le funzionalità del DBMS utilizzato permettono di assegnare domini e regole di validazione agli oggetti; ad esempio, nella fase di aggiornamento dei dati è possibile verificare



Figura 4.5 – Il modello dati a strati

automaticamente che la parcella di terreno che si sta aggiungendo sia caratterizzata da una determinata tipologia di uso del suolo presente nel dominio, oppure aggiungendo una strada si può evitare che sia connessa ad un'autostrada se non è presente una rampa di immissione; nel caso dei fiumi è possibile specificare che la direzione di un tratto fluviale sia sempre da monte a valle e così via. Tutte queste proprietà degli oggetti vengono quindi definite all'interno di un DBMS, che si preoccuperà di validarle in fase di aggiornamento della base di dati. I benefici introdotti da questo modello di dati, sicuramente più impegnativo nella fase di acquisizione e di popolamento dei dati, sono diversi: tutti i dati vengono mantenuti in un unico archivio digitale; le operazioni di aggiornamento sono semplificate riducendo le tipologie di errore che l'utente può commettere; l'utente ha a che fare con tipi di dati molto più vicini a come la realtà viene percepita, in quanto non ci sono più solo punti, linee o poligoni ai quali vengono assegnati specifici attributi, ma si ha a che fare con strade, o fiumi, o centri urbani, o aree agricole; le relazioni topologiche esplicite vengono immediatamente validate (non sarà possibile, ad esempio, in fase di digitalizzazione sovrapporre per errore centri urbani ed aree adibite a parco).

4.4. Elaborazioni e analisi

Una delle caratteristiche più rilevanti dei GIS è la loro capacità di operare analisi integrate dei dati spaziali e dei dati descrittivi. Si fornisce qui una sintetica e schematica panoramica delle funzioni di elaborazione e di analisi di un GIS con lo scopo di dare una conoscenza di base ed una sensibilità che permettano di intuire le potenzialità dei GIS in molteplici settori. La gamma di possibili analisi che si possono eseguire in un GIS è vastissima ed in molti casi queste sono specifiche per un determinato software ma, in linea generale, ogni software GIS è in grado di garantire alcune analisi di base che sono sinteticamente illustrate in Figura 4.6, che rappresenta l'analisi incrociata di due differenti layer: la distanza da un punto ad un altro punto, l'analisi di prossimità attorno a punti, linee e poligoni, l'intersezione tra più elementi lineari, tra elementi lineari e poligoni e tra più elementi poligoni sono comunemente disponibili in tutti i GIS. Di seguito vengono sinteticamente descritte alcune operazioni e funzioni peculiari di un GIS.

- *Misura.* Le più semplici funzioni di misura su punti e linee corrispondono al conteggio dei punti che appartengono ad ogni linea e alle linee che compongono ogni poligono, ma vi è una serie di misure spaziali più avanzate quali l'individuazione dei punti o delle linee di un layer che ricadono nei poligoni di un altro layer. Le misurazioni lineari coinvolgono operazioni di distanza e includono, ad esempio, la misurazione della distanza tra due punti lungo una linea retta o lungo una linea curva. Fra le misure di superficie le principali sono il calcolo dell'area di un poligono e il calcolo del suo perimetro.
- *Classificazione.* Classificazione e riclassificazione sono operazioni che trasformano gli attributi associati ad una mappa e consistono nel raggruppare gli elementi in classi assegnando loro nuovi valori in funzione di precedenti valori degli attributi. Spesso la riclassificazione presuppone l'operazione di comparazione tra il valore dell'attributo e un altro valore: ad esempio, da una mappa di altitudine si può generare una mappa binaria che mostri solo le zone con una quota superiore ad un certo valore. Se si vogliono evidenziare in una mappa delle altitudini solo le zone superiori a 200 m sul livello del mare, il valore dell'attributo quota di ogni oggetto va comparato con il valore prestabilito di 200 m: se l'oggetto nella mappa originaria aveva un valore < 200 m a questo oggetto verrà assegnato un nuovo valore pari a 0 mentre se l'oggetto aveva un valore > 200 m gli verrà associato un nuovo valore pari a 1. Una mappa può anche essere riclassificata in intervalli predefiniti dall'utente: partendo da una mappa che mostra le distanze euclidee da uno specifico punto si può creare una mappa con un numero desiderato di fasce di distanza, operando comparazioni e riclassificazioni progressive, assegnando un nuovo valore a tutte le zone con valore di distanza compreso ad esempio tra 0 e 500 m, un altro nuovo valore alle zone comprese tra 500 e 1000 m di valore di distanza e così via.
- *Aggregazione spaziale dei dati.* Le procedure di analisi più tipiche e nello stesso tempo più specifiche di un GIS sono sicuramente le operazioni di aggregazione spaziale. Un GIS ha la capacità di aggregare in un unico layer le caratteristiche poste su due o più differenti layer permettendo all'utente di sapere che cosa esattamente si trova in

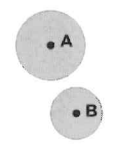
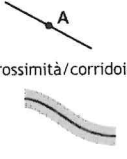
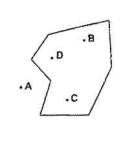
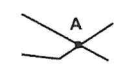
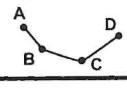
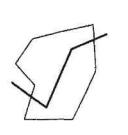
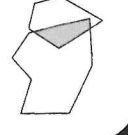
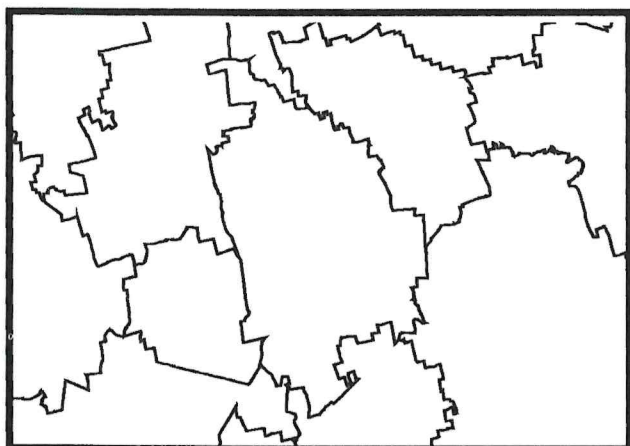
Oggetti	Punti / Nodi	Linee	Poligoni
Punti / Nodi	Prossimità/buffer 	Punto sulla linea Prossimità/corridoio 	Punti in poligono 
Linee		Intersezione  Connettività 	Intersezione 
Poligoni			Intersezione 

Figura 4.6 – Principali operazioni GIS tra dati vettoriali.
Fonte: Malczewsky, J. (1999), GIS and Multicriteria Decision Analysis, New York: John Wiley and Sons.

una determinata posizione dello spazio, combinando pertanto tra loro elementi caratterizzati da diversa geografia. Queste operazioni possono coinvolgere punti, linee, poligoni e pixel, possono cioè essere effettuate sia utilizzando dati di tipo vettoriale che dati di tipo raster. Nelle operazioni di aggregazione, tra le quali le più note sono sicuramente quelle che prendono il nome generico di operazioni di overlay, cioè sovrapposizione, si crea un nuovo layer combinando tra loro due o più layer di input. La forza del metodo risiede, oltre che nella capacità di creare nuovi oggetti risultanti dall'unione topologica degli elementi di input, nell'assegnazione ad ogni oggetto del nuovo layer del set degli attributi dei layer utilizzati come input. L'esempio seguente di Figura 4.7 mostra una classica operazione di overlay, l'unione tra i confini comunali della zona circostante il Comune di Settala in Provincia di Milano e una mappa poligonale delle aree urbanizzate relativa alla stessa porzione di territorio. Sebbene visivamente sia possibile sovrapporre graficamente i due layer per identificare approssimativamente quanto ogni Comune sia occupato da aree urbanizzate, tuttavia, per poter determinare con precisione la superficie percentuale di ogni Comune occupata da questa

Limiti amministrativi



Aree urbanizzate



Union

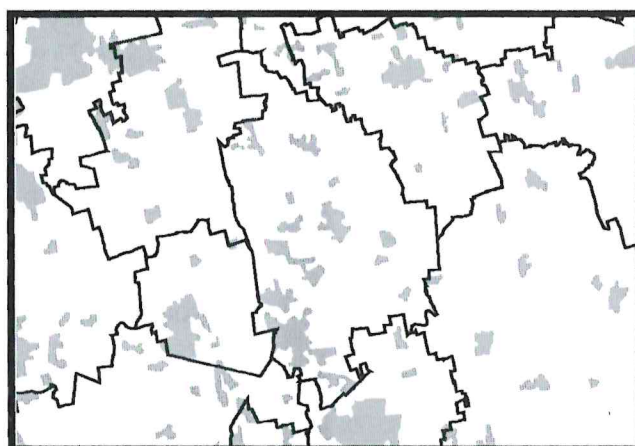


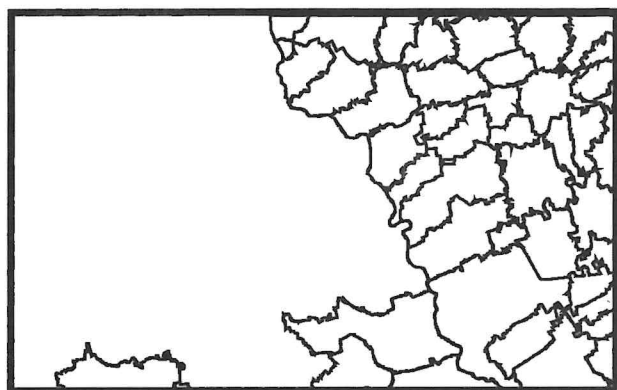
Figura 4.7 – Unione tra due layer poligonali

tipologia di uso del suolo, si deve necessariamente ricorrere ad una operazione di sovrapposizione, creando una terza mappa che mostri le diverse caratteristiche delle due mappe di input combinate assieme. L'operazione di union ha generato nuovi poligoni, corrispondenti alla sovrapposizione spaziale dei layer di input ed ha associato ad ogni nuovo oggetto gli attributi originari, rendendo possibile ripartire la superficie urbanizzata per ogni Comune di appartenenza.

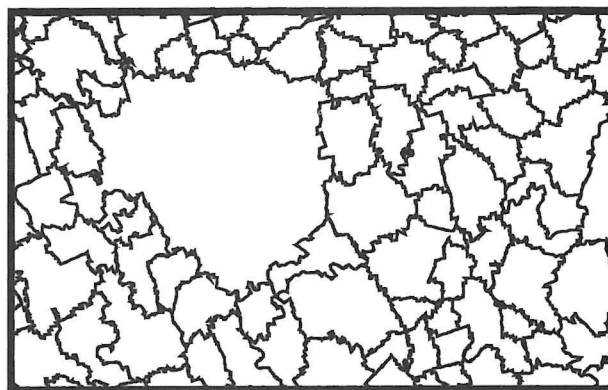
Un altro esempio di operazione di aggregazione spaziale è mostrata nella Figura 4.8, che illustra il pro-

cedimento di ricomposizione di due diversi Fogli in cui è suddivisa la Carta Tecnica Regionale della Lombardia. Il modello fisico della CTR della Lombardia, implementato nel GIS ARC/INFO, suddivide il territorio regionale in «mattonelle» adiacenti. In questi casi è possibile ottenere un unico layer attraverso un'operazione di aggregazione definita «merge». Il risultato dell'operazione produce un unico layer nel quale però è ancora presente la linea di congiungimento tra i due layer originali che, nell'ultima parte della Figura 4.8, è stata rimossa attraverso una seconda operazione di aggregazione detta «dissolve». L'aggregazione operata dalla procedura «dis-

Foglio A6



Foglio B6



Merge



Dissolve

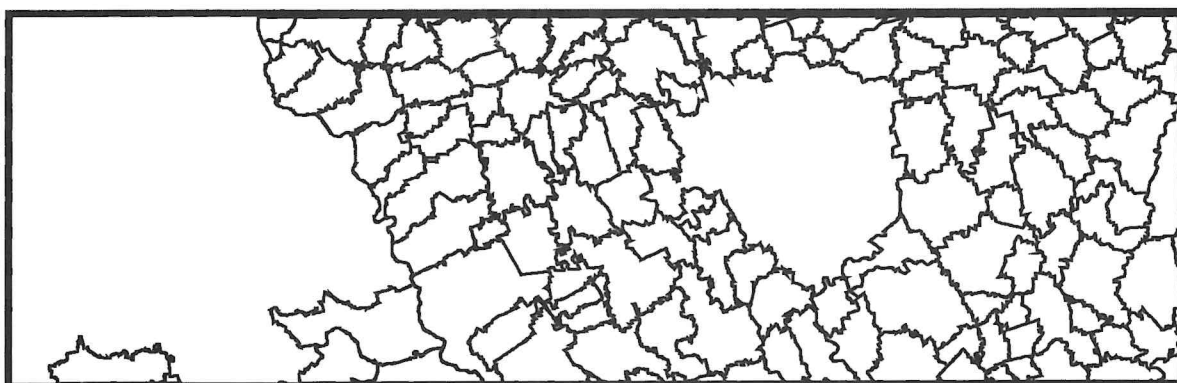


Figura 4.8 – Affiancamento di due Fogli della CTR della Lombardia

solve» elimina in automatico tutte le suddivisioni all'interno dei poligoni che hanno un identico valore in uno specifico campo della tabella degli attributi del layer, in questo caso il codice ISTAT identificativo univoco dei Comuni.

- *Connettività*. Il concetto di connettività assume connotazione diversa a seconda che si utilizzino dati vector o dati raster.

Nel caso dei dati vettoriali il termine connettività è usato per descrivere il collegamento di punti o poligoni tra loro, mentre nel modello raster la connettività descrive il collegamento tra due pixel. La caratteristica distintiva delle funzioni di connettività è che accumulano i valori nell'area attraversata. Le funzioni di connettività includono le operazioni di prossimità, creazione di buffer e diffusività.

Le operazioni di prossimità producono mappe che mostrano zone concentriche ed equidistanti da una determinata caratteristica, assegnando ad ogni punto della mappa il valore di distanza euclidea dall'elemento dal quale si calcola la distanza. La superficie di prossimità è la base per la creazione di un buffer, una regione o una zona di ampiezza prestabilita attorno a un oggetto. Tra le applicazioni più utilizzate che si basano sulle operazioni di prossimità si ricorda la creazione dei poligoni di Thiessen. L'operazione di diffusività è un'estensione ed una generalizzazione della prossimità. Mentre la prossimità utilizza le distanze euclidee, nelle operazioni di diffusività le distanze da un determinato oggetto vengono calcolate tenendo conto della difficoltà relativa di attraversare zone diverse. Per andare da un punto A ad un punto B il movimento «costa» in maniera differenziata a seconda della tipologia delle zone che si devono attraversare e queste differenze, o difficoltà relative, vengono normalmente definite in un layer esterno definito mappa delle frizioni.

- *Vicinanza*. Questa classe di operazioni riguarda la creazione di nuove mappe il cui valore dei singoli elementi è calcolato sulla base sia del valore dell'elemento stesso che sul valore degli elementi ad esso vicini nella mappa di input. Gli esempi più tipici appartengono al modello dei dati raster e consistono tipicamente nelle mappe di pendenza ed esposizione dei versanti che vengono calcolate mediante operazioni di superficie a

partire da un modello digitale del terreno. A questa classe di operazioni di vicinanza appartengono anche le operazioni di interpolazione utilizzate per generare i modelli digitali del terreno, per le quali sono a disposizione numerosi algoritmi, tra i quali si ricordano il metodo delle distanze inverse, le regressioni polinomiali ed il kriging. Nel modello dei dati vector un tipico esempio di classi di funzioni di vicinanza è rappresentato dalle funzioni «punto in poligono» o «linea in poligono».

- *Funzioni avanzate*. Le funzioni fin qui descritte vengono considerate funzioni di base, operazioni analitiche primarie che sono a disposizione nella maggior parte dei GIS in commercio. Queste funzioni tuttavia permettono operazioni a livello geometrico basso e possono essere viste come semplici strumenti che costruiscono relazioni spaziali tra gli oggetti. Per operazioni più avanzate i GIS devono essere in grado di fornire funzionalità di manipolazione statistica e matematica dei dati basate su modelli teorici. Normalmente questo set di funzioni avanzate può essere suddiviso in due categorie: funzioni di modellizzazione statistica e funzioni di modellizzazione matematica.

Le funzionalità di modellizzazione statistica più comuni sono: tecniche di campionamento e ricampionamento; funzioni di statistica multivariata, quali cluster analysis, analisi della funzione discriminante, analisi delle componenti principali; funzioni per l'analisi delle serie temporali; funzioni per l'analisi geostatistica. Va tuttavia sottolineato il fatto che, nella maggior parte dei casi, queste tecniche statistiche vengono di preferenza utilizzate all'esterno dei GIS, ricorrendo ad applicativi di analisi statistica quali SAS e SPSS per citare i più famosi, in quanto le potenzialità di analisi statistica nei GIS sono ancora decisamente limitate rispetto a quelle dei citati applicativi. La strada ancora oggi più battuta è quindi l'esportazione dei dati dai GIS, l'importazione nei software specifici di analisi statistica e la successiva importazione dei risultati all'interno del GIS.

Relativamente alla modellizzazione matematica si ricordano brevemente le funzioni di ottimizzazione e le funzioni di simulazione che forniscono una robusta base analitica geografica, rendendo i GIS un ottimo strumento a disposizione per la realizzazione di Sistemi di Supporto alle Decisioni.

4.5. Restituzione e pubblicazione

I GIS offrono una vasta gamma di strumenti e funzionalità per la restituzione dei dati. I tipi di formati utilizzati per la restituzione sono normalmente di due tipi: formati cartacei, le comuni stampe, o formati digitali, quali file di stampa specifici per il tipo di hardware a disposizione (plotter o stampanti) o file di stampa più generici, tipicamente file PostScript. Indipendentemente dal supporto utilizzato per la restituzione del dato, si possono distinguere due tipologie di restituzione: output di tipo testuale che comprende tabelle, risultati di interrogazioni numeriche o alfanumeriche; output di tipo grafico che comprende mappe, grafici o diagrammi associati alla mappa. La restituzione su formato digitale può anche essere vista come l'esportazione del dato in altri software: quasi tutti i GIS offrono moduli di importazione ed esportazione dei dati nel formato nativo di altri software, sia grafici che geografici. Va menzionato infine un tipo di restituzione dei dati che, negli ultimi anni, ha mostrato un crescente sviluppo: la pubblicazione dei dati geografici in internet. Per una trattazione più esauriente di questo aspetto si rimanda al capitolo 12.

4.6. Parametri tecnici e di qualità dati impiegati nei GIS

Nella pratica dei GIS, sono di uso comune numerosi parametri, che descrivono la qualità dei dati, le loro modalità di acquisizione o restituzione, i tipi di file in cui i dati stessi vengono archiviati. Nel seguito, vengono descritti alcuni tra i più diffusi parametri, dando indicazioni sulle modalità di documentazione delle basi dati geografiche.

4.6.1. Parametri cartografici

- *Scala cartografica.* Per scala cartografica, indicata nella pratica semplicemente come scala, si intende il rapporto esistente tra le dimensioni di un oggetto sulla mappa e le sue dimensioni reali. Per esempio, una scala 1:10.000 significa che 1 millimetro sulla mappa rappresenta 10.000 millimetri (10 metri) nella realtà. Questo parametro è associato alla mappa cartacea e riguarda la *restituzione* del dato.

Naturalmente, la scala determina anche la presenza di alcuni oggetti nella mappa, in base alle loro dimensioni. Considerando che lo spessore minimo del tratto convenzionalmente considerato visibile è 0,2 millimetri, ne consegue che, ad una data scala, gli oggetti relativamente piccoli non potranno comparire. Per esempio, alla scala 1:10.000, il più piccolo elemento rappresentabile dovrà avere dimensione almeno 2 metri.

- *Scala nominale.* Nei GIS, il concetto di scala va puntualizzato ulteriormente. È necessario introdurre il concetto di scala nominale, cioè di scala di acquisizione del dato, che viene appunto associato al dato e non alla sua rappresentazione cartografica. La scala nominale porta con sé una dimensione minima degli oggetti contenuti nell'archivio, definita in analogia alla scala cartografica: per esempio, acquisendo un dato in scala 1:10.000, si rileveranno ovviamente solo oggetti con dimensioni maggiori di 2 metri. La scala nominale del dato pone vincoli anche alle possibili visualizzazioni corrette. Con un GIS è infatti virtualmente possibile qualunque scala di rappresentazione, in altre parole è possibile «zoomare a piacere», raggiungere una «qualunque» scala e stampare, ottenendo una cartografia. Questa operazione di zoom è però corretta solo nell'intorno della scala nominale del dato. Più precisamente, è sconsigliata a scale più piccole della scala nominale, perché gli oggetti, rimpicciolendo, tendono a degenerare in linee/punti che costituiscono «rumore» sulla mappa; diventa scorretta a scale più grandi, perché il dato non contiene gli oggetti «piccoli», che dovrebbero esserci alla scala di rappresentazione, ma che non sono stati acquisiti alla scala nominale.

- *Sistema di coordinate.* Un sistema di coordinate è un insieme di convenzioni condivise che permette di localizzare gli oggetti sulla superficie terrestre mediante valori numerici detti coordinate. Se dei dati geografici vengono georeferenziati usando lo stesso sistema di coordinate, è possibile sovrapporli facilmente in un software GIS.

4.6.2. Alcuni parametri di qualità dei dati geografici

- *Accuratezza.* Descrive la qualità del dato nell'avvicinarsi alla corretta descrizione della realtà. Si parla di *accuratezza posizionale* per quanto riguarda la corretta rappresentazione della parte

spaziale del dato, che può essere valutata per confronto tra le coordinate memorizzate nel sistema informativo e dei rilievi sul campo. L'*accuratezza degli attributi* riguarda la veridicità dei valori assunti dagli attributi (parte «alfanumerica») del dato rispetto ai valori effettivamente presenti nel mondo reale e rilevabili con apposite misure.

- *Precisione*. La precisione riguarda la qualità del processo di misura e solo di conseguenza la misura stessa. La precisione di un processo di misura è quantificata dal «minimo valore discriminabile», per esempio, dire che uno strumento di misura ha una precisione di 1 metro, significa che i valori ottenibili da esso differiscono tra loro di almeno 1 metro. Questo parametro è strettamente legato alla scala nominale.
- *Correttezza*. Descrive la qualità con cui gli oggetti della base dati geografica corrispondono agli oggetti del mondo reale.
- *Completezza*. Misura il grado di presenza degli oggetti e dei relativi attributi in una base dati geografica rispetto alla realtà o rispetto ad una fonte di riferimento. In pratica risponde alle domande: «Ci sono tutti gli oggetti previsti? I valori degli attributi sono stati inseriti?».
- *Integrità*. Descrive la completezza delle corrispondenze tra i componenti della base dati, per esempio, la corrispondenza tra oggetti geometrici e i loro record alfanumerici, oppure il rispetto delle cardinalità nelle relazioni.

4.6.3. Formati dati

Nella pratica corrente, i dati geografici possono essere archiviati utilizzando diverse soluzioni tecnologiche, cui si può fare riferimento parlando di formato dei dati.

- *Struttura dati geografici vettoriali*.
 - La struttura dati preferibile è in generale rappresentata da uno *strato GIS* con geometria poligonale, lineare o puntuale *dotato di topologia*. L'utilizzo degli strati GIS topologici garantisce nel caso di geometria poligonale la completa copertura, ovvero l'impossibilità di creare sovrapposizioni o «buchi» tra poligoni adiacenti; nel caso di geometria lineare garantisce la connettività nodo arco, che permette, a sua volta, il calcolo di distanze e di percorsi. Un esempio di formato dati GIS dotato di topologia è la cover in ambiente Arc/Info.
 - In seconda battuta, si opta per uno *strato GIS*, anche se *non dotato di topologia*. In questo tipo di dato è comunque possibile mantenere il collegamento tra oggetto geometrico e relativi attributi, inoltre sono possibili alcune verifiche di correttezza geometrica del dato (per esempio, la chiusura dei poligoni) e di integrità (per esempio, la corretta corrispondenza tra elementi geometrici e record alfanumerici). Un esempio di formato dati GIS non topologico è lo *shapefile* in ambiente ArcView.
 - In terzo luogo si trova il *formato CAD*. Questo formato, se georeferenziato, permette di archiviare efficacemente la componente geometrica, ma non supporta la topologia e fornisce in genere una gestione molto limitata degli attributi alfanumerici, pertanto il suo impiego è fortemente sconsigliato nel trattamento dei dati geografici. Il formato CAD trova comunque applicazione nella fase di mera acquisizione manuale della parte geometrica, poiché gli strumenti CAD dispongono solitamente di ottime funzionalità di editing. In questo caso è consigliabile convertire successivamente il dato in un formato GIS, collegando i dati alfanumerici. Un esempio di formato dati CAD è il DXF in ambiente AutoCAD.
 - Infine, i formati di *grafica vettoriale* sono in generale inutilizzabili per il trattamento dei dati geografici, poiché di norma non consentono la georeferenziazione e quindi l'impiego del dato contestualmente con altri dati geografici. Questi formati possono tuttavia essere impiegati per la restituzione cartografica, in virtù delle loro ampie potenzialità di supporto della simbologia grafica e in considerazione del fatto che su carta non serve più disporre di coordinate geografiche. Un esempio di formato grafico è il CDR in ambiente Corel Draw.
- *Struttura dati geografici raster*. Per i dati geografici raster si pone in sostanza come unico requisito che siano georeferenziati. Questa caratteristica si implementa in molti casi aggiungendo al file di immagine un piccolo file di testo (chiamato *world file*) contenente le coordinate di un punto di riferimento e le dimensioni del pixel. In talune applicazioni, che trattino grosse moli di dati, può essere determinante utilizzare un formato dati

compresso. Un esempio di questo formato è il TIF (con file di georeferenziazione TFW).

– *Struttura dati alfanumerici.*

- La struttura dati preferibile è rappresentata da un *database relazionale*, dove siano state implementate le proprietà dei campi, per esempio, il tipo di dato (stringa, numerico ecc.), l'eventuale dominio e le relazioni tra i dati. È inoltre determinante garantire l'univocità degli identificativi (per esempio, disponendo di un apposito tipo di dato) e le relazioni in essere tra le varie tabelle (entità). Queste caratteristiche sono appunto fornite da DBMS, di conseguenza è importante verificare che il sistema GIS da impiegare sia in grado di interfacciarsi al DBMS.
- Nel caso non sia possibile impiegare direttamente un database, si può impiegare un *formato tabellare* che supporti almeno le proprietà principali quali, ad esempio, la tipologia del dato e rimandare agli applicativi del sistema informativo il compito di garantire altre proprietà, per esempio, il rispetto dei domini. Un esempio molto noto di questo tipo di formato è il DBF, che presenta il pregio di venire trattato praticamente da tutti i GIS disponibili.
- Un formato meno adatto è il *foglio elettronico* (tipo Excel), proprio perché la definizione delle proprietà dei dati da inserire risulta meno dettagliata e affidabile.
- Nel corso degli ultimi anni si stanno diffondendo anche le soluzioni nelle quali geometria e dati alfanumerici sono integrati in un unico database, per esempio Oracle Spatial, e il geodatabase ESRI.

4.6.4. Documentazione dei dati

La documentazione del dato costituisce uno strumento indispensabile per un'effettiva diffusione e condivisione delle banche dati geografiche, elemento cardine dell'interoperabilità tra sistemi informativi diversi. Le informazioni che descrivono i dati, comunemente indicate con il termine *metadati*, sono numerose; l'adozione di uno standard ampiamente accettato faciliterebbe molto la ricerca di informazioni utili, in particolare considerando la crescente disponibilità di dati, anche in internet. Organismi nazionali ed internazionali hanno prodotto documenti tecnici di riferimento, in particolare il CEN/TC 287,

(European Committee for Standardization) e più recentemente l'ISO/TC 211, (International Organization for Standardization), divenuto il riferimento principale.

In sostanza, indipendentemente dallo standard formale di riferimento, le principali informazioni relative alla base dati geografica che i metadati devono contenere riguardano i seguenti aspetti.

- *Informazioni generali sui dati:* nome della base dati e sua identificazione, descrizione, proprietà, organizzazioni coinvolte (con riferimenti e contatti), tipo di schema spaziale, altri documenti di riferimento, eventuali basi dati correlate; fasi temporali di realizzazione.
- *Elementi di qualità dei dati:* data di produzione, fonti, metodo di rilievo, metodo di lavoro (ambiente di lavoro, metodo di digitalizzazione, base cartografica utilizzata per la digitalizzazione, eventuali congruenze logiche, geometriche e topologiche verificate durante l'acquisizione, criteri, ipotesi adottati e problemi riscontrati durante la progettazione e costruzione della base dati geografica), scala nominale (precisione), accuratezza posizionale complessiva, accuratezza degli attributi complessiva, correttezza, completezza, integrità.
- *Sistema di coordinate ed estensione:* sistema di coordinate, sistema di riferimento, estensione geografica, estensione temporale, nome dell'area.
- *Definizione dei dati:* schema concettuale della base dati geografica (entità, relazioni, gerarchie ecc.) e sua descrizione, schema logico, ossia elenco oggetti/tabelle/strati GIS, descrizione delle loro proprietà, attributi e loro proprietà, domini e classificazioni adottate (con riferimenti a eventuali repertori lessicali), implementazione delle relazioni ecc.).
- *Informazioni per la distribuzione:* restrizioni d'uso, possessori del copyright, informazioni sul prezzo, unità di distribuzione, supporti e formati.
- *Informazioni sul metadato:* data di creazione e aggiornamento, redattore, organizzazioni e strutture coinvolte, riferimenti.

Per maggiori approfondimenti relativi a parametri, standard, documentazione, possono risultare utili le informazioni fornite dai siti del consorzio OpenGIS e dell'International Organization for Standardization (ISO).

5. Sistemi di Supporto alle Decisioni e Sistemi Informativi Territoriali

Marco Broglia

Le attività umane comportano continuamente decisioni e scelte, di varia natura e portata. Per esempio, la pianificazione del territorio indirizza azioni che incidono profondamente e con effetti duraturi su molteplici aspetti del mondo (ambiente, territorio, mobilità, economia, società ecc.), hanno costi alti e tempi di realizzazione spesso lunghi. Ciò si verifica particolarmente nella pianificazione della mobilità, in misura maggiore nel caso sia implicata la realizzazione di infrastrutture.

Per supportare i processi decisionali complessi, sono state sviluppate numerose metodologie e si possono utilizzare vari strumenti tecnici. Nel seguito verranno introdotti i processi decisionali e le loro caratteristiche essenziali, accennando al possibile ruolo dei GIS, poi saranno descritti schematicamente e confrontati tra loro i Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD) e i Sistemi Informativi Territoriali (SIT).

5.1. Il processo di scelta

Il processo decisionale, attività estremamente complessa e delicata, è stato fatto oggetto in letteratura di molti studi e proposte di modellizzazione. In generale, nella decisione intervengono tre fattori: la presenza di uno o più decisori, di uno o più obiettivi, di dati sicuri o affetti da incertezza. L'analisi di queste teorie esula dagli scopi della presente trattazione; qui verranno delineate in forma semplificata le caratteristiche principali del processo decisionale, al fine di comprendere i possibili benefici dell'impiego di un sistema informativo territoriale, facendo riferimento per semplicità al caso di un solo decisore, con più obiettivi (più desideri e necessità). Si trat-

ta in pratica del caso più frequente, poiché la presenza di più decisori reali, dal punto di vista delle procedure legali o istituzionali, è solitamente gestita definendo ruoli, fasi di lavoro, organi collegiali e la presenza di dati incerti è «assorbita» dalle modalità di elaborazione dei dati stessi.

Un processo decisionale, a livello astratto, può sempre essere schematizzato secondo tre fasi principali: analisi della situazione, definizione delle alternative, scelta. Le tre fasi hanno una sequenza logica, ma molto frequentemente sono necessarie iterazioni e ripetizioni, poiché l'esplorazione della situazione e l'elaborazione delle esigenze dei decisori arricchiscono progressivamente il processo di nuovi elementi. Per esempio, in fase di definizione delle alternative, può essere messo in luce un aspetto del problema che porta ad una ridefinizione dello stesso, oppure in fase di scelta può essere intravista una nuova alternativa che va però compiutamente definita e analizzata.

1. *Analisi del contesto.* Si valuta se effettivamente esista un problema oppure un'opportunità di cambiamento. Il problema o l'opportunità vanno analizzati e in sostanza ci si focalizza sul confronto tra la situazione esistente e quella desiderata, cercando di valutare la «distanza» tra le due situazioni. Nel corso dell'analisi, si effettua un'ampia raccolta dati, eventualmente anche geografici, che, previa opportuna progettazione, possono venire archiviati in un database geografico, per essere successivamente elaborati mediante strumenti GIS.

La disponibilità di un GIS facilita enormemente lo svolgimento della fase di analisi; per esempio,

si pensi alle seguenti funzioni: la gestione (archiviazione, ricerca, aggiornamento) di un'ampia mole di dati non potrebbe essere ottenuta efficacemente senza un sistema informatico; le potenzialità di visualizzazione dei dati geografici ne permettono un'esplorazione immediata e articolata, a differenti livelli di sintesi; le funzioni di elaborazione e analisi consentono l'estrazione di informazione utile ai fini della migliore comprensione del problema. Non va infine dimenticata la capacità dei GIS di integrare dati di varia natura e provenienza, particolarmente utile per problemi relativi al territorio.

2. *Definizione delle alternative.* Si analizza in dettaglio il contesto, definendo un set di alternative e di criteri di valutazione delle stesse. Il principale sforzo consiste proprio nell'immaginare e formalizzare una serie di possibili soluzioni alternative al problema studiato nella fase precedente. I dati raccolti nella fase precedente possono essere di grande aiuto nel suggerire la formulazione di valide alternative, che possono essere ad ampissimo raggio d'azione; per esempio, nel campo della mobilità urbana, la realizzazione di una nuova strada o parcheggio, la modifica dei sensi di circolazione, il pagamento di transiti e/o soste, il potenziamento del servizio di trasporto pubblico, un qualunque mix di tutti questi fattori. Contestualmente all'individuazione delle possibili soluzioni alternative, il decisore esprime le sue esigenze sotto forma di criteri di valutazione da applicarsi alle alternative. Esempi di criteri, sempre nel caso della mobilità urbana e con riferimento a una giornata tipo per alcuni parametri, possono essere il costo di realizzazione degli interventi, il tempo di realizzazione degli interventi, il numero di nuovi posti parcheggio, la velocità commerciale del traffico nell'ora di punta, i tempi di percorrenza tra coppie di origini-destinazioni nell'ora di punta, le emissioni giornaliere di determinati inquinanti. A ciascun criterio

corrisponde in pratica un indicatore, il cui valore può essere stimato in modo quantitativo o qualitativo. Per stimare questi valori si fa frequentemente ricorso a modelli di simulazione. In generale, un modello è una rappresentazione simbolica semplificata della realtà, è un sistema che «scimmietta» la realtà, cercando di coglierne solo gli aspetti influenti ai fini del problema in esame. La maggioranza dei modelli in uso è di tipo matematico-informatico, ma non va dimenticato il concetto generale: anche un plastico di un edificio è un modello della realtà. Anche i GIS, in virtù delle loro capacità di gestione, analisi, elaborazione dati, possono essere utilmente impiegati in questa fase, tuttavia a volte le loro funzioni di tipo generale rendono comunque necessari modelli settoriali, che siano ovviamente integrabili con il sistema GIS, per giungere alle stime richieste. Nel corso degli ultimi anni, sistemi GIS stanno integrando al loro interno sempre più funzioni specialistiche e modelli settoriali; uno dei campi più trattati è la modellistica dei sistemi di trasporto, basata su strutture dati quali i grafi, dotati di topologia nodo-arco.

In ogni caso, una volta stimati i valori degli indicatori, questi vengono di norma raccolti nella cosiddetta *matrice delle alternative* (Figura 5.1), nella quale si trovano lungo le colonne le alternative, lungo le righe i criteri/indicatori e nelle celle i valori I_{xy} degli indicatori. A scopo di riferimento, viene sempre considerata anche la cosiddetta «alternativa 0», vale a dire il perdurare delle condizioni attuali, nel senso di «non agire». La matrice delle alternative costituisce l'output sostanziale della fase di definizione delle alternative, accanto ad eventuali documenti descrittivi delle alternative stesse.

3. *Scelta.* Il processo si conclude scegliendo la «migliore» alternativa disponibile. Nella fase precedente le alternative sono state definite e descritte in modo oggettivo, stimando per ciascuna i valo-

	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Criterio/indicatore 1	I_{10}	I_{11}	I_{12}	I_{13}
Criterio/indicatore 2	I_{20}	I_{21}	I_{22}	I_{23}
Criterio/indicatore 3	I_{30}	I_{31}	I_{32}	I_{33}
Criterio/indicatore 4	I_{40}	I_{41}	I_{42}	I_{43}

Figura 5.1 – Matrice delle alternative

ri di una serie di indicatori sulla base di dati (affidabili) e con l'impiego di modelli (calibrati e validati). La fase di scelta prevede invece la valutazione soggettiva delle alternative, ossia il decisore esprime le sue preferenze personali; i valori assunti dagli indicatori in corrispondenza a ciascuna alternativa possono venire normalizzati per facilitare i confronti reciproci. Al fine di supportare la fase di scelta esistono varie metodologie, per esempio, la definizione di priorità o di pesi relativi a ciascun criterio. Nel caso dei pesi, viene definito un peso per ciascun criterio, che rappresenta l'importanza relativa data dal decisore ad un criterio rispetto agli altri. Per ciascuna alternativa, vengono sommati i corrispondenti valori degli indicatori, ciascuno moltiplicato però per il suo peso, ottenendo così un unico numero per ciascuna alternativa, costituito appunto dalla somma pesata dei suoi indicatori e che rappresenta la preferenza complessiva data dal decisore a quella alternativa. Ovviamente, a livello numerico, sarà necessario che i pesi siano definiti tenendo conto, oltre che dell'importanza reciproca, anche delle unità di misura con cui sono espressi gli indicatori, per rendere possibile una somma tra quantità omogenee. In questa fase i GIS possono dare un apporto limitato, in quanto in generale non sono predisposti per rappresentare i meccanismi di scelta, le preferenze e priorità. Il ruolo dei GIS può essere di supporto, per esempio, in presenza di obiettivi contrastanti o di forte indecisione tra un numero ristrettissimo di alternative, possono permettere un allargamento della base dati considerata e un conseguente affinamento delle valutazioni.

Quanto sopra descritto circa le fasi del processo decisionale e i relativi prodotti è schematizzato nella Figura 5.2.

Quanto più una scelta richiede ampi sforzi per essere implementata, coinvolgendo gli interessi di una larga parte della popolazione ed è difficilmente reversibile, tanto più è giustificato investire risorse per valutare a priori gli effetti delle alternative disponibili in relazione ai possibili scenari e monitorare a posteriori gli effetti dell'alternativa scelta. In particolare, in ambito pubblico, dove sovente le scelte hanno conseguenze di ampia portata e si impiegano risorse pubbliche, diventa doveroso rendere il processo decisionale affidabile, oggettivo, trasparente,

ripercorribile. Il procedimento di scelta tra le varie alternative disponibili deve quindi essere:

- supportato da *informazioni adeguate ed affidabili*, cioè da dati acquisiti secondo opportuni standard di qualità, che costituiscano una base oggettiva per le valutazioni successive;
- eseguito secondo *criteri oggettivi*, cioè secondo regole scientificamente sostenibili e possibilmente quantificabili;
- *trasparente*, nel senso che i dati utilizzati, i passaggi e le elaborazioni svolte devono essere documentati e consultabili;
- *ripercorribile*, cioè deve essere possibile ripetere le operazioni che compongono il procedimento utilizzando differenti stime dei valori dei parametri, altri set di dati, formulando differenti ipotesi, considerando i possibili scenari.

5.2. I sistemi di supporto alle decisioni

La realtà oggetto di pianificazione presenta sovente elevati livelli di complessità e di correlazione tra i suoi componenti, come risulta evidente per esempio nel caso della mobilità nella Provincia di Milano. In questo senso risulta determinante, per i decisori istituzionali, disporre di un valido Sistema di Supporto alle Decisioni (SSD), cioè di un sistema interattivo che aiuti ad individuare, valutare e scegliere strategie ottimali o quantomeno soddisfacenti nell'ambito di problemi non del tutto strutturati. Un SSD utilizza normalmente molte tecnologie informatiche e risulta molto utile, per esempio, nella pianificazione del territorio, ma anche in altri settori quali i trasporti, la sanità ecc.

Un SSD deve supportare il decisore nel corso dell'intero processo decisionale, dall'analisi del contesto, con la possibilità di gestire un'ampia base dati, al calcolo dei valori degli indicatori, al confronto delle alternative, fino alla scelta finale. La struttura di un SSD, illustrata in Figura 5.3, presenta un nucleo composto da quattro basi (dati, modelli, strumenti di analisi, conoscenze), da un'interfaccia per l'utente e da un sistema di controllo per i tecnici.

- *Base dati (territoriali)*. È l'insieme di dati disponibili e viene utilizzata a supporto delle valutazioni. Può comprendere un ampio spettro di informazioni, per esempio:

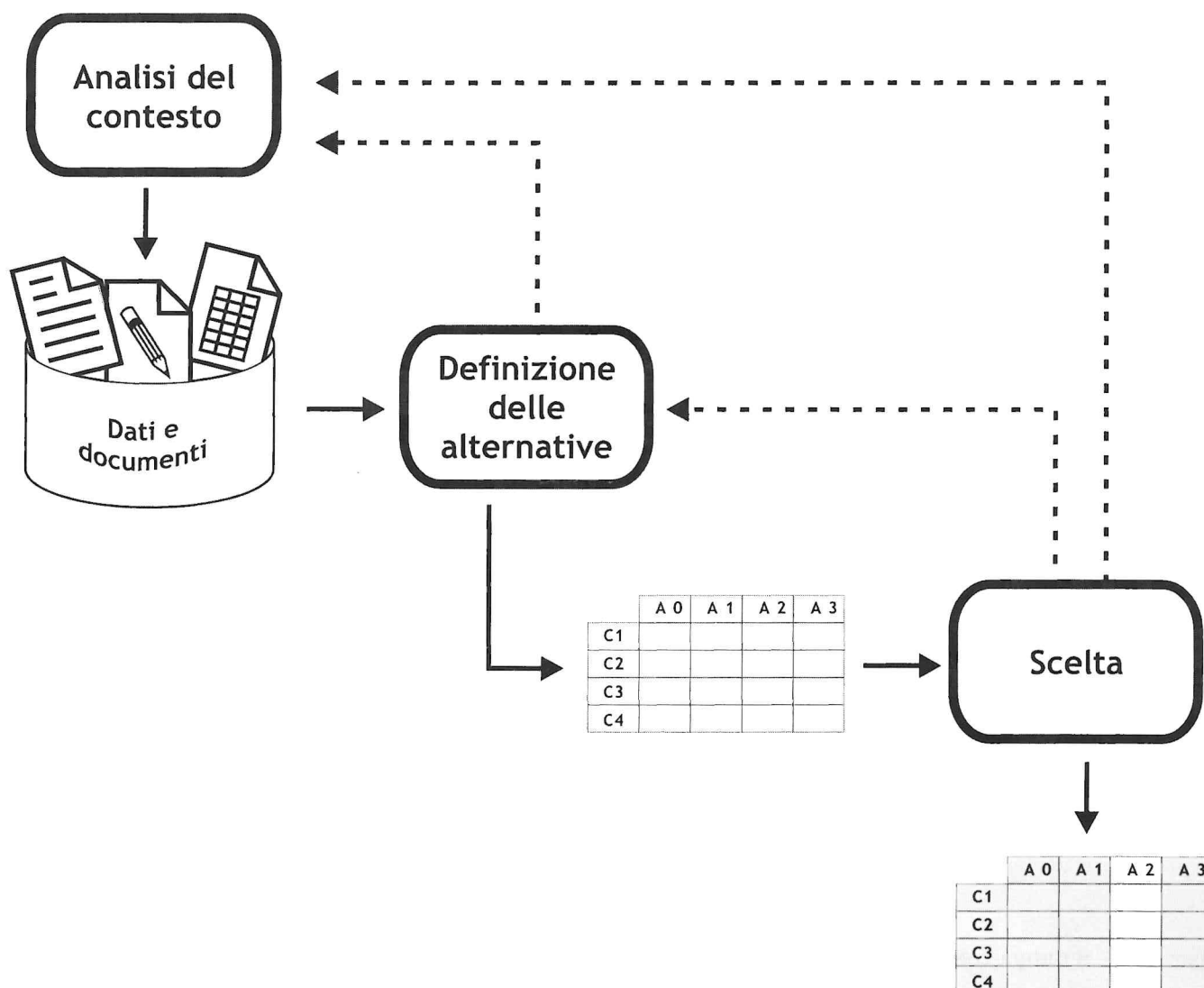


Figura 5.2 – Fasi del processo decisionale

- dati numerici (valori quantitativi);
 - informazioni descrittive (nomi, descrizioni);
 - dati geografici (dotati di attributi spaziali: estensioni areali, percorsi, collocazioni puntuali);
 - set di parametri dei modelli;
 - valori standard (es.: da normativa);
 - casi precedenti (es.: ultime rilevazioni, valori storici);
 - vocabolari e glossari (codifiche e classificazioni standard);
 - documentazione (quali dati sono presenti, loro qualità).
- *Base di modelli.* È l'insieme di modelli e procedure a disposizione, che permettono di studiare il comportamento del sistema in relazione agli scenari individuati e alle ipotesi fatte; in generale vi sono diverse categorie di modelli:

- di ottimizzazione (massimizzano/minimizzano i valori di alcuni parametri nel rispetto di un set di vincoli imposti);
- di simulazione (calcolano l'andamento di alcune grandezze in base ai dati disponibili e alle ipotesi fatte);
- di previsione (calcolano l'andamento di alcune grandezze per istanti di tempo futuri in base ai dati disponibili e alle ipotesi fatte).

I modelli possono essere relativi a vari settori (modelli di mobilità, modelli economici, modelli sociali, modelli di emissioni, modelli di impatto ambientale ecc.). In particolare nel campo della mobilità vanno segnalati i modelli di domanda (descrivono le caratteristiche degli utenti), di offerta (descrivono le caratteristiche delle possibilità di trasporto disponibili) e di assegnamento (rego-

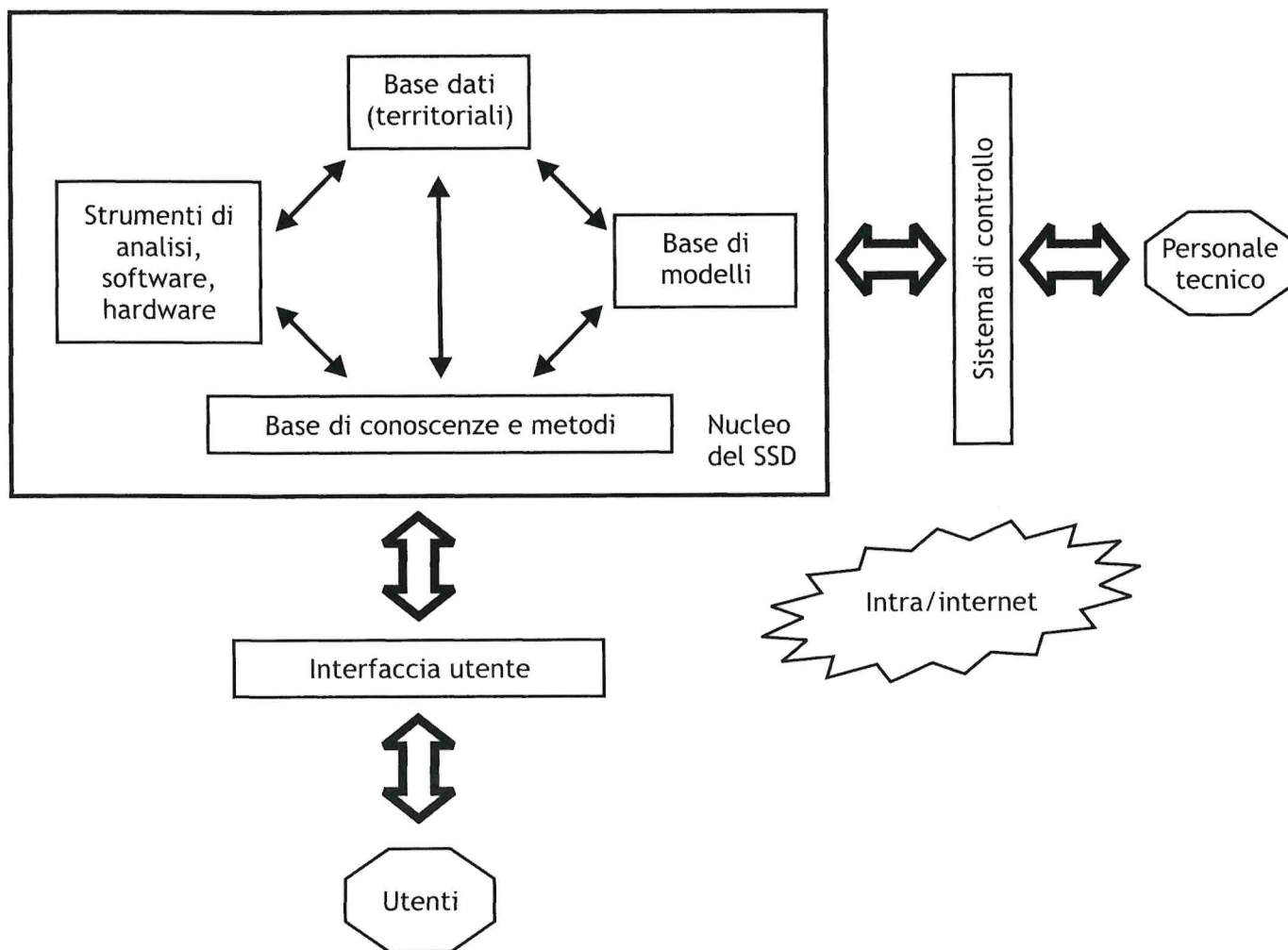


Figura 5.3 – Struttura concettuale di un sistema di supporto alle decisioni

le attraverso cui gli utenti fruiscono delle possibilità di trasporto).

- *Strumenti di analisi, software, hardware.* È l'insieme di metodologie, tecniche e strumenti di elaborazione delle informazioni disponibili e analisi dei processi decisionali. Tra le più diffuse tecniche di analisi, generalmente implementate da software specialistici, si ricordano:
 - analisi statistiche (calcolo di medie, varianze, test di ipotesi ecc.);
 - analisi territoriali (sovrapposizioni, buffering, analisi di prossimità ecc.);
 - analisi costi benefici (trasposizione in termini monetari di tutti gli elementi del problema e assegnamento di un «valore» ad ogni alternativa);
 - analisi a molti criteri (valutazione secondo più criteri delle alternative, con individuazione delle cosiddette soluzioni dominate, che sono da

scartare in quanto esiste almeno un'altra soluzione migliore secondo almeno un criterio e mai peggiore secondo gli altri criteri);

- analisi delle componenti principali (ricerca degli assi/direzioni attorno cui si addensano i dati, indicando gli elementi determinanti);
- cluster analysis (analisi secondo più caratteristiche che permette di suddividere gli elementi in sottoinsiemi detti appunto «cluster», composti da elementi omogenei all'interno e differenti tra i vari sottoinsiemi).
- *Base di conoscenze e metodi.* È costituita dall'insieme di modalità che guida l'applicazione degli elementi presenti nelle altre basi, ad esempio:
 - esperienza (derivante dall'impiego del SSD);
 - condizioni di applicabilità dei modelli (ipotesi di validità, limiti tecnici dei prodotti software ecc.);

- affidabilità dei modelli in relazione alle loro condizioni di impiego.

La base di conoscenze è uno dei componenti più difficili da formalizzare e automatizzare; spesso una sua parte sostanziosa è di fatto rappresentata dalle persone (tecnici gestori del SSD e utenti).

- *Sistema di controllo.* È l'interfaccia che permette a tecnici ed esperti che gestiscono e sviluppano il SSD di eseguire impostazioni sul sistema complessivo o sui suoi componenti.
- *Personale tecnico.* Si tratta di persone con differenti ruoli. Vi devono essere tecnici in grado di sviluppare la parte informatica del sistema e tecnici settoriali o modellisti, complessivamente esperti conoscitori del sistema coinvolto nel processo decisionale. Servono poi esperti degli strumenti di analisi dei dati. Gli *utenti* del SSD possono invece essere di varie categorie, anche se frequentemente si tratta di decisori istituzionali. La rosa dei beneficiari si amplia in base alla facilità di uso del sistema, per la quale è determinante la sua *interfaccia*.
- *Interfaccia utente.* Deve assicurare all'utente anche non esperto la possibilità di fruire dei servizi offerti dal sistema, accedendo in modo semplificato ai componenti del SSD, ai loro contenuti e alle loro regole di funzionamento e documentazione.
- *Intra/internet.* La modalità di lavoro in rete locale è divenuta irrinunciabile, attraverso i collegamenti intranet più operatori lavorano con lo stesso SSD dalle loro postazioni abituali, con meccanismi informatici che garantiscono la sincronia delle operazioni. Lo stesso modello può essere esteso ad una configurazione di rete geografica, che mediante internet colleghi postazioni localizzate ovunque.

È importante sottolineare che un SSD non è la «soma» di tutto ciò, bensì l'integrazione degli elementi sulla base delle conoscenze, applicata con una logica di approssimazioni successive ed iterative, tenendo conto che dati, modelli e strumenti presentano determinati limiti e richiedono specifiche condizioni per essere impiegati, singolarmente o tra di loro.

Evidentemente, in considerazione della mole di dati e della complessità dei modelli e delle tecniche di analisi, un SSD deve fare largo uso di tecnologie e competenze informatiche, inoltre la disponibilità di numerosi dati di qualità è uno dei fattori principali per il successo del SSD stesso.

5.3. I sistemi informativi territoriali

Uno dei fattori determinanti per l'affermazione dell'informatica nelle aziende è sicuramente costituito dalla disponibilità di adeguate tecnologie per la gestione informatizzata dei dati e da strumenti sempre più facili nella loro gestione per l'analisi e l'elaborazione dei dati. In particolare si è dimostrata fondamentale l'introduzione e l'evoluzione dei modelli e dei linguaggi di rappresentazione e manipolazione dei dati negli archivi informatizzati; le «basi di dati» e «SQL» sono ormai considerati strumenti di base per la gestione di un archivio di tipo descrittivo.

Gli stessi sistemi preposti alla gestione delle basi di dati, chiamati Database Management System (DBMS), che permettono di archiviare in modo sistematico e affidabile una grande quantità di informazioni, potendole poi recuperare, interrogare, elaborare, anche tramite procedure automatizzate. Risultano inoltre efficaci, efficienti e disponibili anche in versioni scalabili.

Con l'introduzione delle *basi dati geografiche* l'archiviazione dei dati si è estesa per contemplare anche le informazioni di natura spaziale (localizzazione, estensione di oggetti territoriali), che vengono acquisite utilizzando un sistema di coordinate georeferenziate. La disponibilità d'informazione spaziale informatizzata apre una nuova dimensione nelle modalità di elaborazione, gestione e fruizione di tali dati, in quanto introduce la reale possibilità di definire in modo compiuto e con la precisione desiderata un aspetto fondamentale di fenomeni e oggetti reali, ossia la loro localizzazione ed estensione, nonché di procedere alla loro elaborazione automatica.

Gli strumenti GIS di manipolazione delle informazioni sono infatti ampiamente sviluppati, anche se purtroppo solo parzialmente integrati ed interoperabili; si deve peraltro osservare che sull'interoperabilità – e in generale sulla standardizzazione delle tecnologie GIS – sta lavorando il consorzio OpenGIS a livello mondiale.

Per cogliere intuitivamente le potenzialità degli strumenti GIS, basti ricordare alcune tra le loro funzioni più significative:

- la gestione del dato informatizzato con tecniche analoghe a quelle degli strumenti DBMS;
- un output grafico capace di veicolare informazioni in modo estremamente diretto e intuitivo;

- un ampio insieme di nuove operazioni analitiche applicabili direttamente ai dati spaziali (sovrapposizioni, misure, analisi di prossimità ecc.).

Il Sistema Informativo Territoriale (SIT) è l'ufficio che si occupa della gestione e dell'utilizzo dell'informazione geografica mediante strumenti informatizzati, curandone gli aspetti tecnici e metodologici. Normalmente il SIT archivia e aggiorna i dati, li analizza ed elabora, li pubblica in più forme (carta, file, web). Per lo svolgimento dei suoi compiti fa largo impiego delle tecnologie e metodologie informatiche. Molto spesso nasce nei settori aziendali che si occupano della gestione o pianificazione del territorio, o di reti tecnologiche/logistiche, ma con il suo

sviluppo assume un ruolo trasversale, di servizio per tutta l'azienda/ente. L'introduzione del SIT sposta le modalità di lavoro dall'approccio qualitativo verso quello quantitativo, aumenta il tasso di automazione e ripetibilità delle operazioni, riducendo i tempi di risposta e soprattutto genera un drastico incremento della quantità di informazione.

Come illustrato in Figura 5.4, la descrizione classica di un SIT comprende le seguenti componenti principali: dati, persone, conoscenze e metodi, strumenti GIS, software, hardware.

- *Base dati (territoriali)*. I dati costituiscono il cuore del sistema e ne sono la parte più importante, che solitamente assorbe la maggior parte delle ri-

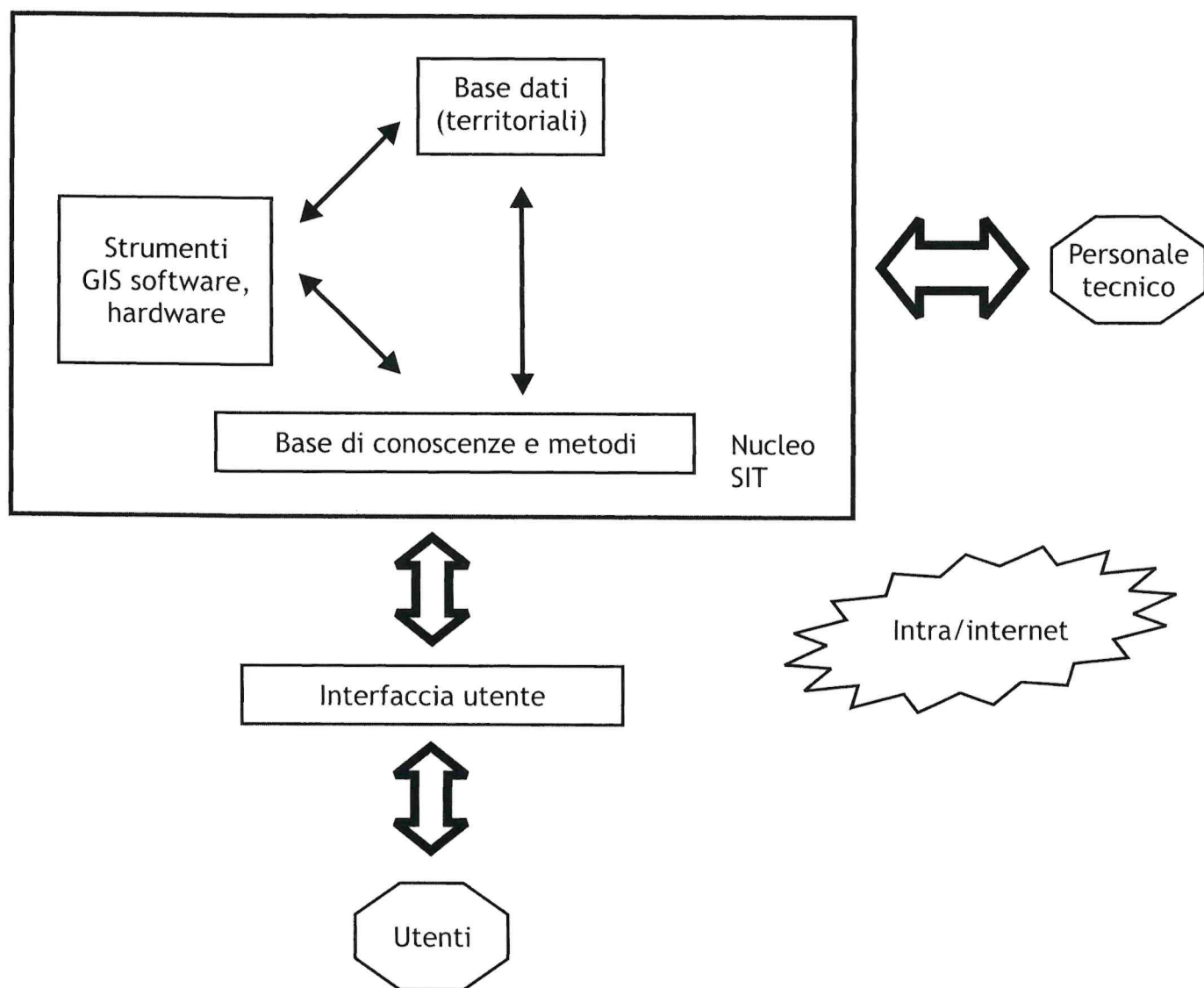


Figura 5.4 – Struttura concettuale di un sistema informativo territoriale

sorse poiché necessita di un regolare aggiornamento e di periodiche riorganizzazioni strutturali per adeguare il sistema alle nuove richieste di elaborazioni da parte degli utenti. I dati geografici e le informazioni alfanumeriche ad essi associate possono essere rilevati autonomamente dall'utente o acquisiti da varie fonti. Questi dati devono poi essere integrati mediante gli strumenti software (strumenti specifici GIS e DBMS). Nel SIT possono confluire tutti i tipi di dati già visti per i SSD. In particolare, si sottolinea che nel mondo dei dati geografici informatizzati vi sono due famiglie di formati: i *dati raster*, in cui l'informazione geografica viene fornita dando una griglia di celle e i *dati vettoriali*, in cui l'informazione geografica viene fornita dando delle forme geometriche elementari con le coordinate dei loro vertici.

- *Personale tecnico.* Le persone che lavorano al SIT sono il secondo elemento cardine di esso. Utilizzano le risorse tecnologiche, gestiscono il sistema e sviluppano soluzioni per realizzare progetti e risolvere i problemi reali. Tra i tecnici che lavorano in un SIT si possono individuare profili di riferimento, alcuni dei quali eventualmente coincidenti nella stessa persona, quali l'esperto nell'uso degli strumenti GIS, l'esperto nell'uso di strumenti DBMS, l'esperto nell'uso di CAD/grafici per l'editing, il progettista di basi dati geografiche, l'amministratore di sistema. Gli *utenti* del SIT possono appartenere a varie categorie. La rosa dei beneficiari si amplia in base alla facilità di uso del sistema, per la quale è determinante la sua *interfaccia*.
- *Base di conoscenze.* Conoscenze e metodi si concretizzano nelle modalità di utilizzo delle risorse del sistema e di adattamento a modelli e procedure operative specifici vigenti, sia all'interno dell'organizzazione in cui opera il SIT, sia nei rapporti con soggetti esterni. Si tratta di uno dei componenti più difficili da formalizzare e sedimentare; spesso una sua parte sostanziosa è di fatto costituita dalle persone, in particolare dai tecnici del sistema.
- *Strumenti GIS software.* Implementano le funzioni che consentono di archiviare, analizzare e visualizzare le informazioni geografiche. Gli elementi software principali di un SIT sono:
 - strumenti per l'importazione e la conversione dati da diversi formati;

- strumenti per l'editing (inserimento, modifica, cancellazione) della parte geografica e della parte alfanumerica;
- strumenti per la gestione delle proprietà della base dati (domini, relazioni, vincoli di integrità ecc.);
- strumenti per la ricerca, l'analisi e l'elaborazione delle informazioni;
- strumenti per la creazione di opportuni canali di output dell'informazione: visualizzazione, stampa, pubblicazione internet, esportazione in diversi formati;
- interfaccia, tipicamente grafica, che permetta un agevole utilizzo delle funzioni del sistema.
- *Strumenti hardware.* Sono tutte le infrastrutture informatiche di cui si avvale il SIT. Si tratta generalmente di computer server e client, apparati di rete locale e internet, stampanti e plotter, eventualmente tavoli di digitalizzazione, strumentazione GPS.
- *Interfaccia utente.* Deve assicurare all'utente anche non esperto la possibilità di fruire dei servizi offerti dal sistema. In questa accezione non si intende solamente l'interfaccia degli strumenti, ma ci si riferisce in senso più generale all'insieme delle possibili modalità di accesso al sistema, quali, ad esempio, apposite procedure o addirittura l'interazione con il personale del SIT.
- *Intra/internet.* La modalità di lavoro in rete locale è divenuta uno standard, più operatori SIT lavorano dalle loro postazioni abituali, con meccanismi informatici che garantiscono la sincronia delle operazioni. Le principali risorse utilizzate a tale scopo sono i privilegi di file system (permessi di lettura/scrittura su file e directory) e la gestione dei privilegi sui dati all'interno di un DBMS. Lo stesso modello può essere esteso ad una configurazione di rete geografica, che, mediante internet, colleghi postazioni localizzate ovunque.

5.4. Confronto tra SIT e SSD

Il profondo legame tra sistemi informativi (in particolare territoriali) e sistemi di supporto alle decisioni emerge con chiarezza da un confronto tra le rispettive strutture. I due sistemi condividono la maggior parte delle componenti e presentano un'architettura molto simile.

In particolare, la base dati costituisce il punto di partenza comune, che va costantemente arricchita e curata per avere informazioni di qualità.

Per quanto riguarda gli strumenti, va sottolineato che spesso le funzionalità di base sono identiche (archiviazione, manipolazione, interrogazione, visualizzazione ecc.); nel caso dei SIT si hanno software in grado di trattare in modo completo l'informazione geografica in tutti i suoi aspetti e hardware parzialmente dedicato. Per i SSD si aggiungono software specifici, in particolare modelli di simulazione, programmi per rappresentare i meccanismi di scelta, le preferenze e le priorità.

La base di conoscenze presenta un ampio nucleo comune, relativo all'impiego degli strumenti informatici in generale, al trattamento dei dati informatizzati, alla progettazione delle basi dati e quindi alla modellizzazione della realtà. Anche una buona attitudine alla sistematizzazione e alla definizione di procedure fa parte del nucleo comune.

In sintonia con le similitudini in tema di conoscenze, anche per quanto riguarda il personale vi sono molti ruoli analoghi, in particolare i tecnici addetti agli aspetti informatici. Nel caso dei SSD va sottolineata tuttavia la notevole importanza di una particolare famiglia di figure professionali: gli esperti di settore e i modellisti, che nel caso del SIT rivestono un ruolo di supporto.

Nel caso dei SSD si evidenzia un sistema di controllo che permette di agire sul sistema in modo relativamente semplificato, per esempio, per modificare le elaborazioni sui dati, cambiare i parametri dei modelli. Nel caso dei SIT, questo sistema non viene evidenziato, in quanto il personale opera solitamente in modo diretto attraverso l'interfaccia degli strumenti software.

Le differenze tra SIT e SSD si possono comunque circoscrivere a due elementi di rilievo. Il primo si può trovare nell'interfaccia utente, che nei SSD è meno tecnica e prevede di norma percorsi di utilizzo maggiormente predefiniti e guidati, in quanto persegue un obiettivo specifico: consentire all'utente di maturare una sua decisione tramite l'utilizzo ripetuto del sistema. Il secondo, che costituisce la vera e propria caratteristica distintiva, è la presenza nei SSD di una base di modelli, che permette di fare previsioni, simulazioni e soprattutto di *interpretare* i dati, dando loro importanza e pesi a seconda delle priorità del decisore nella fase di scelta.

Il confronto tra le strutture di SIT e SSD evidenzia quindi una forte analogia tra i due sistemi: in sostanza, un SIT fornisce al SSD la base dati, gli strumenti per la gestione e manipolazione della base dati, buona parte degli strumenti di analisi, parte della base di conoscenze metodologiche, eventualmente alcuni modelli; le parti restanti, in particolare le competenze specialistiche e i modelli settoriali, sono tipicamente fornite da strutture dedicate alle tematiche specifiche e caratteristiche del SSD. La presenza di un SIT efficiente e di conoscenze specialistiche settoriali risultano quindi essere i requisiti principali per il fruttuoso sviluppo di un SSD. La forte correlazione tra i due sistemi spiega anche perché, nella realtà, sia frequente trovare i SSD effettivamente attivi legati ai SIT: in questi ultimi si trovano infatti storicamente le competenze informatiche e metodologiche di analisi delle informazioni territoriali, i dati geografici e alfanumerici, le risorse informatiche e tecnologiche necessarie per avviare e soprattutto mantenere il SSD.

5.5. Un esempio di impiego del SIT come SSD

Marco Banderali, Marco Broglia

Al fine di dare un'idea concreta di come il SIT possa fornire un effettivo supporto in un processo decisionale, si consideri, per esempio, la necessità di decidere ove localizzare sul territorio provinciale servizi di interesse sovracomunale quali nuove scuole superiori.

Supponiamo di disporre di numerosi dati, tutti informatizzati e, se possibile, dotati della parte geografica, rappresentante in questo caso la loro localizzazione:

- cartografia di base del territorio provinciale, ad esempio, la Carta Tecnica Regionale (CTR, Figura 5.5);
- popolazione residente, disaggregata per classi di età (Tabella 5.1);
- scuole superiori esistenti e loro capacità ricettiva (Tabella 5.2);
- altre dotazioni di servizi comunali (Tabella 5.3, Tabella 5.4, Tabella 5.5);
- infrastrutture di trasporto esistenti (strade, ferrovie, metropolitane), loro lunghezze, fermate e capacità (Figura 5.6).



Figura 5.5 – Cartografia di base – CTR Regione Lombardia 1994 (stralcio)

Tabella 5.1 – Popolazione residente disaggregata per classi d'età – Fonte: Censimento Istat 2001, Classi di età

COMUNI	Classi di età																		Totale
	Meno di 5	Da 5 a 9	Da 10 a 14	Da 15 a 19	Da 20 a 24	Da 25 a 29	Da 30 a 34	Da 35 a 39	Da 40 a 44	Da 45 a 49	Da 50 a 54	Da 55 a 59	Da 60 a 64	Da 65 a 69	Da 70 a 74	Da 75 a 79	Da 80 a 84	Da 85 e più	
Provincia di Milano																			
Abbiategrosso	1188	1173	1218	1272	1460	2093	2302	2340	1999	1877	1853	1661	1993	1652	1396	1076	559	627	27739
Agrate Brianza	607	595	610	598	705	950	1078	1146	967	904	989	796	788	676	503	409	205	182	12708
Aicurzio	94	85	98	75	124	154	188	173	128	154	153	123	118	98	82	75	30	28	1980
Albairate	240	203	213	185	225	288	397	423	333	293	302	235	218	193	163	129	45	63	4148
Albiate	304	258	206	215	256	390	501	573	404	297	329	276	305	268	267	185	91	91	5216
Arconate	304	249	221	238	328	468	564	508	400	353	408	330	340	243	187	149	69	81	5440
Arcore	779	785	772	727	925	1212	1387	1437	1296	1154	1219	1044	1131	872	770	599	272	282	16663
Arese	854	801	845	929	1165	1453	1393	1386	1318	1342	1675	1664	1493	892	599	406	239	317	18771
Arluno	436	396	444	473	535	759	867	834	735	711	693	598	639	508	453	353	184	197	9815
Assago	373	411	459	389	444	568	640	693	680	678	631	475	367	246	184	114	53	42	7447
Bareggio	768	734	718	811	883	1145	1398	1520	1263	1159	1153	966	982	828	576	438	204	213	15759
Barlassina	252	236	257	256	328	485	491	496	425	432	439	367	421	328	291	216	105	102	5927
Basiano	131	128	145	149	187	259	225	248	204	238	249	200	176	123	92	61	30	23	2868
Basiglio	568	618	591	422	343	393	657	963	975	727	614	481	330	233	169	119	66	67	8336
Bellinzago Lombardo	166	190	168	189	206	237	295	304	285	282	296	232	213	158	129	93	56	39	3538
Bellusco	287	226	260	287	368	512	518	531	421	427	482	396	434	338	250	227	87	111	6162
Bernareggio	474	370	374	381	445	636	772	811	661	552	576	475	514	397	352	274	131	103	8298
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabella 5.2 – Tipologie di scuole superiori e loro capacità ricettiva – Fonte: Provincia di Milano: Iscritti alle scuole medie superiori, anno scolastico 1997-98

Comune	Licei scientifici	Licei classici	I.T. comm geo.per.az.	Ist. Tecn. Industriali	I.T. vari e speriment.	L. Artist e I. d'arte	I. Magistrali	I.P.S. Comm. e Turistici	I.P. Ind. Artig.	I.P. vari	Totale Istituti
	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti	iscritti
Abbiategrosso	481		475	448				180			1584
Arcore								217			217
Arese	757					234					991
Besana in Brianza			404		249				27		680
Bollate					1639						1639
Bresso								404			404
Brugherio								171			171
Canegrate	217										217
Carate Brianza				811							811
Cassano d'Adda	443										443
Cassina de' Pecchi									93		93
Castano Primo	213		157		562						932
Cernusco s/N.					1361				561		1922
Cesano Maderno			627	692							1319
Cinisello Balsamo	1287	211	1240	658				200			3596
Cologno Monzese	441	86	884								1411
Corbetta									222		222
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabella 5.3 – Biblioteche – Sedi e volumi per Comune – Fonte: Regione Lombardia: Le biblioteche comunali della Lombardia. Censimento al 1994, Milano 1996

Comuni	sistema bibliotecario	sedi	n. volumi
Abbiategrosso	Abbiategrosso	1	25019
Agrate Brianza	Vimercatese	1	19234
Aicurzio	Vimercatese	1	4995
Albairate	Abbiategrosso	1	6040
Albate	Brianza	1	6646
Arconate	Castano Primo	1	8945
Arcore	Vimercatese	1	26481
Arese	Novate/Arese/Bollate	1	17732
Arluno	Magenta	1	11776
Assago	Corsico	1	11018
Bareggio	Magenta	1	15208
Barlassina	Brianza	1	11991
Basiano	dell'Adda	1	2152
Bellinzago Lombardo	dell'Adda	1	4859
Bellusco	Vimercatese	1	7271
Bernareggio	Vimercatese	1	10205
---	---	---	---

Tabella 5.4 – I musei – Sedi e visitatori per tipologia e Comune – Fonte: Regione Lombardia 1998

Comune	musei storico-artistici ed archeologici		musei etnografici e compositi		musei scientifici e naturalistici		totale sedi	totale visitatori
	sedi	visitatori	sedi	visitatori	sedi	visitatori		
Abbiategrosso	(1)	in allestimento					(1)	
Arese			1	53.000			1	53.000
Biassono			(1)	in allestimento			(1)	
Carate Brianza	(1)	in allestimento					(1)	
Corbetta	1	500					1	500
Cusano M.	1	n.d.					1	n.d.
Desio					1	25.000	1	25.000
Giussano					1	500	1	500
Legnano	1	1.500					1	1.500
Lissone	1	2.200					1	2.200
Milano	18	1.515.671	11	237.764	3	703.774	32	2.457.209
Monza	2	92.000	1	3.500			3	95.500
Morimondo	(1)	in allestimento					(1)	
Opera	1	n.d.					1	n.d.
Parabiago			1	2.000			1	2.000

Tabella 5.5 – Sale per lo spettacolo – Sale per tipologia e per Comune – Fonte: Regione Lombardia Settore Cultura e Informazione; AGIS

Comune	cinema industriali			sale della comunità			teatri		totale sale spettacoli esistenti		progetti multisala		
	cinema- tografi	di cui multisala	numero schermi	numero posti	numero sale	numero posti	numero sale	numero posti	numero sale	numero posti	im- pianti	numero schermi	numero posti
Abbiategrosso					2	849			2	849			
Agrate Brianza					1	81			1	81			
Albate					1	412			1	412			
Arcore	1		1	894	1	632			2	1.526			
Arese					1	594			1	594			
Arluno					1	380			1	380			
Assago									–	–	1	14	2.500
Bareggio					1	362			1	362			
Bellusco					1	420			1	420			
Besana in Brianza					1	460			1	460			
Biassono					1	357			1	357			
Binasco					1	160			1	160			
Boffalora sopra Ticino					1	400			1	400			
Bollate					2	1.068	1		3	1.068			
Bovisio Masciago					1	400			1	400			
Bresso					1	430			1	430			
Brugherio					1	629			1	629			
Busnago					1	320			1	320			
Busto Garolfo					1	349			1	349			

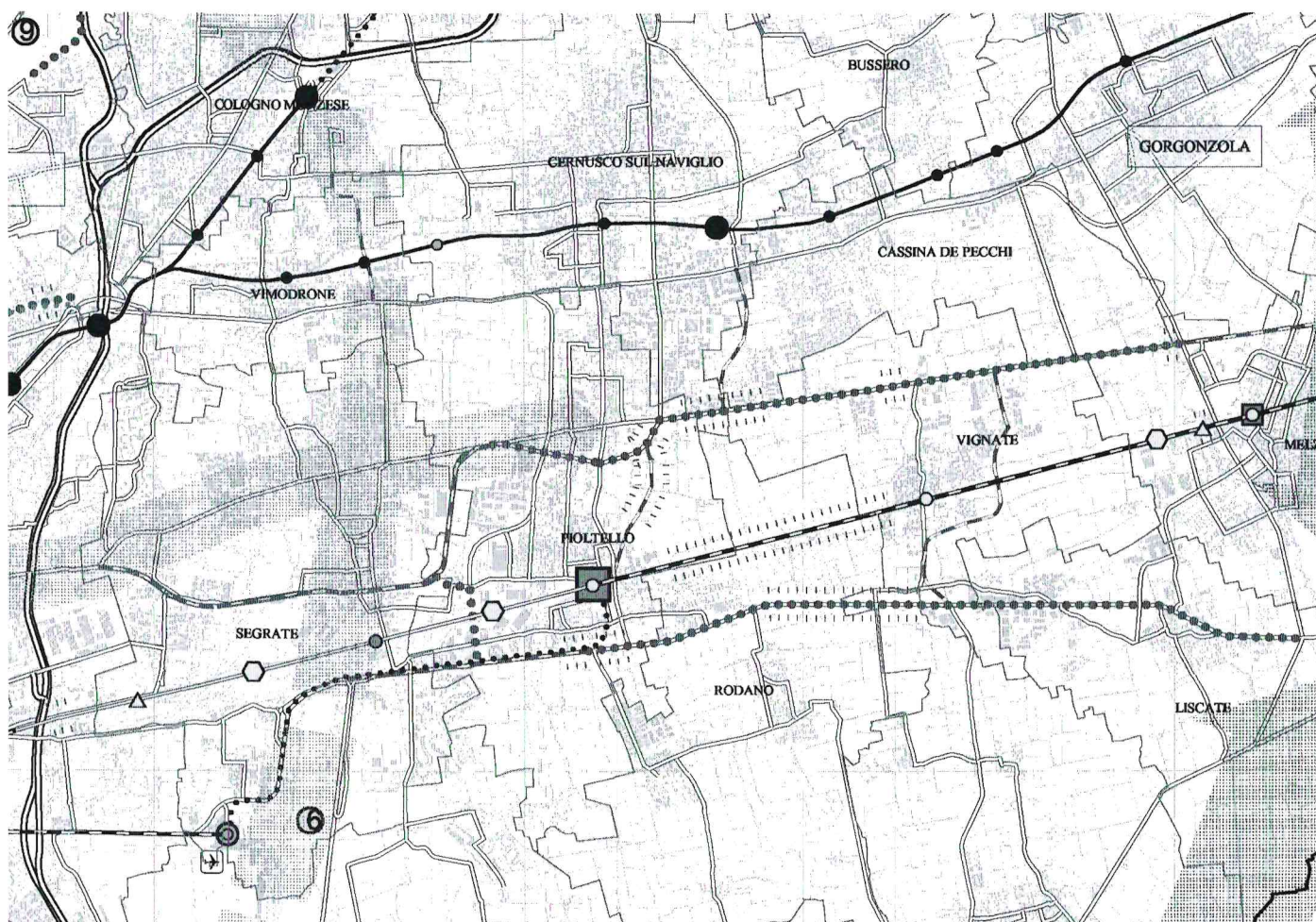


Figura 5.6 – Grafo delle infrastrutture esistenti e previste della Provincia di Milano – Fonte: Provincia di Milano, PTCP

Si intuisce chiaramente che questi dati saranno preziosi, anzi indispensabili, nella soluzione del nostro problema, ma si capisce anche che, numerosi, dettagliati ed eterogenei come sono, risulteranno difficili da utilizzare, in particolare da parte di un decisore non tecnico. Occorre dunque effettuare un primo passo di *organizzazione e selezione*. Decidiamo, come ipotesi di progetto, di circoscrivere il territorio ad un ambito formato da alcuni Comuni dell'area nord-est milanese.

Attraverso semplici aggregazioni e selezioni, per ciascun Comune dell'ambito di interesse otteniamo le seguenti informazioni:

- il numero di servizi già presenti, compresi gli iscritti alle scuole superiori (Tabella 5.6);
- stima della popolazione potenzialmente interessata all'utilizzo delle sedi per l'istruzione media superiore, in un generico quinquennio nell'arco dei prossimi quindici anni (Tabella 5.7).

Attraverso *analisi* più articolate è possibile partire dai dati disponibili per derivarne di nuovi, che evidenzino particolari proprietà; in questo caso è, ad esempio, possibile calcolare un indice di accessibilità a ciascun Comune, che esprima in forma estremamente sintetica quanto è facile arrivare in quel Comune utilizzando la rete di infrastrutture di trasporto disponibili. L'accessibilità dei Comuni è stata classificata in base a dati quantitativi e qualitativi rispetto a:

- trasporto privato su gomma (viabilità di livello sovracomunale);
- trasporto su ferro passeggeri (ferrovie e metropolitane) e merci.

Elemento fondamentale per la valutazione dell'accessibilità dei Comuni è la loro distanza rispetto alle infrastrutture e quindi la possibilità di accedere alle reti.

Tabella 5.6 – Dotazione di servizi comunali

Comune	popolazione	biblioteche		sale per lo spettacolo		musei		iscritti nelle scuole
		n	volumi	n	posti	n	visitatori	
Bellinzago Lombardo	3538	1	4859	0	0	0		0
Brugherio	31470	1	42541	1	629	0		171
Bussero	8493	1	10154	0	0	0		0
Carugate	12635	1	14634	1	330	0		0
Cassina de' Pecchi	12326	1	7649	1	480	0		93
Cernusco sul Naviglio	26958	1	16181	2	692	0		1922
Cologno Monzese	48262	1	41491	12	3400	0		1411
Gessate	5508	1	10225	0	0	0		0
Gorgonzola	17674	1	19958	1	728	0		1851
Liscate	3408	0	0	1	192	0		0
Melzo	18546	1	36132	7	1990	0		790
Pessano con Bornago	8309	1	7461	0	0	0		0
Pioltello	31936	1	16854	0	0	0		1222
Pozzuolo Martesana	7233	1	2301	0	0	0		0
Rodano	4325	1	6322	0	0	0		0
Vignate	7854	1	13918	0	0	0		0
Vimodrone	13868	1	12476	1	202	0		0

Tabella 5.7 – Popolazione potenzialmente interessata all'utilizzo delle sedi per l'istruzione media superiore

Comuni	stima della popolazione interessata
Bellinzago Lombardo	178
Brugherio	1461
Bussero	443
Carugate	645
Cassina de' Pecchi	541
Cernusco sul Naviglio	1183
Cologno Monzese	2196
Gessate	254
Gorgonzola	802
Liscate	190
Melzo	806
Pessano con Bornago	453
Pioltello	1607
Pozzuolo Martesana	341
Rodano	205
Vignate	409
Vimodrone	576

È stata calcolata la distanza in linea d'aria tra infrastruttura di riferimento, stazione o svincolo, e centroide del territorio comunale.

Rispetto all'accessibilità viabilistica, i Comuni possono essere classificati secondo criteri che valu-

tino il livello di connessione alla rete principale, considerando come rete principale la maglia autostradale e le arterie a doppia carreggiata con svincoli a due livelli. Sulla base di tale principio si distinguono le seguenti tre classi:

Classe A: Comuni con eccellente accessibilità viaria: sono quei Comuni il cui centroide è ad una distanza massima di 3 km da uno svincolo della rete principale;

Classe B: Comuni con buona accessibilità viaria: sono quei Comuni il cui centroide è ad una distanza massima di 6 km da uno svincolo della rete principale;

Classe C: Comuni con accessibilità viaria di livello locale: gli altri Comuni.

Relativamente al trasporto pubblico su ferro, a partire dai risultati dello studio «Classificazione delle Stazioni del SFR» (Regione Lombardia, 1998), condotto su tutte le stazioni/fermate della Regione, si ripropone il criterio utilizzato per la viabilità. In questo caso si ottiene per ogni Comune un livello di accessibilità ferroviaria (Classi A, B e C) determinato dalla presenza di almeno una stazione alla distanza massima di 3 km dal centroide del territorio comunale; in caso di presenza di più stazioni, dovrà essere valutata la migliore.

La classificazione risulta quindi:

Classe A: Comuni con eccellente accessibilità ferroviaria: sono quei Comuni il cui centroide è ad una distanza massima di 3 km da una stazione di classe «A», o quei

Comuni il cui centroide è alla distanza massima di 1,5 km da una fermata di metropolitana;

Classe B: Comuni con buona accessibilità ferroviaria: sono quei Comuni il cui centroide è ad una distanza massima di 3 km da una stazione di classe «B», o quei Comuni il cui centroide è ad una distanza massima di 6 km da una stazione di tipo «A», o quei Comuni il cui centroide è alla distanza massima di 3 km da una fermata di metropolitana;

Classe C: Comuni con scarsa o nulla accessibilità ferroviaria: gli altri Comuni.

Sulla base delle precedenti definizioni è possibile costruire la seguente Tabella 5.8 ed elaborare apposite mappe per la rappresentazione del livello di accessibilità dei singoli Comuni (Figura 5.7, Figura 5.8).

Un'ulteriore fase è quella di *interpretazione* dei dati/informazioni finora ottenuti. Dando un peso arbitrario ai servizi presenti, dividendo la somma pesata per la popolazione residente e normalizzando i valori così calcolati, si ottiene per ciascun Comune un indice di «disponibilità di servizi», espresso in Tabella 5.9.

Tabella 5.8 – Classificazione del livello di accessibilità comunale

NUM	ISTAT	NOME	Classe accessibilità viaria	Classe accessibilità su ferro
1	15016	Bellinzago Lombardo	B	A
2	15034	Brugherio	A	B
3	15040	Bussero	B	A
4	15051	Carugate	A	C
5	15060	Cassina de' Pecchi	B	A
6	15070	Cernusco sul Naviglio	A	A
7	15081	Cologno Monzese	A	A
8	15106	Gessate	A	A
9	15108	Gorgonzola	B	A
10	15122	Liscate	C	B
11	15142	Melzo	C	A
12	15172	Pessano con Bornago	A	B
13	15175	Pioltello	B	A
14	15178	Pozzuolo Martesana	C	B
15	15185	Rodano	C	A
16	15237	Vignate	C	B
17	15242	Vimodrone	A	A

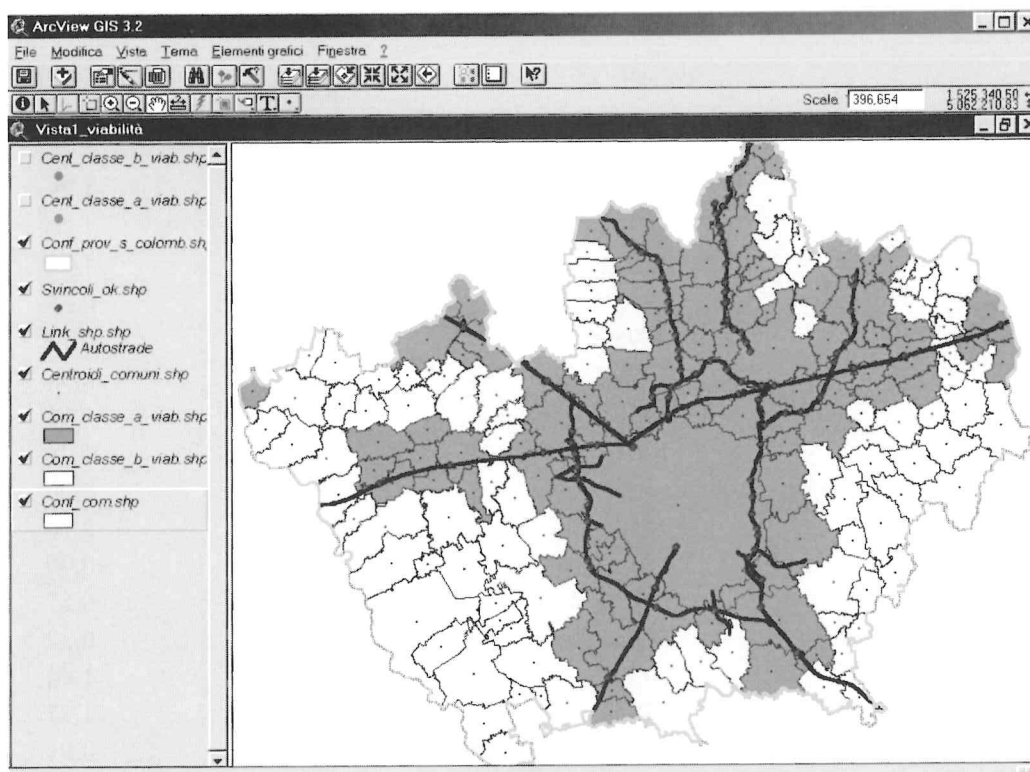


Figura 5.7 – Suddivisione dei Comuni in classi di accessibilità viaria

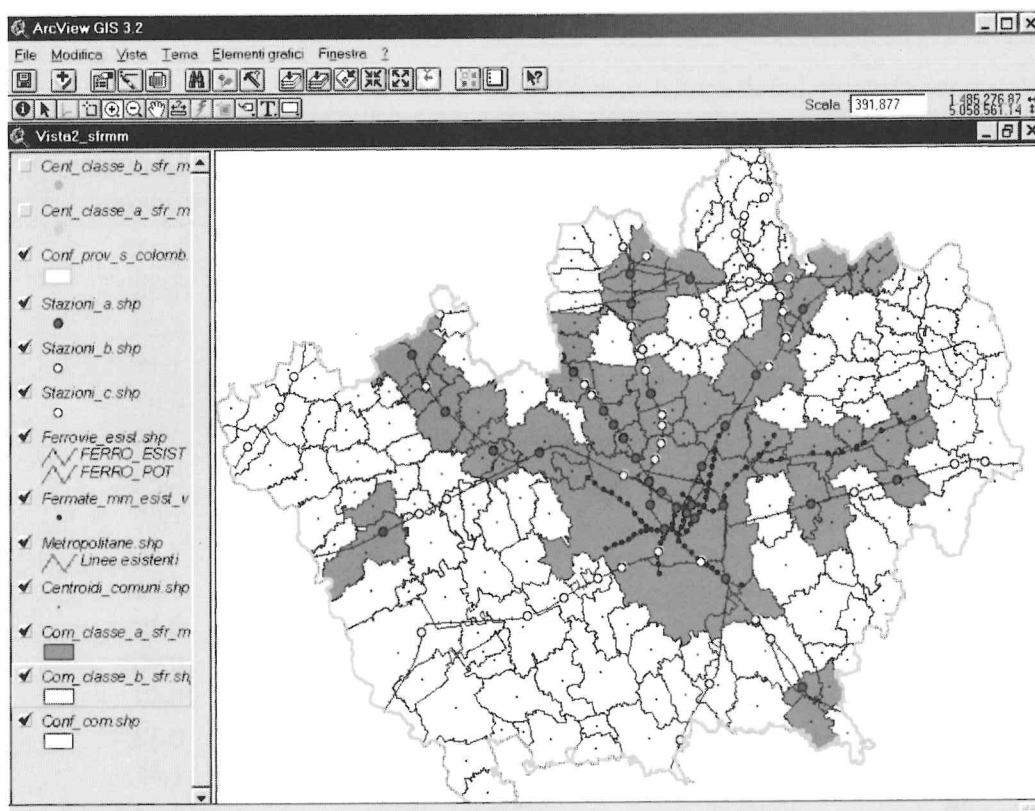


Figura 5.8 – Suddivisione dei Comuni in classi di accessibilità ferroviaria

Tabella 5.9 – Indice sintetico di disponibilità di servizi comunali

Comune	popolazione	Indice sintetico di disponibilità di servizi
Bellinzago Lombardo	3538	1,37
Brugherio	31470	1,38
Bussero	8493	1,20
Carugate	12635	1,18
Cassina de' Pecchi	12326	0,67
Cernusco sul Naviglio	26958	0,70
Cologno Monzese	48262	0,96
Gessate	5508	1,86
Gorgonzola	17674	1,28
Liscate	3408	0,06
Melzo	18546	2,10
Pessano con Bornago	8309	0,90
Pioltello	31936	0,57
Pozzuolo Martesana	7233	0,32
Rodano	4325	1,46
Vignate	7854	1,77
Vimodrone	13868	0,91

Si possono poi mettere in grafico le coppie «disponibilità di servizi», «accessibilità» e di conseguenza classificare i Comuni in gruppi omogenei. La Figu-

ra 5.9, costruita a partire dalla Tabella 5.10, rappresenta la «distribuzione» dei servizi e dell'accessibilità caratteristici di ciascun Comune.

Tabella 5.10 – Relazione disponibilità di servizi-accessibilità

Istat	numero identificativo	Comune	popolazione	Indice sintetico di disponibilità di servizi	Indice accessibilità
15016	1	Bellinzago Lombardo	3538	1,37	5
15034	2	Brugherio	31470	1,38	5
15040	3	Bussero	8493	1,20	5
15051	4	Carugate	12635	1,18	4
15060	5	Cassina de' Pecchi	12326	0,67	5
15070	6	Cernusco sul Naviglio	26958	0,70	6
15081	7	Cologno Monzese	48262	0,96	6
15106	8	Gessate	5508	1,86	6
15108	9	Gorgonzola	17674	1,28	5
15122	10	Liscate	3408	0,06	3
15142	11	Melzo	18546	2,10	4
15172	12	Pessano con Bornago	8309	0,90	5
15175	13	Pioltello	31936	0,57	5
15178	14	Pozzuolo Martesana	7233	0,32	3
15185	15	Rodano	4325	1,46	4
15237	16	Vignate	7854	1,77	3
15242	17	Vimodrone	13868	0,91	6

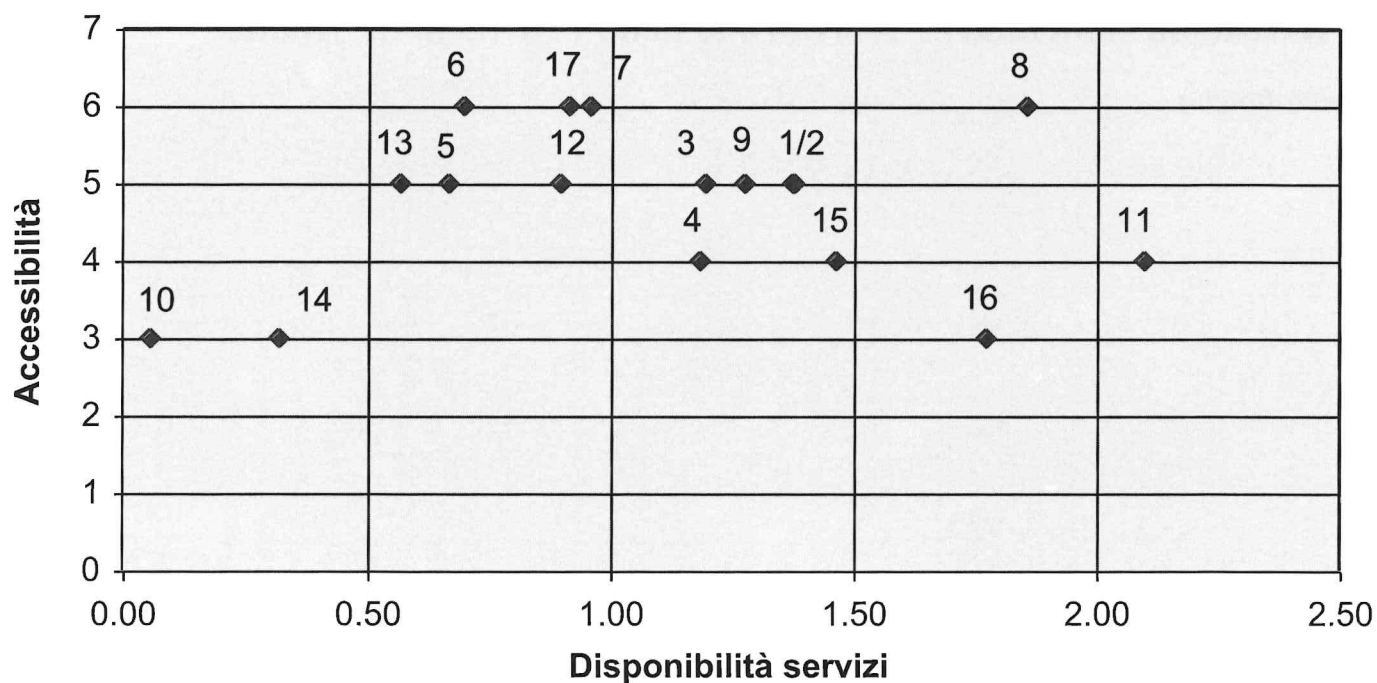


Figura 5.9 – Distribuzione disponibilità di servizi-accessibilità

La lettura dei dati come sopra elaborati permette ora di operare delle scelte, anche da parte di un decisore non tecnico. Infatti un criterio di localizzazione, reso evidente mediante l'impiego di tali grafici, potrebbe, ad esempio, privilegiare i Comuni con alto grado di accessibilità, ma basso livello di disponibilità di servizi attuale.

Si comprende quindi come, in questo processo, i dati disponibili in forma iniziale vengano progressivamente trasformati in informazione orientata al problema o alla decisione oggetto di attenzione.

Avvalendosi della cartografia di base e di ulteriori dati geografici tematici, quali, ad esempio, le

previsioni urbanistiche per i Comuni candidati, sarà anche possibile ipotizzare una localizzazione delle nuove scuole e preparare un'apposita mappa di presentazione, che costituisce ulteriore supporto alla scelta.

La possibilità di ripetere rapidamente il procedimento, interamente o in parte, utilizzando altri parametri, per esempio, diverse soglie per classificare i livelli di accessibilità o diversi valori dei pesi assegnati ai servizi, risulta una caratteristica determinante del processo e permette al decisore di «esplorare» le possibili alternative, facilitandone il percorso decisionale.

6. Il Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Milano

Marco Broglia

Un'amministrazione provinciale, quale ente intermedio tra Comuni e Regione, gestisce fenomeni territoriali di notevole complessità e ciò richiede l'organizzazione di un sistema informativo integrato con le attività amministrative per l'efficace ed efficiente svolgimento dei propri compiti istituzionali. L'informatica in generale e le tecnologie GIS in particolare svolgono un ruolo fondamentale nel fornire agli uffici strumenti e supporto per la gestione dei processi di pianificazione e gestione del territorio; ne sono esempi la progettazione e la gestione di basi dati geografiche e la realizzazione e gestione di procedure automatizzate.

La Provincia di Milano ha istituito un sistema informativo territoriale all'inizio degli anni Novanta, con l'obiettivo di gestire le basi dati geografiche della Pianificazione Territoriale, mediante tecnologia GIS. Le principali attività svolte nei primi anni dall'ufficio SIT erano sostanzialmente di informatizzazione dei dati (progettazione di singoli strati informativi, costruzione cartografica, archiviazione, stampa e visualizzazione) a supporto dell'attività dei vari uffici.

Nel corso della sua attività, il SIT si è costantemente evoluto per far fronte ai radicali cambiamenti verificatisi durante l'ultimo decennio nel mondo dell'informatica e nel settore degli strumenti GIS in particolare. La capillare diffusione degli strumenti informatici, le potenzialità dei collegamenti in rete, la presenza di strumenti GIS e database anche geografici sempre più potenti, la crescente offerta di dati geografici informatizzati hanno infatti cambiato completamente le modalità di trattamento e fruizione dell'informazione geografica.

6.1. Obiettivi del SIT

In senso aziendale, la *mission* del SIT è fornire servizi relativi alle basi dati geografiche ai propri utenti: gli uffici provinciali, con particolare riferimento all'area del territorio, altri soggetti istituzionali e anche il pubblico in genere. La *vision* con la quale viene affrontato lo sviluppo strategico è di realizzare un reale sistema informativo esteso al territorio, in grado di sostenere sistemi di supporto alle decisioni in tema di pianificazione.

A partire da questa impostazione, sono stati definiti gli *obiettivi strategici*:

- miglioramento e adattamento dei servizi offerti alle esigenze dei propri utenti;
- miglioramento dell'efficienza del sistema;
- collaborazione con soggetti che affrontano problemi analoghi e coordinamento con enti sovraordinati (es.: Regione, Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie).

In un'ottica di medio periodo, si individuano i seguenti obiettivi specifici:

- perseguimento della qualità informatica dei dati geografici prodotti dagli uffici provinciali;
- riduzione delle ridondanze e incongruenze tra i dati, all'interno della Provincia e possibilmente anche tra diverse istituzioni;
- semplificazione dell'accesso ai dati geografici da parte degli utenti;
- estrazione di informazioni a valore aggiunto dai dati disponibili;

- facilitazione dello scambio dati tra soggetti istituzionali;
- realizzazione di supporto tecnico ai Comuni.

6.2. Attività e servizi

La più che decennale scelta dell'amministrazione provinciale di puntare sullo sviluppo di un SIT interno all'ente, rafforzata in occasione della decisione di sviluppare anche la redazione del PTCP basandosi principalmente sugli uffici, ha fatto sì che, affrontando nel tempo un'ampia gamma di problemi, il SIT abbia acquisito competenze che coprono la maggior parte delle aree relative al trattamento dei dati geografici.

- *Progettazione delle basi dati (geografiche).* Il SIT è in grado, a seguito di un'analisi dei requisiti, di svolgere le classiche fasi di progettazione concettuale, logica, fisica, arrivando anche alla loro implementazione.
- *Acquisizione e aggiornamento.* Vengono effettuate acquisizioni di nuovi dati e aggiornamento di database geografici esistenti, inoltre integrazione di database geografici esistenti o di nuova costruzione. Il SIT fornisce anche linee guida per l'appalto della costruzione di database geografici ed esecuzione di controlli riguardanti la struttura informatica dei database geografici prodotti da soggetti esterni.
- *Elaborazioni e analisi.* Vengono svolte interrogazioni, elaborazioni e analisi geografiche e alfanumeriche.
- *Cartografia tematica.* Il SIT è in grado di produrre tavole cartografiche tematiche finite, pronte per essere consegnate in tipografia.
- *Gestione dati.* Il SIT cura l'archiviazione, la documentazione, il recupero, l'integrazione dei dati per altri uffici.
- *Sviluppo applicazioni.* Vengono anche realizzate (semplici) applicazioni per la gestione degli archivi da parte del personale non informatico, basate su interfacce grafiche, con procedure semplificate e guidate.
- *Diffusione.* Realizzazione dell'accesso a dati geografici e documenti per il personale interno, tramite rete locale e pubblicazione all'esterno, mediante internet.
- *Gestione SIT.* Le fasi di scelta, acquisto, configurazione e gestione degli strumenti HW e SW GIS

specialistici vengono svolte dal SIT stesso, con il supporto di personale amministrativo.

- *Collaborazioni istituzionali.* Il SIT collabora correntemente con i Comuni, la Regione Lombardia, il Politecnico di Milano e saltuariamente con altri enti.

L'approccio prevalente ai lavori è di internalizzare le attività e le competenze critiche, anziché appaltarle. Di massima vengono affidate esternamente attività quantitative/ripetitive, oppure a volte si ricorre ad un supporto specialistico esterno temporaneo per l'introduzione di nuovi elementi molto tecnici.

Una particolare attenzione è rivolta alle amministrazioni comunali, nei confronti delle quali sono state svolte e sono in corso di preparazione attività di supporto tecnico e collaborazione. Per esempio, sono stati svolti seminari tecnici riguardanti tematiche GIS e SIT e sono stati pubblicati dati territoriali comunali su Websit, il sito di cartografia interattiva del SIT. Sul sito internet della Provincia (www.provincia.milano.it/pianificazione), si trovano estensioni software GIS utili per l'integrazione di basi cartografiche di provenienza diversa.

Per supportare la fase di attuazione del PTCP, ai Comuni sono stati inviati gli strati GIS relativi alle banche dati con le quali sono state prodotte le tavole del PTCP stesso. Per facilitare ulteriormente la consultazione di questi dati, anche da parte di utenti che non dispongano di software GIS, è stato realizzato un CD che consente la consultazione interattiva e la stampa delle stesse banche dati. Il CD è stato inviato a tutti i Comuni della Provincia di Milano.

Il principale strumento per incentivare lo sviluppo dei SIT comunali è stato attivato nell'anno 2004; si tratta dell'«Invito ai Comuni a presentare progetti finalizzati allo sviluppo di Sistemi Informativi Territoriali e di basi dati geografiche per l'erogazione dei relativi finanziamenti provinciali». In pratica la Provincia ha predisposto un bando di cofinanziamento nei confronti dei Comuni che intraprendano l'attivazione di un SIT o l'acquisizione in formato digitale di basi dati territoriali.

6.3. Struttura e impostazione del SIT provinciale

Nel seguito si descrive in modo estremamente sintetico la struttura del SIT provinciale, riferendosi anche ai componenti «classici» trattati precedentemente. Lo scopo è quello di dare al lettore un'idea pra-

tica dell'insieme di risorse che in un caso reale permettono ad un SIT di operare efficacemente.

Banche dati. Il SIT dispone di numerose banche dati, in vari formati e supporti, relative a un'ampia gamma di tematiche territoriali.

Vi sono in primo luogo i dati informatizzati, in formato raster e vettoriale. I principali dati raster sono tutti in scala nominale 1:10.000. Si tratta della Carta Tecnica Regionale (CTR) del 1980, della CTR 1994 e delle ortofoto a colori it2000. La CTR 1994 è ancora utilizzata sia come base cartografica di riferimento nelle acquisizioni dati, sia come «sfondo» in fase di restituzione.

I dati informatizzati vettoriali spaziano su numerose tematiche (per esempio, urbanistica, paesaggio, architettura, vincolistica, trasporti, pianificazione, uso del suolo, ecologia) e sono di norma in scala nominale 1:10.000, con qualche eccezione verso scale nominali più piccole. Si citano, unicamente a scopo di esempio, le seguenti: Aree dismesse, Complessi rurali, Scuole medie superiori, Vincoli idrogeologici, Pianta monumentali, Aree da bonificare, Aree a Rischio Industriale, Piano faunistico-venatorio, Beni architettonici e ambientali, Grafo del modello trasporti, Carta dei vincoli sovraordinati, Centri storici, CTR vettoriale 1979/81, CT10, Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC), Mosaico Informatizzato dei Piani delle Aree Regionali Protette (MIPARP). Sono poi in uso corrente le basi dati geografiche relative al PTCP 2003.

Naturalmente, si trovano in archivio anche cartografie tradizionali su supporto cartaceo o su film, per esempio il Piano paesistico regionale 1989, in scala 1:10.000, la CTR 1980 e la CTR 1994, entrambe in scala 1:10.000. Sempre su supporto cartaceo, vi sono foto aeree in bianco e nero (aggiornamento CTR 1994) e foto aeree a colori.

Base di conoscenze e metodi. Le principali conoscenze presenti nel SIT riguardano la progettazione basi dati (territoriali) e l'utilizzo di strumenti GIS e database. L'impiego dei GIS risulta importante anche in tema di editing dei dati e restituzione cartografica di mappe, in fase di elaborazione e interrogazione, e anche riguardo al tema «avanzato» dei Web-GIS, vale a dire i software che permettono la pubblicazione dei dati GIS in internet.

Risultano poi necessarie competenze nel campo dell'informatica di base, con elementi di programmazione, almeno a livello di composizione di semplici script per automatizzare serie di comandi ripetitivi, ottima conoscenza da utente del sistema operativo Windows (2000/XP), buona da amministratore e di base per quanto riguarda l'amministrazione della versione server. È inoltre presente la capacità di gestire ed utilizzare anche il sistema operativo Unix. Un'ulteriore competenza rivelatasi molto utile è la gestione e configurazione del collegamento in rete delle postazioni di lavoro. Ultimo aspetto, la conoscenza di strumenti di office automation e grafica.

Nel SIT sono inoltre presenti competenze di base relative ai fenomeni territoriali (in particolare urbanistici e paesistici) di competenza provinciale, che permettono di interfacciarsi con i colleghi cosiddetti «disciplinari», i quali si occupano in primo luogo dei suddetti fenomeni. Il SIT opera costantemente con gli esperti disciplinari responsabili dei contenuti delle basi dati geografiche all'interno della Provincia e frequentemente collabora con altri soggetti istituzionali.

Personale. Il personale afferente al SIT presenta le seguenti figure professionali: progettista di basi dati geografiche, esperto di strumenti GIS, disegnatore GIS, sistemista, tecnico informatico, amministratore dati. In aggiunta agli aspetti puramente professionali, vanno sottolineate alcune attitudini importanti: la capacità di lavorare in gruppo interfacciandosi con uffici «disciplinari», spesso portatori di esigenze e culture profondamente eterogenee rispetto al SIT; la capacità di definire e rispettare procedure interne e di altri enti; l'esperienza nella gestione dei rapporti personali e delle trattative con aziende.

Utenti. Gli utenti del SIT sono in realtà molteplici: in primo luogo i colleghi della Pianificazione Territoriale provinciale, con i quali c'è uno strettissimo rapporto di collaborazione e ai quali sono offerti tutti i servizi erogabili dal SIT. In seconda battuta vi sono i colleghi provinciali, dai quali i servizi più frequentemente richiesti sono la progettazione dati e la redazione di cartografie finite. Un'altra categoria di utenti è costituita dagli altri enti pubblici (in particolare i Comuni), per arrivare anche ai privati cittadini, i quali possono fruire sostanzialmente della pubblicazione internet dei dati e di cartografie su supporto cartaceo.

Strumenti software e hardware. Il SIT dispone, con differente numero di licenze, di vari software GIS: ArcGIS, Arcview, AutoCAD Map, GRASS. Più specificamente per il trattamento dei raster: ERDAS, ERMapper. Per la pubblicazione internet: ArcIMS, Mapserver, ImageWebServer. Sul fronte database è ampiamente impiegato Access e si sta lavorando per introdurre Oracle.

I sistemi operativi presenti sono Sun solaris e Windows (2000, XP, 2003 srv), inoltre, per rendere possibile la connessione dei sistemi Windows al server Unix, è stato installato su quest'ultimo il protocollo di comunicazione Samba.

Architettura. L'architettura client server del SIT è quindi composta da client PC Windows e server Unix e Windows, connessi in rete locale a 100Mb/s; le applicazioni GIS sono eseguite sui client dagli utenti, mentre la base dati, i servizi di condivisione di file, stampanti e plotter e le applicazioni complesse sono gestite dai server che devono garantire la robustezza dell'intero sistema (per esempio, mediante il mirroring dei dischi). Alla base dati accedono in sola lettura i normali utenti e l'aggiornamento dei dati è gestito centralmente dall'ufficio SIT.

Rete. L'impiego della rete telematica è sempre più ampio, in particolare la rete locale è lo strumento correntemente usato per condividere i dati e sincronizzarsi, in modo tale da non creare copie divergenti dei dati e rendere subito disponibili gli elaborati, per esempio, a scopo di fruizione e controllo. D'altra parte, la rete internet è utilizzata con lo scopo di diffondere i dati, contenendo i tempi dedicati allo scambio delle informazioni.

Parametri GIS e qualità dei dati. Per quanto riguarda i parametri cartografici adottati, la scala nominale è di norma 1:10.000, in accordo con la CTR; le scale cartografiche di restituzione variano a seconda delle esigenze, le più frequenti sono 1:10.000 e 1:25.000.

Il Sistema di Coordinate utilizzate in Regione Lombardia è quello denominato Gauss – Boaga, riferito all'ellissoide Internazionale di HAYFORD (1909), orientato a Roma Monte Mario (1940), con proiezione Universal Transverse Mercator (UTM), avente come meridiano centrale del fuso quello di coordinate $-3^{\circ} 27' 08'',4$ (rispetto a Monte Mario) oppure $+9^{\circ} 00' 00'',0$ (rispetto a Greenwich), con ampiezza 6° del fuso stesso.

I parametri adottati per quanto riguarda la qualità dei dati sono di norma la precisione (espressa dalla scala nominale), la completezza (rispetto ad una fonte), l'integrità e, in funzione delle circostanze, l'accuratezza posizionale e degli attributi (generalmente rispetto ad una fonte e non rispetto alla realtà).

I formati in uso, per i dati vettoriali, sono la cover (Arc/Info) nel caso sia richiesta la topologia e lo shapefile, altrimenti, raramente si trovano dwg e dxf. Per quanto riguarda i raster, sono presenti i formati tiff georeferenziato ed ecw. I dati alfanumerici vengono archiviati solitamente nelle strutture direttamente collegate alla geometria (tabelle Info o dbf), nel caso di dati con struttura o relazioni più articolate si utilizza un database Access (mdb) e lo si collega successivamente alla geometria. Sono state svolte sperimentazioni con il personal geodatabase e sono in corso i lavori per introdurre Oracle.

La documentazione (metadato) viene redatta secondo quanto indicato in precedenza, precisando: informazioni generali sui dati, elementi di qualità dei dati, sistema di coordinate ed estensione, definizione dei dati, informazioni per la distribuzione, informazioni sul metadato stesso.

6.4. Esempi di organizzazione e metodologie del SIT

Marco Broglia, Franco Comelli

A fronte dell'incremento delle dimensioni e della sua complessità di sistema (quantità e rapidità di evoluzione dei dati, numero di utenti attuali e potenziali, tipologie di funzioni attese), per soddisfare le richieste degli utenti, il SIT ha definito e implementato numerose soluzioni di tipo metodologico ed organizzativo, che l'esperienza pratica ha poi selezionato, mostrando il loro grado di efficacia e di aderenza alle esigenze degli utenti. Seguono alcuni esempi, relativi alla documentazione, all'archiviazione e all'organizzazione di dati e documenti in generale, alla realizzazione e organizzazione di servizi e applicazioni in rete. Vengono inoltre descritte soluzioni e possibilità per la gestione della dimensione temporale nei dati.

6.4.1. Il catalogo dati

Un importante compito che il SIT svolge all'interno dell'amministrazione provinciale, in particolare per

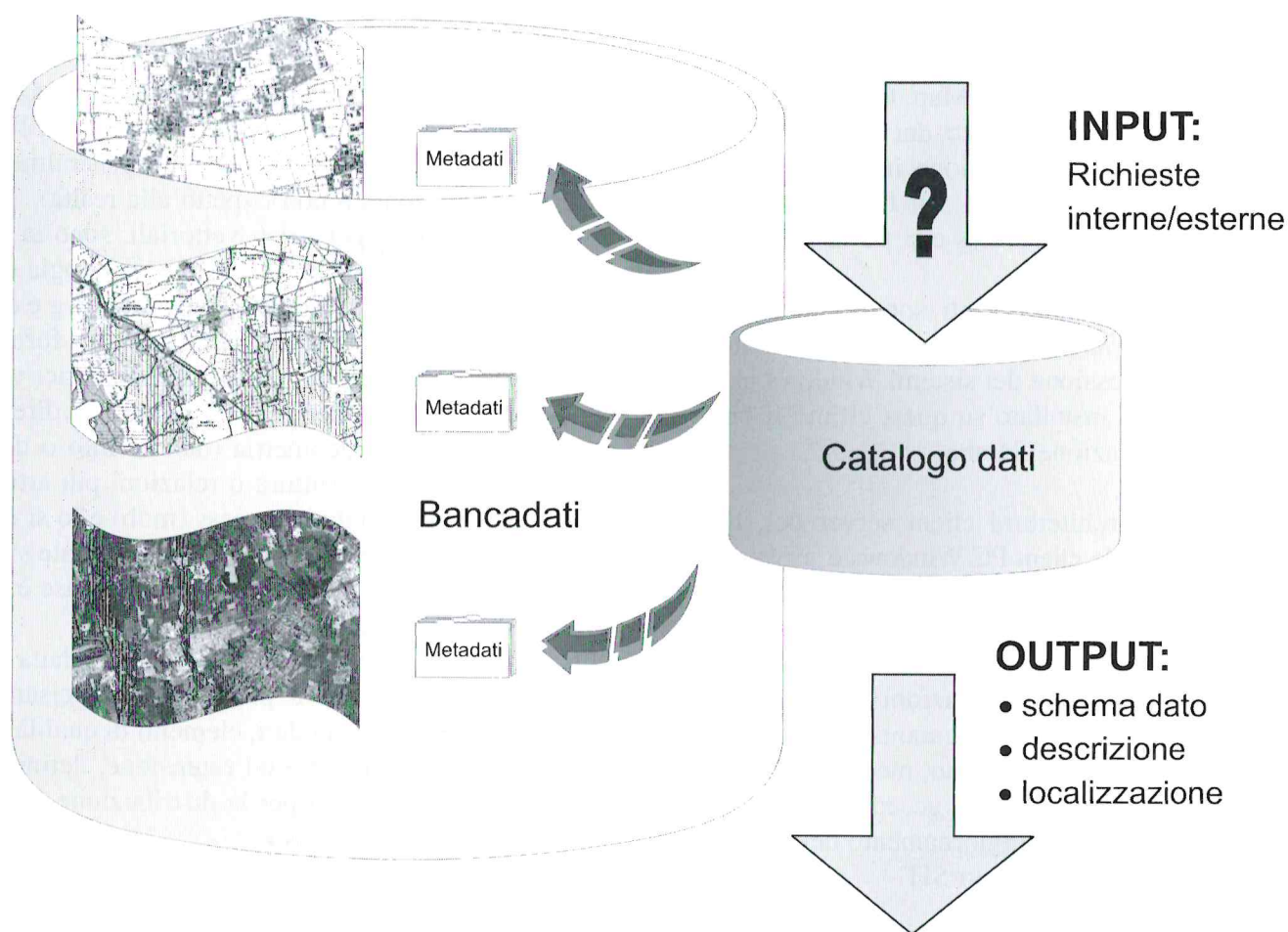


Figura 6.1 – Il catalogo dati semplifica la ricerca dei dati presenti in bancadati

la Pianificazione Territoriale, è quello di garantire una corretta e rigorosa archiviazione dell'informazione geografica. Ciò si traduce in poche parole nell'organizzazione di un archivio che contenga e permetta di recuperare tutte le basi di dati geografiche in modo efficiente e ordinato, potendo fornire con rapidità le informazioni agli utenti interni ed esterni.

È inoltre importante conservare, accanto ai dati stessi, i relativi metadati, per consentire agli utenti di valutare l'utilità dell'informazione a disposizione per l'applicazione di loro interesse, per fornire l'opportuna documentazione nel caso di scambio o trasferimento di dati; per disporre di documentazione ad uso interno al fine di registrare la provenienza e il processo di aggiornamento subito dai dati. In un lavoro continuo negli ultimi anni, il SIT ha provveduto a catalogare tutte le basi dati a disposizione della pianificazione territoriale provinciale in un apposito database (Figura 6.1), avendo cura di recuperare alcune delle importanti e numerose voci di cui un metadato è composto.

Dal catalogo dati è possibile estrarre una rapportistica completa e aggiornata dello stato degli archivi del SIT. I funzionari dell'ente possono in qualsiasi momento ottenere un elenco delle banche dati disponibili con la descrizione del contenuto e dell'ubicazione delle stesse. Questa operazione facilita l'evacuazione di richieste dati interne, ma anche esterne.

6.4.1.1. Il database

Come illustrato nella Figura 6.2, a livello concettuale il catalogo dati si compone di due entità principali, DATO e DOCUMENTO, collegate tra loro attraverso la relazione CORRISPONDENZA:

- l'entità DATO rappresenta le informazioni relative al dato che è conservato in bancadati. La chiave è il campo ID;
- l'entità DOCUMENTO rappresenta le informazioni relative ai documenti presenti in bancadati; la chiave è il campo ID;

- il collegamento tra le due entità avviene per mezzo di una relazione chiamata CORRISPONDENZA che descrive l'associazione di un documento al relativo dato. Le cardinalità della relazione CORRISPONDENZA derivano dal fatto che non tutti i dati possiedono almeno un documento, così come ad ogni documento non è associato almeno un dato;
- lo schema è completato definendo opportuni domini predefiniti per alcuni attributi delle entità principali.



Figura 6.2 – Schema Entità-Relazione del catalogo dati

Il progetto logico del database è realizzato attraverso uno schema relazionale con la trasformazione in tabelle delle entità individuate:

- la tabella TAB_DATI (entità DATO) è costituita da 48 campi che riguardano diverse categorie: informazioni generali sul dato (nome, descrizione, formato, scala ecc.), contenuti (fonte, proprietà, responsabile ecc.), autorizzazioni alla diffusione (modalità di distribuzione, livello di accesso, elenabilità in internet, scaricabilità dati ecc.);
- la tabella TAB_ELENCO_DOCUMENTI (entità DOCUMENTO) contiene la descrizione dei documenti che sono in genere allegati ad ogni base dati. I documenti sono di vario tipo (atti convegno, metadati, file di plottaggio, dati geografici, quaderni del piano, technical report, report, tabelle ecc.). Attualmente sono catalogati circa 200 documenti;
- la tabella TAB_PONTE_DATI_DOCUMENTI (relazione CORRISPONDENZA) consente di associare ogni base-dati ai documenti ad essa associati (file di plottaggio, metadati, technical reports ecc.). Sono presenti solamente 2 campi che contengono le chiavi (campi ID) delle due tabelle precedentemente decritte;
- le tabelle LUT (entità DOMINI) sono in genere costituite da un solo campo il cui contenuto rappresenta il dominio per i valori di un campo delle tabelle principali. È infatti una scelta quella di vincolare le possibilità di inserimento dati del compilatore alle voci predefinite presenti in queste tabelle.

L'implementazione fisica del database è stata realizzata con il DBMS Access, che si presenta appunto come una serie di tabelle e di relazioni tra le stesse e che è stata chiamata «catalogo dati». Sono stati individuati dei campi chiave per le tabelle principali attraverso i quali sono state realizzate le relazioni. Il file è archiviato su server di cui viene periodicamente effettuato un backup. Il «catalogo dati» viene impiegato attualmente come «motore» per applicazioni web quali, ad esempio, WEBSIT, la principale applicazione web del SIT. È infatti grazie alle informazioni sull'accessibilità che vengono stabiliti i permessi di accesso ai vari livelli di utenza o sulla visibilità dei dati nella rete internet o intranet, o ancora se i documenti associati ad una base dati siano o no scaricabili per un livello di utenza o un altro.

6.4.2. I server del SIT per il supporto di rete al lavoro di gruppo

Oltre che per la quantità di basi dati archiviate e per i servizi offerti, l'efficienza del SIT dipende in gran misura dal grado di condivisione delle risorse tra gli utenti. Ciò può realizzarsi attraverso la connessione alla rete locale di tutti i personal computer e delle risorse hardware dislocate negli uffici.

Tuttavia la semplice condivisione di filesystem e di periferiche (stampanti, plotter ecc.) non è sufficiente per ottimizzare le attività del SIT, che deve poter garantire all'utenza elevati standard di sicurezza contro la perdita accidentale dei dati (blackout, guasti ecc.); evitare la ridondanza dei dati (salvataggio di più copie dei dati in locale); fornire applicazioni aggiornate ed elaborazioni rapide; disporre di adeguata memoria di massa dove archiviare i lavori.

L'impiego di una serie di server dedicati condivisi nella rete locale consente di raggiungere una buona parte di questi obiettivi. I server di cui si avvale il SIT sono attualmente tre, ognuno dei quali assolve specifici compiti nell'economia degli uffici. Il principale strumento di lavoro interno è sicuramente costituito dal server bancadati.

1. Sitserver_bancadati (bancadati e spazi condivisi)

Si tratta di un server UNIX che ospita la bancadati del SIT e due aree di lavoro a supporto dell'attività degli uffici. La bancadati contiene tutte le basi dati

a disposizione del SIT, con la relativa documentazione, suddivise in tre categorie: basi (basi cartografiche raster, ortofoto ecc.), piani (PTCP ecc.) e temi (aree dismesse, piste ciclabili ecc.). Ogni base dati assume un nome che la identifica univocamente, composto da una descrizione sintetica della stessa unita all'anno di inserimento del dato in banca dati. Al suo interno, i singoli file sono archiviati in modo ordinato secondo la seguente struttura standard (Figura 6.3):

- i *dati*, ovvero i file relativi alla geometria e ai relativi attributi di tutti gli oggetti presenti;
- la *documentazione*, ovvero note tecniche o sintetiche che contengono la descrizione del contenuto dei dati e della loro struttura informatica;
- le *viste cartografiche*, che contengono mappe composte dai dati e da informazioni utili alla loro lettura, quali base cartografica e limiti amministrativi. Le viste cartografiche permettono, a chi dispone di programmi di consultazione GIS, di visualizzare facilmente i contenuti dei dati, senza ricorrere all'ausilio di stampe apposite o di operatori SIT;

- i *file di stampa*, per la stampa su supporto cartaceo di layout prestabiliti dell'intero territorio provinciale.

Le due aree di lavoro sono denominate *areasit* e *areacondivisa*. Nella prima, non visibile agli utenti esterni al gruppo SIT, sono conservati i lavori propri del SIT, tra cui le elaborazioni temporanee, i dati non ufficiali, i documenti in via di realizzazione. Nella seconda, invece, tutti gli utenti del SIT possono creare propri spazi in cui salvare e creare documenti che restano a disposizione di tutti gli altri per la consultazione. È in questa area che vengono realizzati progressivamente i principali lavori, cui contribuiscono gli operatori SIT, mentre tutti i colleghi interessati possono seguire in tempo reale lo sviluppo del lavoro.

Gli utenti che afferiscono al server UNIX appartengono a diversi gruppi cui corrispondono vari profili di accesso alle tre aree sopra descritte. Tutti gli utenti degli uffici appartengono a tre profili, riassunti in Tabella 6.1, le cui facoltà sono decrescenti a partire dall'amministratore, che detiene il controllo completo della macchina.

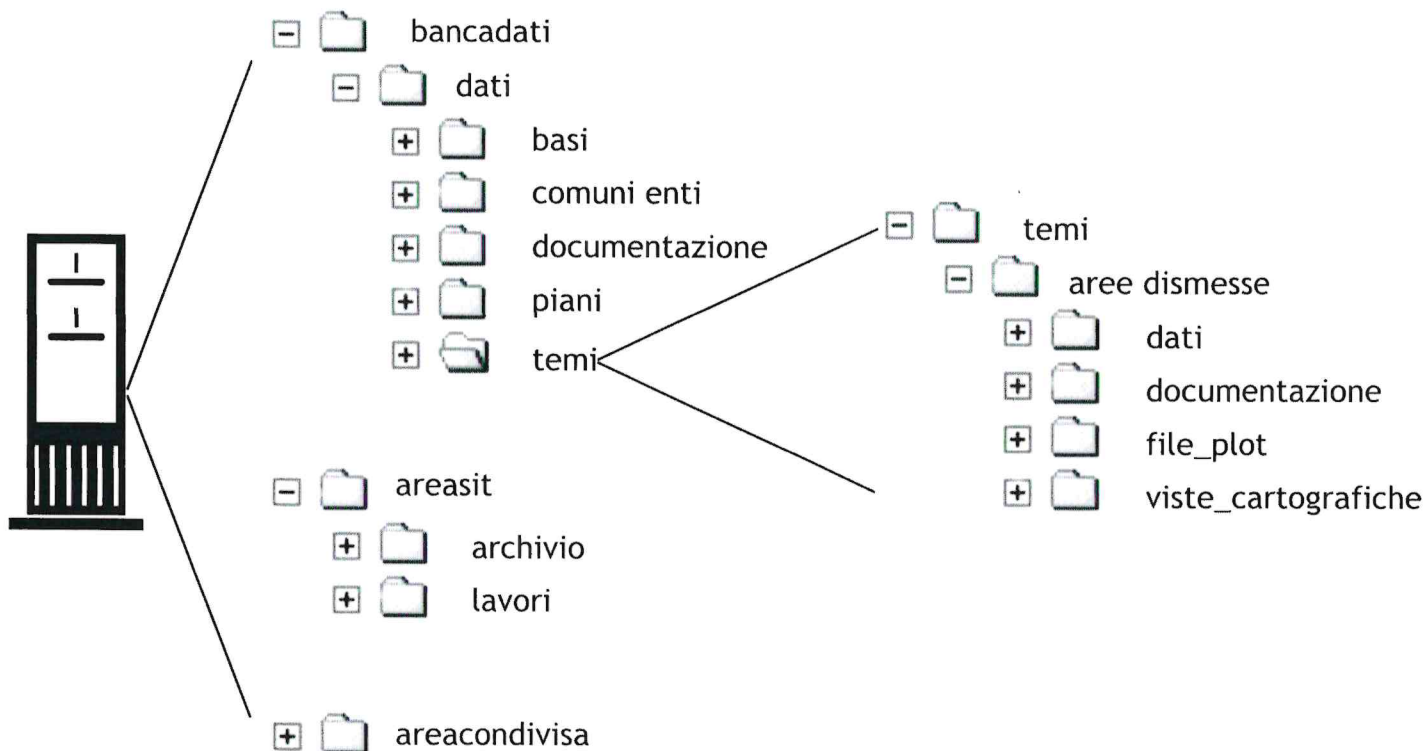


Figura 6.3 – Organizzazione del filesystem del sitserver_bancadati

Tabella 6.1 – Sintesi dei gruppi presenti su Sitserver_e250

Utente	Descrizione	Proprietà
admin	Amministratore della macchina	Tutti i permessi
SIT	Operatore SIT	Lettura su tutte le aree, scrittura in areacondivisa e areasit
PT	Utente della Pianificazione Territoriale	Lettura su bancadati e areacondivisa

Dal punto di vista dei criteri di accesso al filesystem, vigono le impostazioni riassunte in Tabella 6.2.

Tabella 6.2 – Criteri di accesso al filesystem di Sitserver_e250

Area	Permesso di scrittura	Permesso di lettura
Areasit	SIT	SIT
Areacondivisa	SIT	PT
Bancadati	Admin	PT

Il tipico «percorso» di una base dati, dalla fase di acquisizione al completamento, è il seguente. Durante le fasi di acquisizione, aggiornamento, elaborazione, verifica, la base viene archiviata nell'areasit, oppure nell'areacondivisa, a seconda della visibilità richiesta. In queste aree, gli operatori SIT eseguono le modifiche. Una volta ultimata la preparazione dei dati, ottenuta la conferma da parte del responsabile dei contenuti, la base dati viene «promossa» nella bancadati, dove non subirà più modifiche. L'amministratore del server inserisce la versione ufficiale nella bancadati, dove tutti potranno accedervi in consultazione. Contemporaneamente viene aggiornato il catalogo dati e realizzata la documentazione accessoria (metadati). Con il continuo aggiornamento degli strati, alcune informazioni vengono dimesse e rimosse dall'archivio bancadati, in quanto superate da nuovi dati o integrate in altri strati informativi. I dati dimessi, di cui comunque si mantiene traccia nel catalogo dati, vengono archiviati all'esterno della bancadati, unitamente ai propri allegati originari: documentazione descrittiva del dato, completa di metodologia di rilevamento e informatizzazione, con copia completa su supporto informatico degli strati informativi ed eventuali copie cartacee (stampa della geometria e dei relativi attributi).

2. Sitserver_Appli (applicativi in rete)

Server dedicato ad ospitare le applicazioni o utilità per tutto il gruppo di lavoro della Pianificazione Ter-

ritoriale. Tramite connessioni client di tipo terminal Service o via browser web, gli utenti degli uffici possono connettersi a questo server dove sono installate applicazioni potenti per la gestione di cartografie, strumenti dedicati per la consultazione e l'interrogazione dei dati contenuti nelle tavole del PTCP e dove possono essere installate applicazioni di varia natura, dall'office automation alla grafica, fruibili da tutti gli utenti.

3. Sitserver_Sit (pubblicazione internet)

Server internet dedicato alla pubblicazione nel web dei dati e delle attività del SIT e della Pianificazione Territoriale. Questo server funge da server cartografico per il sito web Websit, per il visualizzatore delle tavole del PTCP e delle ortofoto digitali.

6.4.3. Mantenimento di versioni e intervalli temporali di validità dei dati

6.4.3.1. Il concetto di tempo nei dati

Il problema della gestione della variabile temporale è ben noto a chi utilizza i GIS per la modellistica basata su simulazioni con dati multitemporali. La cartografia territoriale correntemente impiegata in una pubblica amministrazione per la predisposizione delle proprie banche dati, in particolare per gli strumenti urbanistici o di pianificazione del territo-

rio, è tuttavia di tipo discreto, costituita cioè da «fotografie» dell'assetto territoriale relative a particolari momenti. Il dato registrato e rappresentato, quindi, ha validità temporali ben precise, che quasi tendono a coincidere con momenti istituzionali legati all'iter di approvazione da parte degli organi amministrativi del contenuto informativo delle cartografie stesse. Peraltro, nella maggior parte dei casi, il dato cartografico stesso è anche il principale riferimento per la visualizzazione dei risvolti vincolistici e normativi degli atti della pianificazione territoriale o urbanistica nei confronti del territorio e dei suoi occupanti. E poiché questi ultimi, assieme al territorio stesso, hanno un carattere di continua evoluzione, la validità temporale dei dati assume un'importanza rilevante già in fase di raccolta e pubblicazione del dato.

Nel gestire questa problematica all'interno dei dati di un atto di pianificazione territoriale, ad esempio, il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, le problematiche principali che devono essere affrontate sono quelle di disporre di tutte le versioni prodotte in successivi istanti temporali istituzionali. Il mantenimento delle versioni ha la finalità duplice di protezione contro la perdita accidentale dei dati e di consultazione delle varie fasi istituzionali (adozioni, approvazioni degli atti di riferimento): l'associazione ai dati del relativo intervallo di validità consente di avere la cronistoria dell'evoluzione del dato e fornisce possibilità di elaborazione ed estrazione utili per le fasi legate al monitoraggio territoriale.

In relazione alle due problematiche citate, il SIT della Provincia di Milano in questi anni di esperienza ha elaborato, testato e applicato tre diverse metodologie di gestione e archiviazione delle versioni dei dati che saranno di seguito presentate secondo un livello di complessità crescente.

6.4.3.2. Backup a tempi istituzionali

Il primo metodo applicato non introduce la dimensione temporale a livello dei singoli elementi cartografici, ma la associa all'intero «pacchetto», attraverso la duplicazione di tutti i dati ad ogni diverso momento istituzionale.

Fin dalla sua prima realizzazione, l'intera banca dati del SIT è stata archiviata attraverso la copia ad intervalli di tempo definiti di tutti i dati, secondo una

procedura di backup. Ciò consente di avere copie di sicurezza dei dati, e di poter estrarre, recuperare, confrontare i dati presenti in ogni versione. Le varie copie sono state rese disponibili in un'area apposita del filesystem. L'ultima versione ufficialmente ed istituzionalmente riconosciuta è l'ultima archiviata: l'accesso ad essa è consentito in lettura a tutti, mentre alla scrittura o modifica dei file è abilitato soltanto l'amministratore di sistema. La versione corrente o «di lavoro» è la più aggiornata e su di essa vengono apportati in continuo le modifiche e gli aggiornamenti: ad essa hanno accesso in lettura tutti, mentre in scrittura, oltre all'amministratore di sistema, vi accedono gli operatori del SIT per apportare le modifiche.

Questo metodo, di semplice attuazione e riconducibile alle comuni operazioni pianificate di backup dati, si è dimostrato anzitutto dispendioso in termini di occupazione di memoria di massa. La conservazione di tutta la banca dati in aree sempre disponibili alla consultazione quali un server intranet (e non in memorie di backup come DAT, CDROM, ZIP o altri supporti) implica l'impiego di notevoli quantità di spazio fisico.

Inoltre, dal punto di vista funzionale è emersa la problematica legata alla mancanza di una correlazione esplicita tra le caratteristiche di uno stesso oggetto in due versioni differenti: infatti non ci si può rendere conto delle modifiche operate su un set di dati (cancellazioni di oggetti, aggiunte, modifiche geometriche o negli attributi ecc.) se non attraverso il confronto tra due versioni successive del dato: questo è un fattore limitante per un efficiente impiego della banca dati stessa.

6.4.3.3. Intervallo di validità discreto

Il secondo metodo applicato introduce la variabilità temporale a livello dei singoli oggetti e non più a livello di dataset. Pertanto, il concetto di stato di validità temporale viene visto come attributo di ogni elemento cartografico, per ogni fase di interesse istituzionale (adozione, approvazione ecc.). Alla tabella degli attributi dei dati, viene aggiunto un campo ogni qualvolta si verifica un evento istituzionale di cui è necessario «fotografare» la situazione. Se le fasi istituzionali sono n , vengono aggiunti n campi, in ognuno dei quali viene registrato lo stato relativo all'oggetto nella corrispondente fase.

Lo stato di ogni oggetto è fissato in base alla casistica prevista, che è mostrata in modo semplificato nella Tabella 6.3.

Tabella 6.3 – Esempi di possibili stati degli oggetti in ogni fase archiviata

Stato	Descrizione
-1	Non modificato in questa fase
0	Inesistente in questa fase
1	Inserito in questa fase
2	Eliminato in questa fase
3	Modificato in questa fase

Numerando le fasi da 1 a n e considerando la fase 1 come lo stato iniziale dei dati, in base all'operazione effettuata sugli oggetti in una ipotetica fase x sulle n totali si possono verificare i seguenti casi:

- oggetti che vengono aggiunti al tema: i campi relativi alle fasi da 1 a $x-1$ acquisiscono stato «0»; quelli in fase x ricevono stato «1» e i successivi da $x+1$ a n ricevono «-1»;
- oggetti che vengono eliminati dal tema: i campi relativi alle fasi da 1 a $x-1$ mantengono lo stato precedentemente acquisito; quelli in fase x ricevono stato «2» e i successivi da $x+1$ a n ricevono «0»;
- oggetti che vengono modificati (geometricamente) nel tema: i campi relativi alle fasi da 1 a $x-1$ mantengono lo stato precedentemente acquisito; quelli in fase x ricevono stato «3» e i successivi da $x+1$ a n ricevono «-1».

A questo punto, la consultazione della bancadati diventa più semplice, come illustrato in Figura 6.4; eseguendo una query degli attributi in base alla fase desiderata, escludendo quelli con stato «2» e «0», è possibile visualizzare la fotografia della situazione in tale momento.

Tralasciando per il momento l'eventualità di affidare a procedure automatiche l'aggiornamento degli attributi in casi di modifiche, aggiunte o eliminazioni di oggetti dal tema, questo sistema è sensibile ad alterazioni involontarie dei dati in sede di aggiornamento. Infatti la classificazione degli eventi è rigida, e la compilazione della tabella deve seguire alla lettera i criteri imposti per la compilazione dei campi di stato. Se ciò non avviene o se vengono introdotti errori, si potrebbero generare problemi in visualiz-

zazione e, cosa peggiore, alterazioni irreversibili della cronistoria dell'oggetto associato, con l'effetto macroscopico di falsare elaborazioni o rappresentazioni, che, come abbiamo ricordato altrove, hanno spesso carattere di ufficialità.

È inoltre palese che in questo modo ogni dataset conterrà nel tempo sia un numero crescente di oggetti, in quanto l'eliminazione eventuale di un oggetto non sarà «fisica» bensì a livello di attributo, sia un numero crescente di attributi, proporzionale al numero di fasi di archiviazione. Questo fatto comporta l'inevitabile rallentamento della velocità di esecuzione dei processi del software impiegato.

Altrettanto evidente è invece il fatto che, nel caso di modifica, la geometria e i valori degli attributi modificati non vengono mai mantenuti, a meno di non introdurre la pratica artificiosa di eliminare l'oggetto e poi inserirlo come nuovo con le modifiche applicate. Permangono quindi difficoltà per poter riprodurre fedelmente tutte le versioni del dataset.

6.4.3.4. Intervallo di validità continuo

Con questo terzo metodo proposto, viene introdotto il concetto di intervallo di validità temporale non più discreta, bensì continua. Ad ogni oggetto vengono associati gli attributi di validità secondo i due estremi iniziale e finale dell'intervallo temporale. Alla struttura degli attributi vengono aggiunti i due rispettivi campi di validità *Istante_inizio* e *Istante_fine*. L'impostazione del valore contenuto nel campo *Istante_fine* per oggetti la cui validità futura non è fissata, obbliga all'adozione di una convenzione che traduca il concetto di «durata indeterminata». Nel nostro caso si sceglie una data limite convenzionale (es. 31/12/2099).

In base all'operazione effettuata sugli oggetti in un ipotetico istante Ix si possono verificare i seguenti casi:

- oggetti che vengono aggiunti al tema: il campo *Istante_inizio* riceve il valore Ix mentre il campo *Istante_fine* riceve il valore convenzionale stabilito per la durata indeterminata (es. 31/12/2099);
- oggetti che vengono eliminati dal tema: il campo *Istante_inizio* mantiene il precedente valore mentre il campo *Istante_fine* riceve il valore Ix che sostituisce quello convenzionale stabilito per la durata indeterminata (es. 31/12/2099);

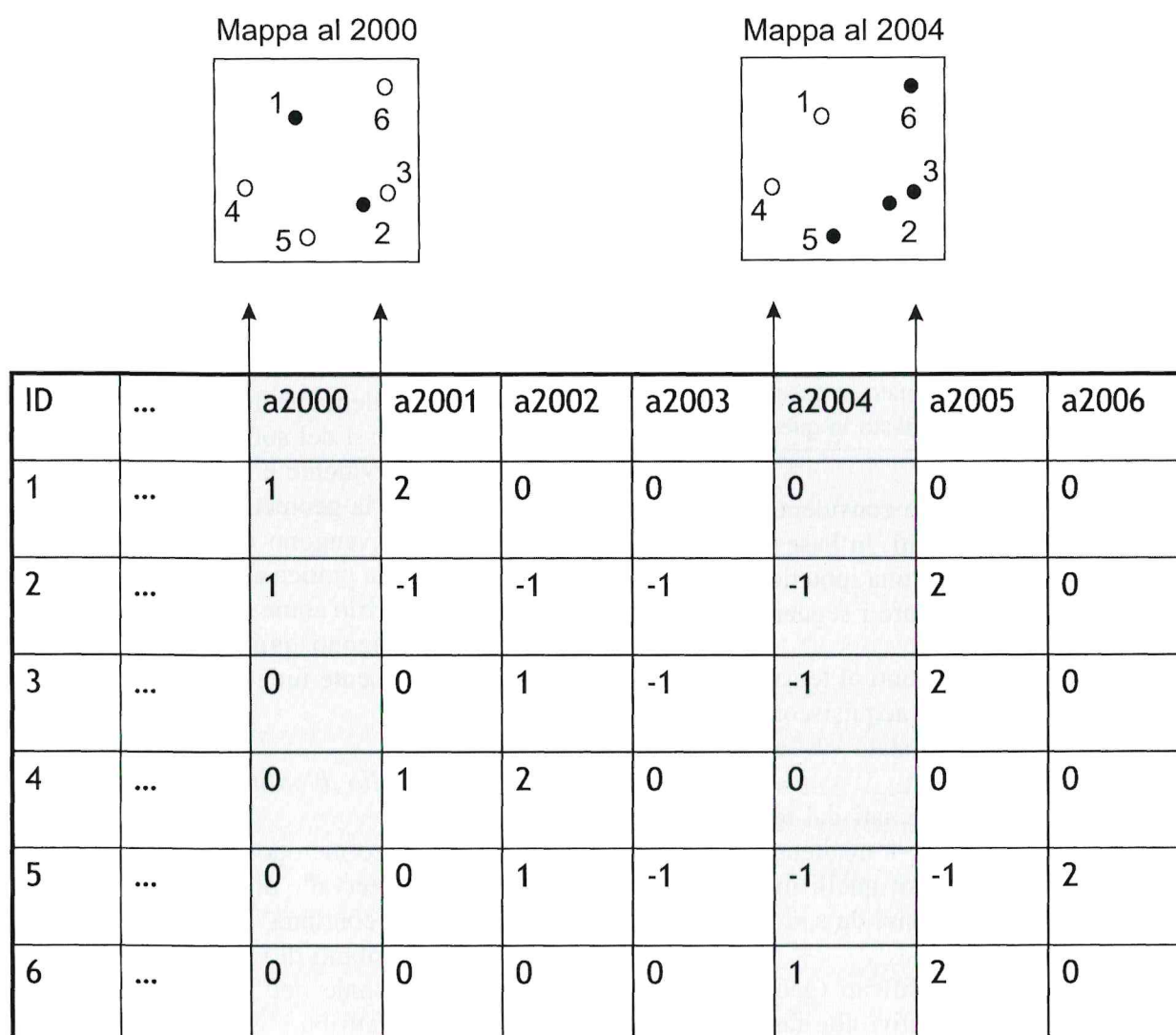


Figura 6.4 – Estrazione tramite query dei dati validi in determinate versioni (intervallo di validità discreto)

- oggetti che vengono modificati: in questo metodo non è consentito che gli oggetti vengano modificati geometricamente o negli attributi. Per queste operazioni è necessario duplicare il dato e modificarlo come fosse di nuovo inserimento: il campo *Istante_inizio* del vecchio oggetto mantiene il precedente valore mentre il campo *Istante_fine* riceve il valore I_x che sostituisce quello convenzionale stabilito per la validità illimitata (es. 31/12/2099); il campo *Istante_inizio* del nuovo oggetto riceve il valore I_x mentre il campo *Istante_fine* riceve il valore convenzionale stabilito per la validità illimitata (es. 31/12/2099). In questo caso il legame tra vecchio e nuovo oggetto può essere recuperato in modo relativamente semplice ricercando le coincidenze di valori tra *Istan-*

te_fine (del vecchio) e *Istante_inizio* (del nuovo), oltre che sfruttando coincidenze parziali di posizione spaziale e valori di attributi non modificati.

Con questo metodo la visualizzazione del dataset avviene non più secondo i vari momenti istituzionali, bensì, come illustrato in Figura 6.5, ad ogni ipotetico istante I_x in base alla semplice query per cui $Istante_inizio \leq I_x \leq Istante_fine$.

Rispetto al caso precedente quindi si avrà minor dispendio di risorse per la compilazione e l'aggiornamento delle tabelle di attributi, mentre rimane presente parzialmente il problema relativo alla dimensione crescente del set di dati, che ora è legato soltanto al numero di record e non più al numero di attributi associati.

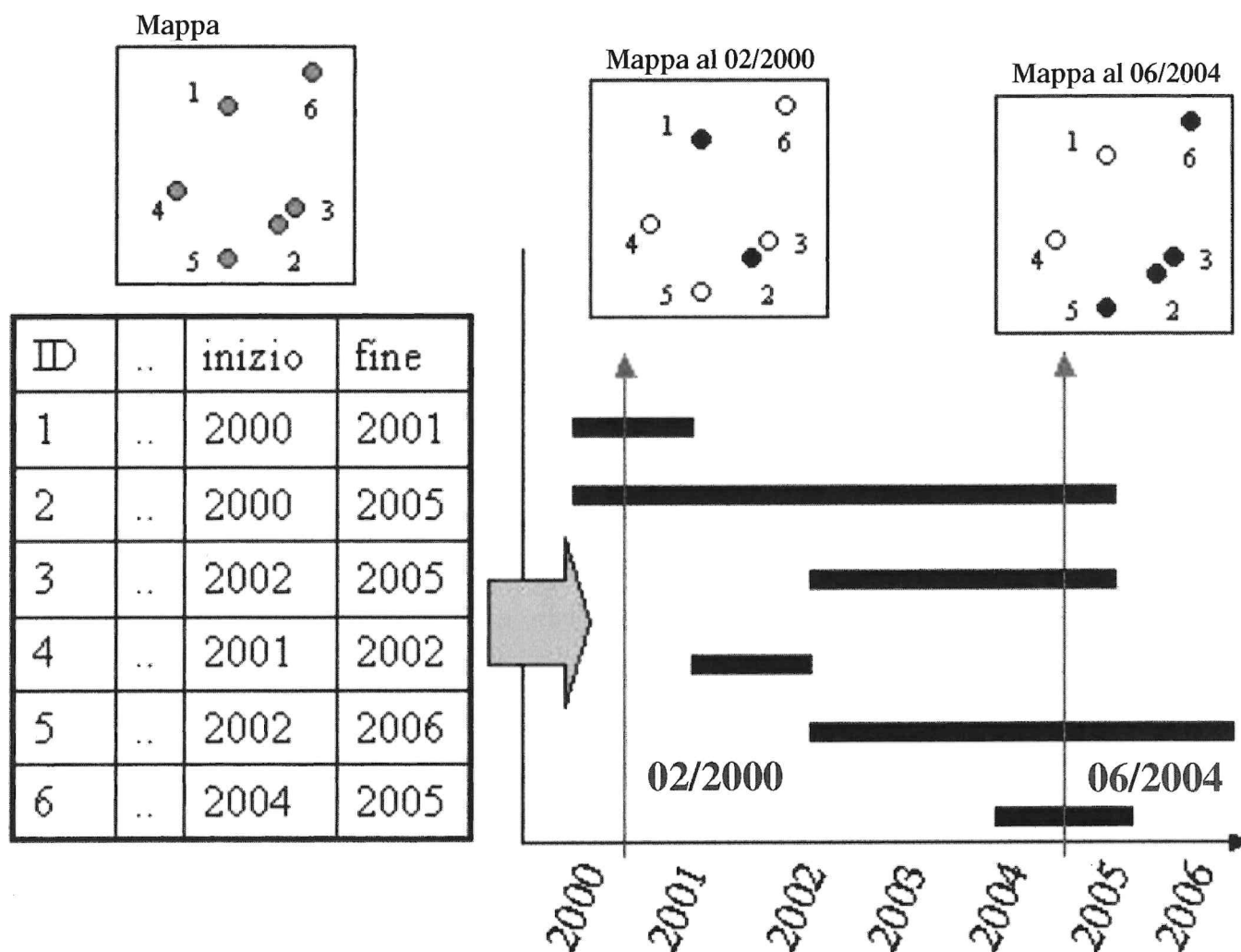


Figura 6.5 – Estrazione tramite query dei dati validi in determinati istanti (intervallo di validità continuo)

Questo metodo è attualmente in fase di sperimentazione ed è infatti applicato ad un ristretto sottoinsieme dei dati contenuti nella bancadati. In base alle esigenze manifestate dagli uffici della Provincia che necessitano di un continuo monitoraggio del territorio e delle sue dinamiche, appare chiaro come non sia da sottovalutare la potenzialità di disporre non di due o più versioni dello stesso dato da confrontare, bensì dello stesso dato in due momenti diversi, limitando al minimo errori di elaborazione dovuti alla non perfetta sovrapposizione dei dati.

Rimangono da approfondire problematiche relative al miglioramento della consultabilità degli attributi anche per utenti senza competenze GIS e alla predisposizione di elaborazioni semiautomatiche per il confronto dei dati raccolti attraverso anche la

realizzazione di interfacce personalizzabili da parte dell'utente.

6.5. Verso l'e-government

Le attività del SIT sono state realizzate utilizzando una bancadati basata su filesystem, cioè su di una struttura gerarchica degli strati informativi GIS, organizzata in directory e file; questa soluzione, sebbene molto semplice, ha permesso la funzionalità del sistema e un coordinamento di buon livello.

Tuttavia, con il passare del tempo, le dimensioni del sistema e la sua complessità vanno incrementando sotto molteplici punti di vista, ponendo continuamente nuove sfide; aumentano la quantità di dati da gestire e il numero di utenti attuali e poten-

ziali, assieme alle tipologie di funzioni attese. Accanto al semplice recupero dei dati vengono richiesti interrogazioni ed incroci sempre più articolati, fino all'esecuzione di vere e proprie elaborazioni in tempo reale. L'approvazione del PTCP sta introducendo cambiamenti nella logica di utilizzo dei dati; sarà innanzitutto necessario mantenere un costante flusso bidirezionale di dati, assicurando che tutti i Comuni della Provincia ricevano gli aggiornamenti dei dati provinciali e che, viceversa, il SIT provinciale recepisca correttamente le rettifiche e gli approfondimenti prodotti dai Comuni. Ma anche il rapporto con la Regione potrebbe diventare più stretto se essa richiederà di ricevere parte dei dati utilizzati per il piano o trasferirà alle Province dati inerenti tematismi da considerare nelle eventuali successive elaborazioni del PTCP. Le nuove esigenze degli uffici vanno quindi nella direzione di un aumento dell'interscambio informativo ed operativo con altri enti esterni in un'ottica congruente con le logiche di e-government. Dal punto di vista tecnico, le esigenze manifestate rappresentano uno stimolo nella direzione dell'adozione sistematica dei principi e delle tecnologie fondate sulle basi di dati per poter affrontare i problemi connessi al crescente volume di dati, all'accesso concorrente di più utenti sia in consultazione che in aggiornamento. Questo si verifica, ad esempio, creando differenti profili utente dotati di opportuni privilegi sui dati, in modo molto più articolato e con dettaglio molto più fine che non in un filesystem. Questa impostazione, assieme alla creazione di apposite interfacce per la gestione semplificata dei dati, permette ai responsabili dell'ufficio SIT di delegare l'amministrazione dei contenuti agli esperti disciplinari, che ne sono anche i responsabili, concentrando le attività dell'ufficio SIT sulla manutenzione dello schema e della base dati e sullo sviluppo delle funzionalità di analisi e gestione del sistema. Da non dimenticare infine che, in particolare con il PTCP e il conseguente ruolo ufficiale dei dati, è emersa decisamente la necessità amministrativa di tenere una traccia storica dell'evoluzione dei dati, avendo versioni relative ad istanti temporali significativi e la registrazione delle operazioni fatte dai vari utenti.

Lo sviluppo dovrà pertanto focalizzarsi sulle seguenti componenti principali:

- una base dati integrata nelle componenti descrittive e geometriche;

- uno strumento di supporto per la correzione e l'integrazione dei dati nella base dati;
- interfacce utente di supporto allo svolgimento di compiti gestionali della pianificazione territoriale;
- un'interfaccia di connessione tra la base dati e il sistema web-GIS del SIT (WEBSIT), che permetterà di soddisfare in modo sistematico e controllato le richieste di accesso ai dati da parte di soggetti anche esterni all'amministrazione provinciale.

L'obiettivo di questo processo è soprattutto una razionalizzazione dell'attuale situazione e l'impostazione di un nuovo sistema nel quale si integreranno poi altri componenti sviluppati in altri progetti. In questo senso è importante sottolineare l'importanza della progettazione concettuale. Sebbene costituisca il momento principale per la realizzazione di una vera base dati che sia poi esposta verso l'esterno per l'e-government, spesso viene trascurata; i motivi possono essere: la mancanza di competenze specifiche, la fretta di effettuare il cambiamento, la difficoltà di capire la semantica complessiva dei dati esistenti e di quelli talvolta in corso di acquisizione e anche la difficoltà di far convergere i differenti modi di vedere i dati. Le conseguenze di un'assenza di questa fase non sono visibili subito, ma si manifestano poi quando si vuole aprire il sistema all'esterno.

L'importanza della migrazione da una visione a filesystem ad una orientata alle basi dati risiede nel fatto che queste ultime sono il «core system» sul quale costruire una piattaforma in una logica di e-government; non si tratta quindi di un puro cambiamento tecnologico.

Le esperienze preliminari finora effettuate hanno inoltre delineato una serie di problemi che si possono incontrare nella realizzazione di questo cambiamento e che possono invalidare il cambiamento stesso.

Con la realizzazione di una prima base dati centralizzata si rafforza la fase di istituzionalizzazione del sistema informativo; il SIT sempre più diventa il sistema di supporto per la gestione dei dati della Pianificazione Territoriale e della Provincia in primo luogo e per la gestione del rapporto con il mondo esterno via web, in un'ottica da e-government in un secondo tempo.

Ma questa fase è quella più critica perché sottolinea che i miglioramenti introdotti nella gestione dei dati comportano un aumento dei costi – visibili – di

gestione, mentre non evidenzia i risparmi legati ai mancati costi degli interventi sui dati operati nei momenti di esposizione dei dati (ad esempio, nella produzione del PTCP). Inoltre il nuovo approccio impone immediatamente vincoli comportamentali dovuti alla gestione centralizzata dei dati che non si traducono altrettanto immediatamente in vantaggi nell'utilizzo dei dati stessi; la definizione di nuove tipologie di dati o il cambiamento di quelle attuali oppure l'acquisizione dei dati da fornitori esterni richiedono un coordinamento tecnico spesso inesistente quando i dati sono accumulati in un generico filesystem.

L'approccio basato sui database deve quindi indurre gli utenti istituzionali del sistema ad una riflessione più attenta sui costi/benefici del nuovo sistema. Alla base di questa riflessione c'è una discussione sulla strategia futura dell'ente: rimanere in un'ottica nella quale il sistema informatico è un gestore privato e settoriale dei dati oppure passare in una in cui esso è un sistema informativo «reale» e di supporto per reali politiche di e-government.

Accanto a queste decisioni di ampio respiro si deve tuttavia delineare una strategia tecnica che supporti anche la scelta più innovativa. Dal punto di vista tecnologico è necessario definire quali siano le tecnologie su cui investire con il personale e quali siano i supporti minimi da realizzare centralmente;

il personale che ha responsabilità di aggiornamento deve essere in grado di manipolare la struttura dei dati, mentre gli utilizzatori dei dati stessi devono poter operare su quelli in formato semplice ed è quindi opportuno per loro preconfezionare tabelle aggregate semplici derivate da quelle della base dati che possano essere facilmente agganciate dai sistemi GIS. Gli uffici devono avere la percezione che la base dati sia facilmente accessibile e che i precedenti sforzi di verifica dei dati obbligatori ad ogni elaborazione non siano più necessari. In questo modo gli uffici possono essere convinti dell'efficacia ed efficienza del nuovo sistema e quindi impegnati attivamente nel mantenere aggiornato il sistema. Dopo aver generato la base dati e aver reso disponibili i dati alle applicazioni è necessario che il sistema diventi dinamico per accogliere i mutamenti che avvengono in essi. La problematica dell'aggiornamento è critica in particolare sui dati territoriali e non ha ancora trovato una soluzione standard; d'altra parte l'aggiornamento distribuito dei dati è una necessità per la gestione di un sistema informativo e quindi anche per l'e-government. Ancora una volta si dovranno impostare soluzioni tecnologiche, ma soprattutto si dovrà stabilire un flusso organizzativo che permetta di garantire l'aggiornamento dei dati online da parte degli uffici prima e da parte dell'utenza remota poi.

7. SIT comunali e SIT provinciale

Marco Banderali, Marco Broglia, Fabio Cervi

Questo capitolo affronta alcuni aspetti metodologici relativi al rapporto tra SIT comunali e SIT provinciale, costituendo in tal senso una prima proposta di linee guida. La Provincia di Milano, anche in ottemperanza di quanto previsto dalle normative vigenti, ha infatti attivato risorse specifiche e avviato più attività finalizzate a fornire assistenza tecnico-amministrativa ai Comuni, con l'obiettivo, tra gli altri, di incentivare l'impiego dei Sistemi Informativi Territoriali.

Naturalmente sarebbe auspicabile che lo sviluppo dei SIT comunali avvenisse secondo logiche condivise e in maniera coordinata con il SIT della Provincia di Milano. In questo modo, nel momento in cui saranno effettivamente attivi ed implementati anche i SIT comunali si potranno avviare procedure continue di scambio dati che, attraverso un «circolo virtuoso», permetteranno di facilitare la produzione di banche dati aggiornate e accessibili.

L'utilizzo di metodologie definite e condivise potrà infatti permettere di mantenere i SIT aggiornati attraverso processi standardizzati che possano ridurre i costi di gestione e i tempi necessari per compiere le procedure di acquisizione ed aggiornamento dei dati.

In particolare, le proposte di linee guida faranno riferimento ai seguenti temi: attivazione di un SIT comunale; informatizzazione di alcuni dati di interesse comunale; processi di scambio dati tra diversi soggetti, con particolare riferimento alla relazione Comuni-Provincia. Seguiranno due sezioni dedicate rispettivamente all'integrazione da parte della Provincia dei dati comunali in mosaici unificati e agli ulteriori sviluppi verso una rete di SIT Provincia-Comuni.

Parte dei documenti relativi alle linee guida sono il frutto di un progetto pilota che la Provincia di Milano ha svolto con il Comune di Arese. Il progetto aveva l'obiettivo di «favorire l'avvio e lo sviluppo del SIT del Comune e sperimentare lo scambio bidirezionale di dati geografici in relazione all'applicazione dei contenuti, dei criteri e delle metodologie definiti all'interno della proposta di PTCP in tema di basi dati geografiche».

7.1. Proposta metodologica per l'attivazione di un SIT comunale

7.1.1. Collocazione del SIT comunale

Scopi e obiettivi del SIT comunale. Un Comune che intenda procedere alla realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale ha come finalità la gestione delle banche dati di cui dispone per attuare una politica di governo del territorio in grado di rispondere in modo efficace ed efficiente alle necessità del territorio stesso. La presenza di un Sistema Informativo Territoriale può inoltre migliorare il livello di trasparenza delle procedure e consentire una maggiore partecipazione dei cittadini e dei vari attori coinvolti che interagiscono nelle politiche di governo e sviluppo del territorio (quali i Comuni contermini, la Provincia, gli enti parco, la Regione ecc.).

In tale contesto, tra gli obiettivi prioritari dell'attivazione di un SIT vi sono:

- trasferire banche dati da supporto cartaceo a supporto digitale;
- rendere accessibili questi dati in tempo reale ai servizi comunali / agli enti esterni che ne necessitano;

- consentire elaborazioni e analisi quantitative e statistiche sulle banche dati disponibili;
- aumentare il grado di automatizzazione delle procedure gestionali;
- raggiungere un buon grado di interoperabilità tra il sistema comunale e quelli degli enti esterni.

Collocazione del SIT nell'organigramma comunale.

Il SIT, per sua natura, tratta dati geografici relativi al territorio avvalendosi di strumenti e procedure informatici. Per questo motivo, il suo coordinamento può trovare generalmente opportuna collocazione sia nell'ambito del Centro Elaborazione Dati (CED) che nella sfera urbanistico-territoriale. La scelta finale dipende da vari fattori quali le professionalità presenti all'interno dell'ente e la loro collocazione, le dotazioni organiche dei vari servizi, le disponibilità finanziarie dei settori, le scelte strategiche degli amministratori, oppure l'impostazione progettuale che tenda a privilegiare gli aspetti di funzionalità del sistema informatico piuttosto che privilegiare la qualità dei dati geografici.

Definizione delle relazioni tra i vari uffici comunali.

L'attivazione di un SIT può diventare l'occasione per un'ottimizzazione ed una razionalizzazione delle attività di scambio di informazioni e di dati caratterizzanti parte delle attività dell'ente. Sulla base di questa premessa, si possono individuare due diverse tipologie di relazioni tra gli uffici: le relazioni per la condivisione dei dati e le relazioni per le modalità di fornitura dei servizi di elaborazione.

Per quanto riguarda la prima, si possono definire due categorie di uffici:

- i *fornitori* di dati: sono coloro che dispongono del dato e concordano con il SIT lo standard qualitativo richiesto per la sua diffusione, garantendone l'aggiornamento e la correttezza;
- i *fruitori* di dati: sono coloro che hanno la possibilità di accedere alla banca dati in sola consultazione, senza poterne modificare i contenuti.

In generale i fornitori di dati sono gli uffici di urbanistica, edilizia privata, ambiente, lavori pubblici, anagrafe, tributi, polizia municipale, servizi sociali, scuola; tutti gli altri uffici risulterebbero al contrario come fruitori dei dati.

Per quanto riguarda le relazioni per le modalità di fornitura dei servizi di elaborazione, le relazioni in-

vestono il trasferimento di informazione derivante da processi di elaborazione eseguiti sulle banche dati. Per tale situazione è possibile proporre le seguenti modalità operative:

- nel caso in cui l'ufficio fornitore del dato abbia necessità per sé o per altri di dover effettuare elaborazioni relativamente ai dati in suo possesso, questa operazione verrà svolta dall'ufficio stesso;
- qualora invece si renda necessario effettuare elaborazioni di più dati di più settori, questa attività verrà svolta dall'ufficio SIT.

Risulta evidente che per le varie attività che il SIT è chiamato a svolgere per conto degli altri uffici risulta necessario definire una idonea regolamentazione al fine di programmare il lavoro dell'ufficio e garantire tempi certi di risposta agli altri settori.

Definizione dei ruoli del SIT all'interno dell'organigramma comunale e suoi referenti. Per un'adeguata funzionalità del SIT si rende necessario che lo stesso abbia visibilità all'interno dell'organigramma comunale, sia nel caso in cui venga collocato all'interno del settore di gestione del territorio, sia nel caso in cui risulti afferente alla direzione generale, ciò al fine di garantirne l'adeguata autorevolezza che i compiti e le responsabilità assegnate richiedono. Un secondo elemento necessario ad una corretta funzionalità dell'organizzazione è rappresentato dalla necessità che ognuno dei servizi dell'ente, indipendentemente dal fatto di essere un fornitore o un fruitore di dati, individui e comunichi quale sia la figura che svolge il ruolo di referente con la struttura SIT. Solamente in questo modo è possibile garantire la conoscenza (individuazione del personale a cui inviare o ricevere comunicazioni), la competenza (personale che necessita di corsi di formazione sull'uso del SIT) e la funzionalità (possibilità di interfacciarsi in modo preciso e puntuale ogni qualvolta sia necessario avere riscontri da quel settore) dell'attività richiesta.

7.1.2. Analisi delle risorse

Individuazione delle professionalità e delle competenze all'interno della struttura comunale. In considerazione del fatto che l'attivazione del SIT comporta l'acquisto di software GIS in grado di gestire dei

dati georeferenziati, la discriminante per l'affidamento degli incarichi di caricamento/aggiornamento deve essere rappresentata da una piena padronanza dell'utilizzo delle risorse informatiche e una buona base tecnico-scientifica (lavorativa e/o di studio). Sulla base di quanto sopra e per le caratteristiche delle principali informazioni da inserire nel programma, il personale che dovrà fare parte del SIT sarà scelto all'interno degli uffici coinvolti anche sulla base dei percorsi di formazione attuati e di esperienza maturata.

Per quanto riguarda invece gli altri uffici, esterni al SIT, ma strettamente posti in relazione con questo, i referenti interni per le banche dati dovranno essere individuati fra i responsabili di servizio/ufficio.

Analisi dei dati e dei formati dato disponibili. Per attivare il Sistema Informativo Territoriale occorre organizzare i dati e le conoscenze in possesso del Comune in una «bancadati». La bancadati risulta essere quindi il luogo fisico, strutturato all'interno di un server, dove vengono allocati tutti i dati, sia alfanumerici che cartografici, in maniera sistematizzata e normalizzata, sia a livello puramente informatico, sia a livello dei contenuti tecnici. In questo modo le informazioni, almeno quelle più importanti per il normale lavoro quotidiano dei funzionari, risultano essere a disposizione e visibili per tutti gli uffici. La prima operazione da eseguire consiste nell'analisi dei dati già disponibili, per verificarne la possibilità di lettura da parte del sistema in via di costruzione (analisi dei formati esistenti e comparazione con i formati disponibili per ogni programma utilizzato), la possibilità di collegarli tra di loro e di localizzarli sul territorio (attraverso un codice univoco).

Normalmente la cartografia disponibile per l'implementazione del SIT è rappresentata da un aereofotogrammetrico, dalle carte catastali (solitamente in formato dwg) e dalla carta tecnica regionale in formato tif.

Per la gestione dei propri dati i vari servizi utilizzano comunemente una o più delle seguenti categorie di strumenti: software sviluppati ad hoc, software GIS, software specialistici (come applicativi CAD), programmi di office automation.

7.1.3. Progetto del SIT

Individuazione della struttura SIT. Una struttura idonea alla realizzazione e alla gestione del progetto è

costituita da un responsabile del servizio a cui è demandato il coordinamento delle attività previste, oltre alla gestione dei flussi informativi provenienti da tutti i settori coinvolti e degli altri enti pubblici. Per il trattamento dei dati, conviene prevedere la presenza di un esperto in GIS il cui ruolo è quello di verificare la qualità delle banche dati disponibili e renderle visibili a più utenti, oltre alla progettazione ed al mantenimento della bancadati comunale. A completamento della struttura si può inoltre prevedere la figura del disegnatore GIS, che si occupa della realizzazione della cartografia e delle relazioni funzionali delle banche dati rese disponibili.

Definizione delle professionalità necessarie. La funzione del responsabile del servizio può essere individuata all'interno di una figura già presente all'interno della pianta organica comunale nell'area del Territorio. I requisiti richiesti sono una conoscenza di base dell'architettura dei SIT e dei dati disponibili all'interno dell'ente e/o reperibili all'esterno dell'ente. Nei Comuni medi (sopra i 20.000 abitanti) è possibile prevedere la costituzione di un settore/servizio ad hoc a servizio degli organi di governo e di direzione del Comune (giunta e/o direzione generale) con l'assunzione di una specifica figura.

L'esperto in SIT è difficilmente reperibile all'interno della struttura organica del personale comunale, pertanto sono ipotizzabili diversi percorsi per arrivare a tale obiettivo. Il primo passaggio comune a tutte le tipologie di struttura comunale prevede la presenza di un «consulente» con il duplice ruolo di affiancare il personale interno e operativo per la realizzazione delle banche dati; successivamente la figura del consulente viene progressivamente sostituita dal personale interno precedentemente formato. Tale personale a seconda delle dimensioni del Comune potrebbe corrispondere alla figura del responsabile del servizio, o in parte a detto responsabile e al disegnatore, o infine ad una figura specifica. I requisiti richiesti prevedono un'approfondita conoscenza del mondo GIS e delle banche dati al fine di garantire la funzionalità ed il costante aggiornamento del SIT nel rispetto degli standard qualitativi e temporali previsti dal responsabile.

La terza figura, quella del disegnatore, a seconda delle dimensioni dell'ente, può essere una delle due precedenti figure o viceversa può corrispondere ad una o più persone con lo specifico incarico di durata variabile in funzione della necessità e del carico

di lavoro programmato dal responsabile. Le capacità richieste prevedono una conoscenza degli strumenti GIS e della struttura della banca dati in maniera da poter eseguire elaborazioni standard sulla base delle richieste interne ed esterne all'ente.

Individuazione delle caratteristiche dei software.

Preso atto degli sviluppi normativi in essere che prevedono nel prossimo futuro un sempre più stretto scambio di informazioni tra Comune e Provincia (PTCP, piani regolatori comunali), non è pensabile progettare un'architettura SIT comunale che non sia in grado di dialogare in modo diretto con quella provinciale già esistente. Visto che l'architettura provinciale, come quella regionale, impiega software Arc/Info e Arcview, sarebbe opportuno che la progettazione dei SIT comunali prevedesse la possibilità di dialogare con questi strumenti.

Individuazione delle caratteristiche dell'hardware.

Risulta utile prevedere la presenza di un server (con particolari capacità in termini di spazio disponibile e memoria di lavoro) su cui sono presenti tutte le banche dati disponibili e almeno una postazione di lavoro costituita da un Personal Computer adeguatamente scelto in termini di componentistica su cui installare il software prescelto ed operare le tipiche funzionalità del SIT. A tal proposito è opportuno prevedere la disponibilità di un video da almeno 19 pollici. Inoltre, al fine della restituzione cartacea si dovrebbero prevedere due tipologie di stampanti: la prima è costituita da un plotter ad alta restituzione grafica in grado di stampare fuori dai formati UNI, la seconda è costituita da una stampante a colori in formato A3. A ciò potrebbe risultare conveniente aggiungere uno scanner per eventuali acquisizioni di originali cartacei.

Configurazione della rete. Il server deve essere configurato nella locale rete comunale così come la postazione lavoro, in quanto le banche dati saranno gestite unicamente sul server. Tale configurazione richiede che la rete sia sufficientemente veloce da garantire a tutti i client l'accesso ai dati. In particolare, l'esperienza della Provincia di Milano evidenzia che una rete a 100 Mbit/sec. supporta adeguatamente il lavoro contemporaneo di almeno 5-10 utenti, ciascuno operante su un pacchetto di dati geografici di centinaia di Mega Byte. Il software deve essere invece installato su ogni singola postazio-

ne che s'intende abilitare al fine di consentire la visione, lo scambio e la protezione dei dati all'interno del Comune. In particolare, sulla base dell'abilitazione all'accesso del sistema, si individuano tre diverse categorie di utenti e più precisamente: l'amministratore, che è abilitato alla gestione totale di tutti i dati del sistema; l'utente SIT, che è abilitato alla gestione dei propri dati già consolidati; ed infine l'utente normale a cui è consentita unicamente la consultazione del sistema.

Definizione delle carte di base e dei dati. La cartografia di base su cui implementare il sistema può essere costituita da:

- aereofotogrammetrico in scala almeno 1:2.000, si consiglia a tale proposito di basarsi sui capitoli forniti dalla Regione Lombardia;
- carte catastali (sia Urbano che Terreni);
- carta tecnica regionale (alla scala 1:10.000);
- ortofoto digitali (alla scala 1:10.000).

Per quanto riguarda le banche dati tematiche si possono prevedere le seguenti:

- Anagrafe (bancadati della popolazione dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Anagrafe, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);
- Edilizia Privata (bancadati dei fabbricati dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Tecnico, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);
- Tributi (bancadati relativa alla tassa sull'occupazione del suolo pubblico e per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Tributi, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);
- Lavori Pubblici (bancadati strade, servizi e sottoservizi, aree pubbliche ed edifici pubblici, raccolta rifiuti solidi urbani dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Tecnico, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);
- Ambiente (zonizzazione acustica aree di bonifica, aree a rischio rilevante, centraline rilevazione inquinamento atmosferico dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Tecnico, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);

- Polizia Municipale (Piano Urbano del Traffico dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'Ufficio Polizia Municipale, per cui sarà l'ufficio stesso a garantirne l'aggiornamento e la sua qualità);
- PTCP (bancadati del PTCP dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dalla Provincia);
- SIA (bancadati del Sistema Informativo Ambientale della Direzione Centrale Ambiente dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dalla Provincia ed aggiorna i dati a livello locale);
- Parchi locali o regionali (cartografia del PTC o di altri strumenti del Parco dove il SIT utilizza direttamente i dati gestiti dall'ente parco).

Funzioni dell'Ufficio SIT. Il ruolo dell'Ufficio SIT è inizialmente quello di approntare la progettazione della bancadati, attraverso l'analisi dello stato attuale dei dati, in modo da individuare le possibili correlazioni logico-concettuali tra i dati e gli oggetti territoriali, per integrare le banche dati esistenti con le chiavi di aggancio precedentemente individuate. Successivamente il SIT sarà in grado di effettuare analisi geografiche, numeriche o statistiche, al fine di estrapolare una serie di dati ritenuti significativi; supporterà gli uffici per la realizzazione di nuove tavole cartografiche, tematiche o personalizzate; si farà carico di mantenere aggiornata la bancadati, di integrarla e, possibilmente, di ampliarla, acquisendo ex novo nuove forniture, previa una loro normalizzazione, uniformando la struttura dei record a quella dei tematismi già esistenti.

Potrà inoltre rendere accessibili e consultabili i dati agli altri uffici attraverso la rete locale; pubblicare su internet una parte di dati direttamente, oppure avvalersi della già consolidata esperienza tecnica della Provincia di Milano; avviare collaborazioni con altri enti istituzionali, quali la Regione, la Provincia e altri Comuni per integrare i vari uffici SIT presenti sul territorio e per scambiare attivamente dati geografici di comune interesse.

7.1.4. Attuazione del progetto

Procedure amministrative finalizzate alla realizzazione del SIT. Per la realizzazione del SIT occorre prevedere in bilancio un budget relativamente alto al fine di affrontare i costi iniziali di avvio e far fronte ai possibili imprevisti derivanti dall'utilizzo di un si-

stema complesso. Tale budget dovrà essere suddiviso in due diversi capitoli destinati all'acquisto di beni e alle prestazioni di servizi.

Nel caso in cui invece le previsioni fossero inferiori all'effettivo stanziamento o i capitoli non fossero idonei all'identificazione del SIT, si dovrà provvedere ad una variazione di bilancio.

Definite le risorse finanziarie disponibili, occorre costituire con delibera di giunta comunale l'Ufficio SIT ed individuare all'interno della struttura comunale il personale adatto e soprattutto interessato a ricoprire i ruoli del progetto. Considerate quindi le adesioni e le esigenze organizzative si provvede alla modifica della pianta organica.

Infine il responsabile di servizio/ufficio, a cui è affidato il SIT, provvederà con relative determinazioni all'acquisto delle risorse materiali e ad affidare gli eventuali incarichi professionali.

Formazione del Personale. Tutto il personale coinvolto nell'Ufficio SIT deve partecipare ad una formazione di base sull'operatività del software e sulla gestione delle banche dati.

In particolare la figura dell'esperto SIT deve avere una formazione più approfondita realizzabile mediante corsi avanzati e/o con il supporto di un eventuale consulente esterno. Eventualmente la figura del disegnatore potrebbe partecipare a corsi di aggiornamento finalizzati all'approfondimento delle funzioni di editing ed impostazione delle stampe. Per quanto riguarda il personale dell'ente coinvolto dal sistema di relazioni del SIT, è opportuno che venga progressivamente sensibilizzato sui contenuti e le finalità del SIT al fine di garantire la qualità del dato richiesto.

La formazione di base e quella più specifica verranno svolte dalla ditta incaricata della fornitura del software o in alternativa da altre professionalità competenti, mentre la sensibilizzazione risulterà a carico dell'ufficio SIT stesso.

Relazioni tra gli uffici del Comune e con altri enti per l'accesso ai dati. Sulla base dei principi sopra indicati, le tipologie di accesso ai dati saranno strutturate come illustrato in Figura 7.1.

In particolare si prevede l'utilizzo della rete locale per le connessioni tra i vari uffici comunali, mentre per quanto riguarda gli scambi di dati con gli altri enti si prevedono delle piattaforme internet oppure degli scambi ad hoc di particolari tipologie di dati.

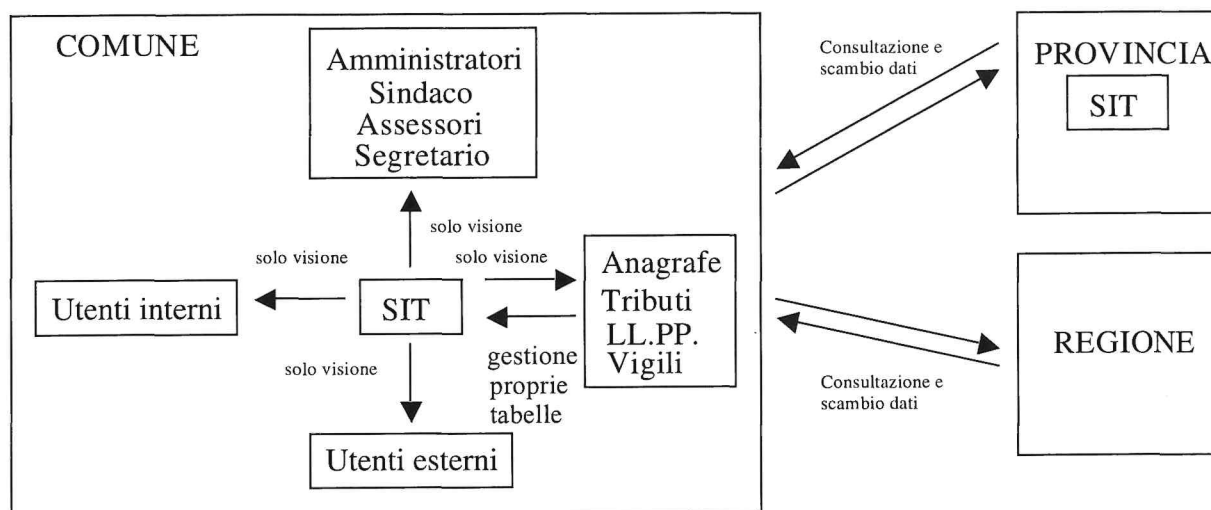


Figura 7.1 – Schema logico di accesso ai dati

Realizzazione di bancadati e dei progetti. La prima fase riguarda la trasformazione della cartografia esistente, dai formati originali ai formati del software prescelto. Tale attività può essere svolta direttamente dall'esperto SIT oppure, con uno specifico incarico, da una ditta esterna. La scelta comporterà un diverso programma di gestione del SIT in quanto nella prima ipotesi l'attività consente la formazione del personale all'interno dell'ente e la capacità di modificare nel tempo la cartografia di base con l'ausilio del personale interno; nella seconda ipotesi vi è una riduzione dei tempi di restituzione della cartografia.

L'attuazione del progetto comporta la definizione di un codice che permette di identificare in maniera univoca l'oggetto territoriale (edificio, immobile). Tale codice potrebbe essere costituito dal codice ecografico di cui il Comune intende dotarsi oppure dagli identificativi catastali (foglio mappale subalterno). Tenuto conto che un dato identificativo legato all'immobile richiede tempi significativi di realizzazione, è ipotizzabile che, nella prima fase, si possa utilizzare come riferimento l'edificio attraverso i dati catastali, e, solo in una seconda fase, attuare una identificazione di maggior dettaglio arrivando a definire come elemento base l'immobile.

Per quanto riguarda i dati già a disposizione di ogni ufficio, risulta necessario collegare le singole banche dati agli oggetti territoriali (prima all'edificio e poi al singolo immobile), per poter localizzare facilmente tutte le informazioni di cui dispone il Comune sul proprio territorio. Questo collegamento avviene inserendo, all'interno di ogni singolo record

della bancadati, il relativo codice ecografico, ovvero realizzando una relazione di tipo uno a molti tra l'oggetto territoriale e i record relazionati. Tale operazione va continuamente aggiornata attraverso le normali e quotidiane procedure operative. Date la quantità e la differenza di dati gestiti, risulta necessario risolvere gli eventuali problemi di interoperabilità tra i dati in uso. Questo è dovuto generalmente a formati dati che spesso non si prestano a dialogare tra di loro e diventa più che mai necessario trasformare i dati in formati compatibili tra di loro o utilizzare formati universalmente compatibili. Per quanto riguarda le banche dati alfanumeriche, si prevede l'utilizzo del formato «dbf», sia perché ArcView utilizza correntemente questo formato, sia perché tale formato è facilmente leggibile dai più comuni programmi desktop di gestione dati quali Excel o Access, oltre che da quelli più potenti come Oracle.

Mettendo in condivisione i dati, è necessario definire le modalità di accesso di tutti gli utenti per le eventuali operazioni di editing, sia grafico che alfanumerico, in quanto può verificarsi il caso in cui due o più utenti contemporaneamente si apprestino ad effettuare delle modifiche alla stessa base dati (stesso file): senza il controllo degli accessi si perderebbero gli aggiornamenti effettuati, in quanto vengono memorizzate solamente le modifiche dell'utente che per ultimo salva il file in uso. Onde evitare la possibilità di dover perdere delle informazioni, si possono approntare diverse soluzioni: quella più semplice è rappresentata dal caso in cui un solo

utente sia abilitato alla modifica degli archivi (utente a cui, quindi, confluiranno tutte le operazioni di aggiornamento e modifica). Nel caso in cui, invece, si vogliano comunque mantenere più utenti abilitati, è possibile utilizzare tre distinte procedure. La prima impone all'utente che deve effettuare le modifiche di avvertire i propri colleghi, in modo che tutti gli interessati ne siano al corrente e possano effettuare le proprie modifiche solamente dopo che il file risulti di nuovo «accessibile». La seconda prevede un apposito software che gestisca e regoli gli accessi, in modo che solamente il primo che apre il file possa effettivamente editare, mentre gli altri possono consultare lo stesso file in sola lettura senza possibilità di modifica. Infine, la terza prevede di organizzare la banca dati attraverso un geodatabase, in grado di gestire i vari utenti e permettere che questi possano modificare contemporaneamente lo stesso file, controllando che non si stiano modificando le stesse informazioni. Per la sola visualizzazione dei dati, dal momento che il software prescelto comporta l'acquisto di una singola licenza per ogni PC su cui deve essere installato, al fine di contenere i costi di acquisto, si può inizialmente dotare tutto il personale interessato del software gratuito ArcExplorer (ESRI), mentre verranno inizialmente acquisite le licenze solo per gli operatori del SIT (responsabile, esperto GIS e disegnatore GIS), che dovranno operare in fase di editing, per la predisposizione sia della parte cartografica sia di quella alfanumerica.

7.1.5. Collaudo e verifica del sistema

Al termine della realizzazione dei singoli pacchetti dati (edilizia, tributi, anagrafe ecc.) e degli eventuali collegamenti tra di loro, si procederà ad un collaudo per la verifica dell'esatta relazione tra l'oggetto territoriale ed i dati connessi. Tale operazione deve essere eseguita sulla base di un campione significativo, individuato in modo casuale, e di cui si è in grado di potere accertare l'esattezza. Per cui l'attività dovrà essere svolta da personale interno all'ente dei vari uffici interessati oltre ai tecnici del SIT.

Tale attività consentirà inoltre di iniziare il coinvolgimento del personale dell'ente alle nuove procedure SIT ed all'uso dello stesso.

Al termine delle operazioni di collaudo si verificherà anche l'esatta fruizione da parte degli uffici interessati delle informazioni messe a disposizione e la corretta accessibilità e visibilità al sistema.

7.1.6. Cronoprogramma

Al fine della quantificazione dei tempi necessari per la realizzazione del Sistema Informativo Territoriale, è necessario prevedere uno schema di programma lavori che comprende tutte le fasi fin qui analizzate. La Figura 7.2 individua uno schema di massima che deve essere verificato, collaudato e tarato per ogni fase, in base alle particolari condizioni di partenza delle singole banche dati. Deve inoltre essere previsto

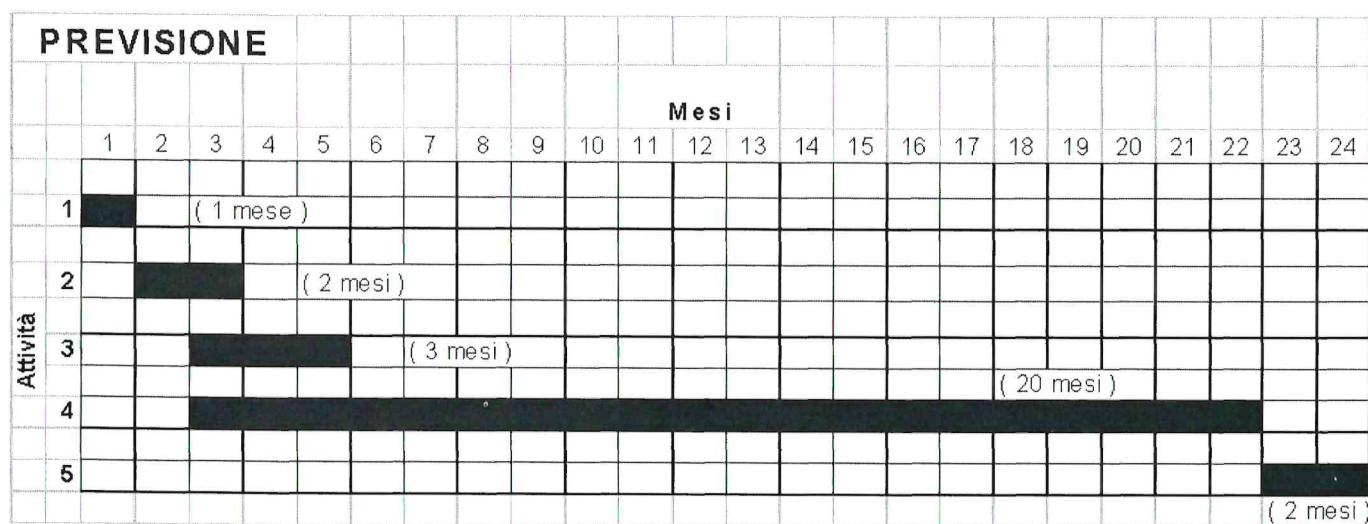


Figura 7.2 – Cronoprogramma di previsione

Tabella 7.1 – Esempio di individuazione delle voci di spesa

Voce di spesa	Dettaglio	Euro
<i>1ª Fase: avvio progetto</i>		
Acquisto Hardware		
Acquisto Software		
Personale	Coordinatore del Progetto Responsabile del Progetto Tecnico	
Formazione	di base avanzata	
Conversione archivi		
Incarico di consulenza	Esperto SIT	
<i>2ª Fase: implementazione e sviluppo</i>		
Acquisto Software		
Acquisto Hardware		
Incarico di consulenza	Esperto SIT	
Personale	Coordinatore del Progetto Responsabile del Progetto Tecnico Tecnici di altri servizi	
Conversione archivi e acquisizione dati		

disposizione di varianti urbanistiche incidenti sui parametri urbanistici, sulla capacità insediativa teorica e sulla quantificazione degli standard urbanistici;

- elaborazione di cartografie di azionamento per la predisposizione degli elaborati necessarie alle procedure di variante urbanistica.

L'importanza di questi risultati assume maggiore rilevanza se si considera che i procedimenti di adozione e approvazione definitiva delle varianti urbanistiche ai sensi della legge regionale n. 23 del 1997 fanno capo alle amministrazioni comunali e che la predisposizione di tali varianti viene per lo più affidata agli stessi uffici dell'amministrazione.

7.2.2. Pratiche edilizie e cenni ad altre applicazioni

Una corretta informatizzazione dei piani comunali e di altri dati geografici consente di automatizzare, almeno parzialmente, alcune procedure nel campo dell'istruttoria delle pratiche edilizie e urbanistiche.

La predisposizione, ad esempio, dei certificati di destinazione urbanistica potrebbe essere infatti generata automaticamente attraverso la consultazione del singolo poligono o dei poligoni appartenenti ai diversi strati informativi del piano regolatore. qualora la struttura dei dati prevedesse il collegamento alle normative di zona e a quelle eventualmente di tutela specifica, le informazioni necessarie alla compilazione del certificato sarebbero immediatamente desunte da una sola operazione di interrogazione. L'associazione tra questa interrogazione e le procedure di compilazioni di layout preimpostati permetterebbe immediatamente anche il rilascio in tempo reale del certificato richiesto.

La bancadati del piano regolatore, opportunamente collegata con l'archivio delle pratiche edilizie rilasciate all'interno di un singolo poligono, consente inoltre di evitare le ricerche d'archivio cartaceo e di velocizzare il controllo del rispetto dei parametri urbanistici.

A ciascun «lotto» urbanistico, a ogni area di pertinenza o perimetro di piano attuativo possono essere associati il volume massimo ammissibile, il volu-

me edificato e il volume concesso a seguito di rilascio di uno o più permessi di costruire. L'archiviazione di queste informazioni, fatta nel corso dell'istruttoria delle pratiche, permette:

- il riscontro con la situazione agli atti e la situazione in esame;
- l'immediata estrazione di informazioni relative ai volumi o alle superfici concesse nel corso dei singoli anni;
- il calcolo dell'attività edilizia all'interno del territorio comunale secondo le modalità previste dalle indagini ISTAT e della Camera di Commercio.

Va sottolineato che parte di questi processi automatici e di questi benefici di elaborazione ed estrazione di informazioni numeriche e spaziali può essere ottenuta solo in una situazione «a regime», ovvero quando siano verificate le seguenti condizioni:

- il piano regolatore è informatizzato secondo strutture dati orientate agli scopi sopra descritti e precedentemente progettate;
- è stata predisposta l'archiviazione informatizzata della maggior parte delle pratiche edilizie e sono stati fatti i collegamenti tra gli immobili presenti in questo archivio e i poligoni del piano regolatore.

Non va inoltre dimenticato che le banche dati territoriali, se opportunamente collegate ad altre banche dati già tradizionalmente presenti nei Comuni (anagrafe, ICI ed aree edificabili, rifiuti...), permettono di migliorare l'efficienza dei controlli e degli accertamenti tributari.

Se a questi archivi si collegano le banche dati catastali, gli archivi delle pratiche edilizie con l'associazione delle destinazioni d'uso delle superfici, risultano possibili controlli diretti tra proprietari, dichiaranti, dichiarazione ICI, tassa rifiuti solidi urbani, censimento catastale degli immobili.

Un'ultima considerazione merita di essere fatta circa la raccolta e la gestione dei dati relativi ai servizi comunali. Al di là degli obblighi conseguenti alla recenti normative urbanistiche, la programmazione e la gestione dei servizi risulta spesso un tema delicato per le amministrazioni locali: esse sono sovente alla ricerca di politiche di riorganizzazione finalizzate all'accorpamento dei servizi e all'ottimizzazione delle risorse anche economiche.

7.2.3. *Il rapporto Comune-Provincia*

Affinché l'ufficio SIT non si limiti ad essere un sistema strettamente funzionale all'ambito comunale, ma interagisca con gli enti e le realtà sovracomunali, è necessario che l'informatizzazione dei dati avvenga nel rispetto di idonei standard strutturali ed in parte qualitativi.

Alla luce della recente normativa urbanistica regionale che pone la Provincia quale ente a cui compete la verifica dei PRG e la valutazione delle interazioni fra i piani dei diversi Comuni, risulta naturale che l'ente con cui i SIT comunali debbano preferibilmente «dialogare» sia la Provincia stessa. L'adozione di standard comuni per l'informatizzazione potrebbe, ad esempio, portare alla costruzione di un'interpretazione delle legende cartografiche omogenea ed uniforme per tutti i piani regolatori, prevedendo preliminarmente il collegamento delle specifiche zone urbanistiche con uno schema unitario di semplificazione o accorpamento. Questa procedura comporterebbe notevoli agevolazioni sia per le amministrazioni comunali sia per gli uffici della Provincia di Milano.

L'omogeneizzazione degli strumenti urbanistici permetterebbe infatti ai Comuni che avviano processi di variante urbanistica l'immediata lettura ed interpretazione dei dati territoriali relativi ai territori contermini. Questa lettura, nel rispetto della disciplina urbanistica vigente, risulta essere una delle principali fasi durante l'avvio dei processi conoscitivi e ricognitivi. Permetterebbe inoltre alle amministrazioni comunali di acquisire dalla Provincia informazioni territoriali di interesse urbanistico e pianificatorio immediatamente leggibili, elaborabili e, soprattutto, cartografabili.

Anche l'utilizzo di standard unitari per il trattamento degli altri dati di interesse comunale comporterebbe indubbi benefici alle amministrazioni locali, per esempio, nel campo dei lavori pubblici. Interventi su strade o altre infrastrutture poste a confine, così come intereventi di manutenzione su collettori o su altre reti tecnologiche sarebbero caratterizzati da processi di verifica e controllo più rapidi attraverso una lettura del territorio più agevole per tutti i soggetti interessati.

Dal punto di vista della Provincia, i vantaggi sono assolutamente innegabili: acquisirebbe, ad esempio, i piani regolatori informatizzati direttamente sovrapponibili con gli strati informativi delle proprie

banche dati. Sarebbe pertanto immediato il confronto tra gli strati informativi del PRG con quelli del PTCP e quindi più rapido e sicuro l'intero processo finalizzato all'espressione del parere di compatibilità tra i due strumenti di pianificazione; inoltre anche lo sviluppo della pianificazione di area vasta risulterebbe migliorato e facilitato dalla disponibilità di dati urbanistici aggiornati e precisi.

Attraverso procedure condivise per l'acquisizione di altri dati geografici la Provincia potrebbe essere inoltre facilitata nel processo di ampliamento delle proprie banche dati: sarebbe infatti possibile recuperare le informazioni messe a disposizione dei Comuni per riunirle in archivi comuni a loro volta a disposizione di tutti i Comuni che ne facessero richiesta.

In condizioni di completo allineamento tra SIT comunali e SIT provinciale in materia di informazioni territoriali ed urbanistiche, un ulteriore miglioramento dell'efficacia dei processi di scambio dati potrebbe derivare dalla possibilità offerta di inviare per posta telematica «bozze» di possibili varianti al PRG ai tecnici provinciali. In questo modo si potrebbero avviare da parte di questi ultimi processi di valutazione preliminare di compatibilità, al fine di accelerare le procedure tecnico-istruttorie necessarie all'espressione del parere di compatibilità finale.

Dal punto di vista degli strumenti urbanistici, la Provincia di Milano dispone già di un Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC) che permette una lettura omogenea della pianificazione urbanistica comunale secondo una legenda unificata. Si tratta però di una interpretazione e semplificazione degli strumenti originali, che non consente di supportare tutte le funzioni sopra descritte; in particolare, attraverso il MISURC il Comune non può sviluppare il filone delle applicazioni gestionali e la Provincia quello della verifica di compatibilità PTCP-PRG.

Relativamente ad altri dati geografici, al contrario, non si dispone oggi di banche dati sistematiche ed omogenee per l'intero territorio provinciale, ma appare inderogabile la necessità di organizzarli con l'obiettivo di creare nuovi strati conoscitivi che debbano essere continuamente aggiornati. Reti tecnologiche, servizi comunali e uso del suolo rappresentano infatti importanti elementi di conoscenza per l'approfondimento di alcune tematiche connesse alla corretta gestione del territorio e alla programmazione degli interventi di interesse sovracomunale: infra-

strutture di trasporto, localizzazione di sportelli decentralizzati ecc.

La Provincia di Milano, relativamente ai piani regolatori comunali, ha pertanto definito una proposta di informatizzazione che tenga in considerazione i seguenti criteri principali:

- l'archivio cartografico informatizzato deve essere una rappresentazione fedele delle tavole originali;
- l'archivio deve risultare utile nelle attività correnti sia ai Comuni che alla Provincia;
- l'informatizzazione deve avvenire in modalità GIS;
- la struttura dati deve essere sufficientemente ricca da supportare alcune attività gestionali, ma anche semplice, risultando così gestibile anche da piccoli Comuni che non hanno personale specializzato;
- l'archivio deve contenere gli azzonamenti originali, ma anche permettere una lettura omogenea di tutto il territorio provinciale.

Questo rappresenta in sostanza il primo passo per la realizzazione di strati informativi con struttura omogenea e compatibile su cui iniziare l'aggiornamento in tempo rapido del mosaico informatizzato e rappresenterebbe il punto di partenza per lo scambio e l'aggiornamento di alcuni degli strati informativi contenuti nelle tavole del PTCP.

Per gli altri dati geografici, la Provincia propone una metodologia caratterizzata da semplici criteri di classificazione, valevoli per tutti coloro che intendono informatizzare i dati, ma che permettono una certa implementazione in base alle esigenze delle amministrazioni. In particolare si tiene conto dei seguenti criteri:

- strutture dati definite dalla Provincia per l'intero insieme di dati;
- regole omogenee per l'attribuzione delle rispettive classificazioni;
- possibilità di unire e separare i dati provenienti da Comuni diversi.

7.2.4. Parametri proposti

Di seguito si indicano i parametri «minimi» proposti per l'informatizzazione degli strumenti urbanistici e dei dati territoriali comunali; per una trattazione

più ampia si faccia riferimento ai corrispondenti paragrafi dei capitoli relativi ai GIS e al SIT della Provincia di Milano.

- *Scala nominale.* È la scala che definisce la precisione geometrica del dato, coincide con la scala di acquisizione ed è la corretta scala di restituzione cartografica dei dati. Solitamente si propone una scala 1:5.000, con maggior dettaglio per: i dati riferiti alle aree urbanizzate (1:2.000) e i dati riferiti alle aree poste nei centri storici (1:1.000/1:500). La proposta è di acquisire strati informativi unici, ma con differenti precisioni.
- *Sistema di coordinate.* Il sistema di coordinate utilizzato è quello denominato Gauss – Boaga, riferito all'ellissoide Internazionale di HAYFORD (1909), orientato a Roma Monte Mario (1940), con proiezione Universal Transverse Mercator (UTM), avente come meridiano centrale del fuso quello di coordinate $-3^{\circ} 27' 08'',4$ (rispetto a Monte Mario) oppure $+9^{\circ} 00' 00'',0$ (rispetto a Greenwich), con ampiezza 6° del fuso stesso.
- *Base cartografica di riferimento.* Si propone l'utilizzo di una tra le seguenti basi: aerofotogrammetrico derivato da voli aerei del territorio provinciale, secondo le modalità definite dal Servizio Cartografia della Provincia di Milano; aerofotogrammetrico derivato dall'impiego di capitoli regionali; planimetrie catastali restituite nelle coordinate del sistema di coordinate sopra indicato, fornito dall'Agenzia del Territorio in formato cxf.
- *Formati dati.* Per quanto riguarda gli *strati geografici*, la struttura dati preferibile è rappresentata da uno strato GIS con topologia poligonale, lineare o puntuale a seconda dei rispettivi schemi concettuali (per esempio, una cover in ambiente Arc/Info). Qualora, a causa della mancanza degli appositi strumenti, non sia possibile realizzare una cover di Arc/Info, si può prevedere la realizzazione di uno strato GIS non topologico (per esempio uno shapefile in ambiente ArcView). Per quanto riguarda invece i *dati alfanumerici*, la struttura dati corretta è rappresentata da una tabella di database, dove sono state implementate le caratteristiche dei campi, così come esplicitate nei rispettivi successivi paragrafi (ad esempio, la tipologia di dato prevista, il possibile dominio ecc.), curando in particolare modo l'univocità degli identificativi e le relazio-

ni in essere tra le varie entità. Anche in questo caso, se a causa della mancanza degli appositi strumenti non è possibile realizzare direttamente il database, si può realizzare una tabella (ad esempio, in formato dbf), definendo almeno le proprietà principali quali, ad esempio, la tipologia del dato e mantenere congruenti le informazioni che si vanno a realizzare.

- *Documentazione.* Si propone il set di informazioni precedentemente descritto e in uso presso il SIT provinciale, qui riportato per comodità. *Informazioni generali sui dati:* nome della base dati e sua identificazione, descrizione, proprietà, organizzazioni coinvolte (con riferimenti e contatti), tipo di schema spaziale, altri documenti di riferimento, eventuali basi dati correlate; fasi temporali di realizzazione. *Elementi di qualità dei dati:* data di produzione, fonti, metodo di rilievo, metodo di lavoro (ambiente di lavoro, metodo di digitalizzazione, base cartografica utilizzata per la digitalizzazione, eventuali congruenze logiche, geometriche e topologiche verificate durante l'acquisizione, criteri e ipotesi adottati e problemi riscontrati durante la progettazione e costruzione della base dati geografica), scala nominale (precisione), accuratezza posizionale complessiva, accuratezza degli attributi complessiva, correttezza, completezza, integrità. *Sistema di coordinate ed estensione:* sistema di coordinate, sistema di riferimento, estensione geografica, estensione temporale, nome dell'area. *Definizione dei dati:* schema concettuale della base dati geografica (entità, relazioni, gerarchie ecc.) e sua descrizione, schema logico (elenco oggetti/tabelle/strati GIS, descrizione delle loro proprietà, attributi e loro proprietà, domini e classificazioni adottate, con riferimenti a eventuali repertori lessicali, implementazione delle relazioni ecc.). *Informazioni per la distribuzione:* restrizioni d'uso, possessori del copyright, informazioni sul prezzo, unità di distribuzione, supporti e formati. *Informazioni sul metadato:* data di creazione e aggiornamento, redattore, organizzazioni e strutture coinvolte, riferimenti.

7.2.5. Modello della base dati PRG

i) Schema concettuale

È prevista la realizzazione di due pacchetti informativi distinti: DESTINAZIONI_FUNZIONALI e VIN-

COLI, nel rispetto della base dati MISURC attualmente predisposta dalla Provincia di Milano.

Il primo, schematizzato in Figura 7.4, contiene le informazioni tipicamente presenti nelle tavole di azionamento, destinando l'intero territorio comunale, suddividendolo in base alla classificazione delle zone urbanistiche stabilite in assoluta autonomia dall'amministrazione comunale. Tale dato classifica anche le porzioni di territorio eventualmente riportate nello strato vincoli, in base all'effettivo uso del suolo previsto. Ad esempio, un'area di rispetto stradale ricadente su suolo agricolo prevede, in questo modello, che in destinazioni funzionali il limite della destinazione agricola vada a coincidere con quello che definisce la zona urbanistica relativa alla strada, e nei vincoli individua la fascia di rispetto di 10, 20, 30... m come poligono che si sovrapponga ad una destinazione d'uso del suolo. Lo schema della parte vincoli è illustrato in Figura 7.5.

L'istanza di entità AMBITO_DI_ZONA individua il singolo poligono in cui:

ID_AZ è l'identificativo del singolo poligono (chiave primaria);
 AREA indica la superficie del singolo poligono, espressa in mq;
 N_PA indica il numero del piano attuativo di appartenenza (da inserire solo nel caso di poligoni appartenenti ad aree sottoposte a pianificazione esecutiva);
 SLP indica la superficie lorda di pavimento massima ammissibile all'interno del singolo poligono (mq);
 VOL indica il volume massimo ammissibile all'interno del singolo poligono (mc).

L'istanza di entità ZONA_URBANISTICA rappresenta la zona urbanistica a cui appartengono i singoli poligoni in cui:

ID_ZU è l'identificativo della singola zona urbanistica vigente (chiave primaria);
 Z_DES è la descrizione della voce di legenda che classifica i singoli poligoni;

DESTINAZIONI_FUNZIONALI

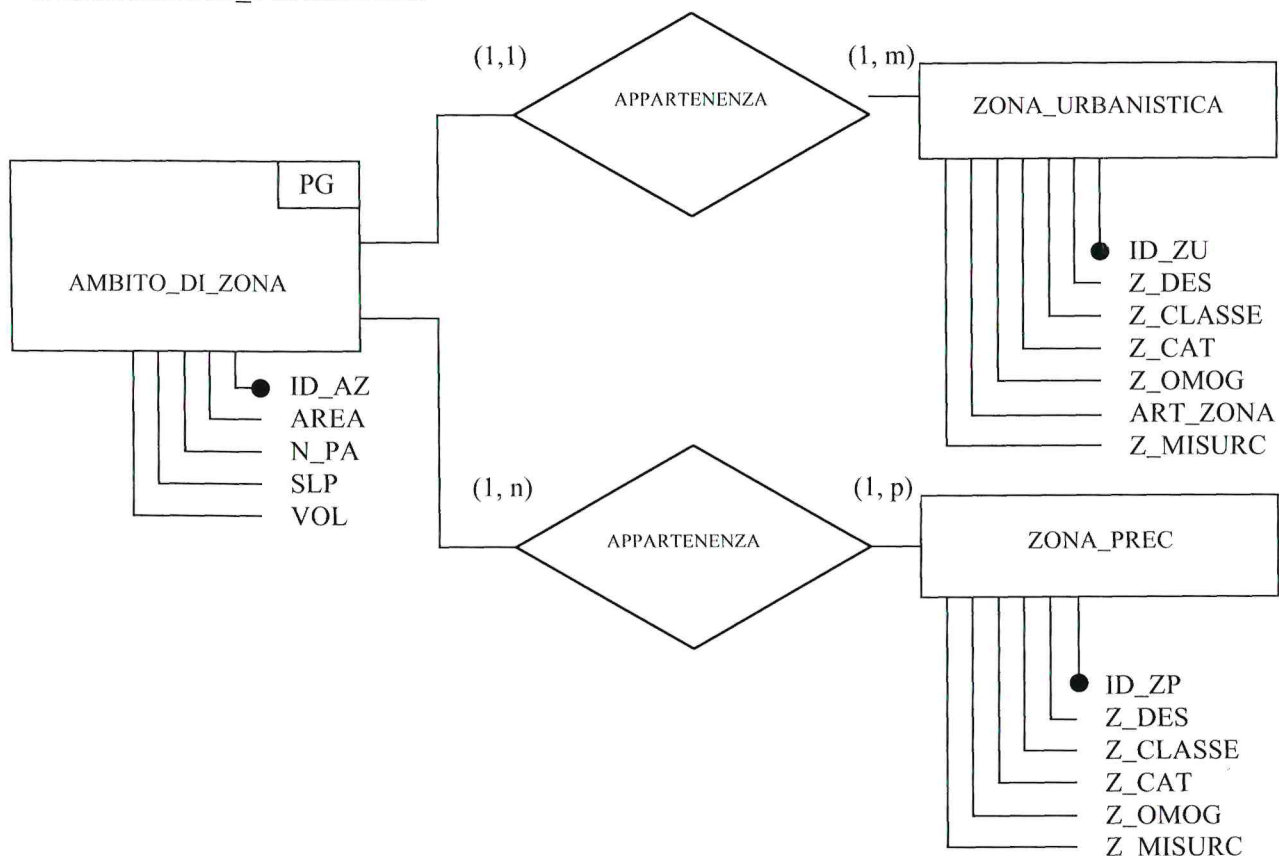


Figura 7.4 – Schema Entità-Relazione della base dati PRG – parte destinazioni funzionali

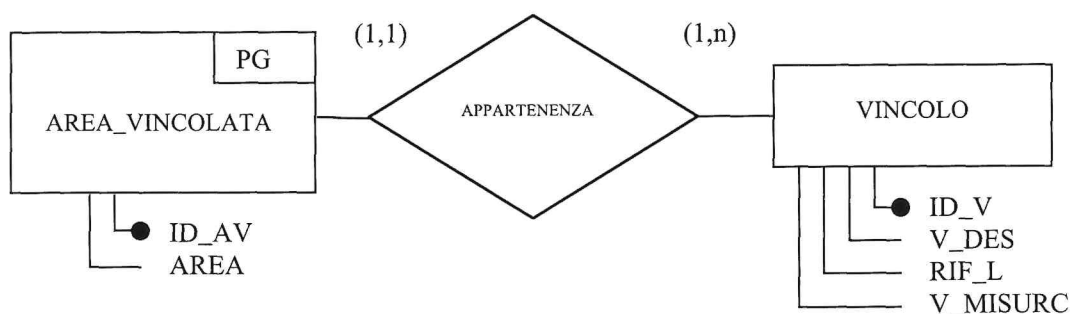


Figura 7.5 – Schema Entità-Relazione della base dati PRG – parte vincoli

Z_CLASSE	indica la classificazione della zona (es. R, AI ecc.);
Z_CAT	indica l'eventuale categoria all'interno della classificazione (es. B1, R2 ecc.);
Z_OMOG	indica la classificazione della zona urbanistica secondo le zone omogenee del DM 1444/68;
ART_ZONA	indica il riferimento all'articolo di norma del PRG specifico per la zona urbanistica;
Z_MISURC	indica la classificazione secondo la legenda unificata del MISURC provinciale.

Ogni istanza di AMBITO_DI_ZONA corrisponde ad esattamente una ZONA_URBANISTICA; viceversa una ZONA_URBANISTICA corrisponde ad una o più istanze di AMBITO_DI_ZONA.

L'entità ZONA_PREC rappresenta la zona urbanistica a cui appartengono i singoli poligoni secondo le disposizioni del precedente strumento urbanistico, in cui:

ID_ZP	è l'identificativo della singola zona precedente (chiave primaria);
Z_DES	è la descrizione della voce di legenda che classifica i singoli poligoni;
Z_CLASSE	indica la classificazione della zona (es. R, AI ecc.);
Z_CAT	indica l'eventuale categoria all'interno della classificazione (es. B1, R2 ecc.);
Z_OMOG	indica la classificazione della zona urbanistica secondo le zone omogenee del DM 1444/68;

Z_MISURC	indica la classificazione secondo la legenda unificata del MISURC provinciale.
----------	--

Ogni istanza di AMBITO_DI_ZONA appartiene ad una o più ZONA_PREC; viceversa una ZONA_PREC sarà composta da una o più istanze di AMBITO_DI_ZONA.

L'entità poligonale AREA_VINCOLATA presenta i seguenti attributi:

ID_AV	è l'identificativo del singolo poligono (chiave primaria);
AREA	indica la superficie del singolo poligono (mq).

L'entità VINCOLO rappresenta la tipologia di vincolo cui appartengono i singoli poligoni, in cui:

ID_V	è l'identificativo del vincolo;
V_DES	indica la descrizione della voce di legenda;
RIF_L	indica il riferimento delle disposizioni rispetto al quale vige la tutela o il vincolo.
V_MISURC	indica la classificazione secondo la legenda unificata del MISURC provinciale.

Ogni istanza di AREA_VINCOLATA corrisponde ad esattamente un VINCOLO; viceversa ad un VINCOLO corrisponderanno una o più istanze di AREA_VINCOLATA.

ii) Schema logico

I dati vengono organizzati come descritto nella seguente Tabella 7.2.

Tabella 7.2 – Elenco strati GIS e/o tabelle componenti la base dati PRG

Nome oggetto	Descrizione	Tipo
AMBITO_DI_ZONA	Contiene le istanze dell'entità AMBITO_DI_ZONA e relativi attributi	Strato GIS poligonale
ZONA_URB	Contiene le istanze dell'entità ZONA_URBANISTICA e relativi attributi	Tabella
ZONA_PREC	Contiene le istanze dell'entità ZONA_PREC e relativi attributi	Tabella
REL_AZ_ZP	Implementa la relazione molti-a-molti tra AMBITO_DI_ZONA e ZONA_PREC, contenendo le coppie di ID degli elementi correlati	Tabella
AREA_VINC	Contiene le istanze dell'entità AREA_VINCOLATA e relativi attributi	Strato GIS poligonale
VINCOLO	Contiene le istanze dell'entità VINCOLO e relativi attributi	Tabella

Le seguenti tabelle specificano la struttura dati degli oggetti informatici che compongono la base dati del PRG.

Tabella 7.3 – Attributi di AMBITO_DI_ZONA

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_AZ	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
ID_ZU	Numero intero di 6 cifre		Chiave esterna, relazione con ZONA_URB
AREA	Numero reale di 10 cifre: 8 intere, virgola, 1 decimale		
N_PA	Numero intero di 6 cifre		
SLP	Numero reale di 10 cifre: 7 intere, virgola, 2 decimali		
VOL	Numero reale di 10 cifre: 7 intere, virgola, 2 decimali		

Tabella 7.4 – Attributi di ZONA_URB

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_ZU	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
Z_DES	Stringa di 200 caratteri		
Z_CLASSE	Stringa di 10 caratteri		
Z_CAT	Stringa di 10 caratteri		
Z_OMOG	Stringa di 2 caratteri	A, B, C, D, E, F	
ART_ZONA	Stringa di 10 caratteri		
Z_MISURC	Numero intero di 4 cifre	Cfr. Tabella COD_DEST_FUNZ, in allegato MISURC	

Tabella 7.5 – Attributi di ZONA_PREC

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_ZP	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
Z_DES	Stringa di 200 caratteri		
Z_CLASSE	Stringa di 10 caratteri		
Z_CAT	Stringa di 10 caratteri		
Z_OMOG	Stringa di 2 caratteri	A, B, C, D, E, F	
Z_MISURC	Numero intero di 4 cifre	Cfr. Tabella COD_DEST_FUNZ, in allegato MISURC	

Tabella 7.6 – Attributi di REL_AZ_ZP

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_AZ	Numero intero di 6 cifre		Chiave esterna, relazione con AMB_ZONA
ID_ZP	Numero intero di 6 cifre		Chiave esterna, relazione con ZONA_PREC

Tabella 7.7 – Attributi di AREA_VINCOLATA

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_AV	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
ID_V	Numero intero di 6 cifre		Chiave esterna, relazione con VINCOLO
AREA	Numero reale di 10 cifre: 8 intere, virgola, 1 decimale		

Tabella 7.8 – Attributi di VINCOLO

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_V	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
V_DES	Stringa di 200 caratteri		
RIF_L	Stringa di 50 caratteri		
V_MISURC	Numero intero di 2 cifre	Cfr. Tabella COD_VIN, in allegato MISURC	

Per facilitare la comprensione dello schema della base dati PRG, la Figura 7.6 rappresenta un ipotetico azzonamento dove sono stati rappresentati due casi esemplificativi:

- l'ambito di zona 12 adesso è classificato come *At-*

tività artigianali, mentre prima era classificato come *Aree per attività agricole*;

- l'ambito di zona 21 adesso è classificato come *Attività industriale*, mentre prima erano previste due zone distinte: la zona *Attività industriali* e la zona *Attività industriali d'espansione*.

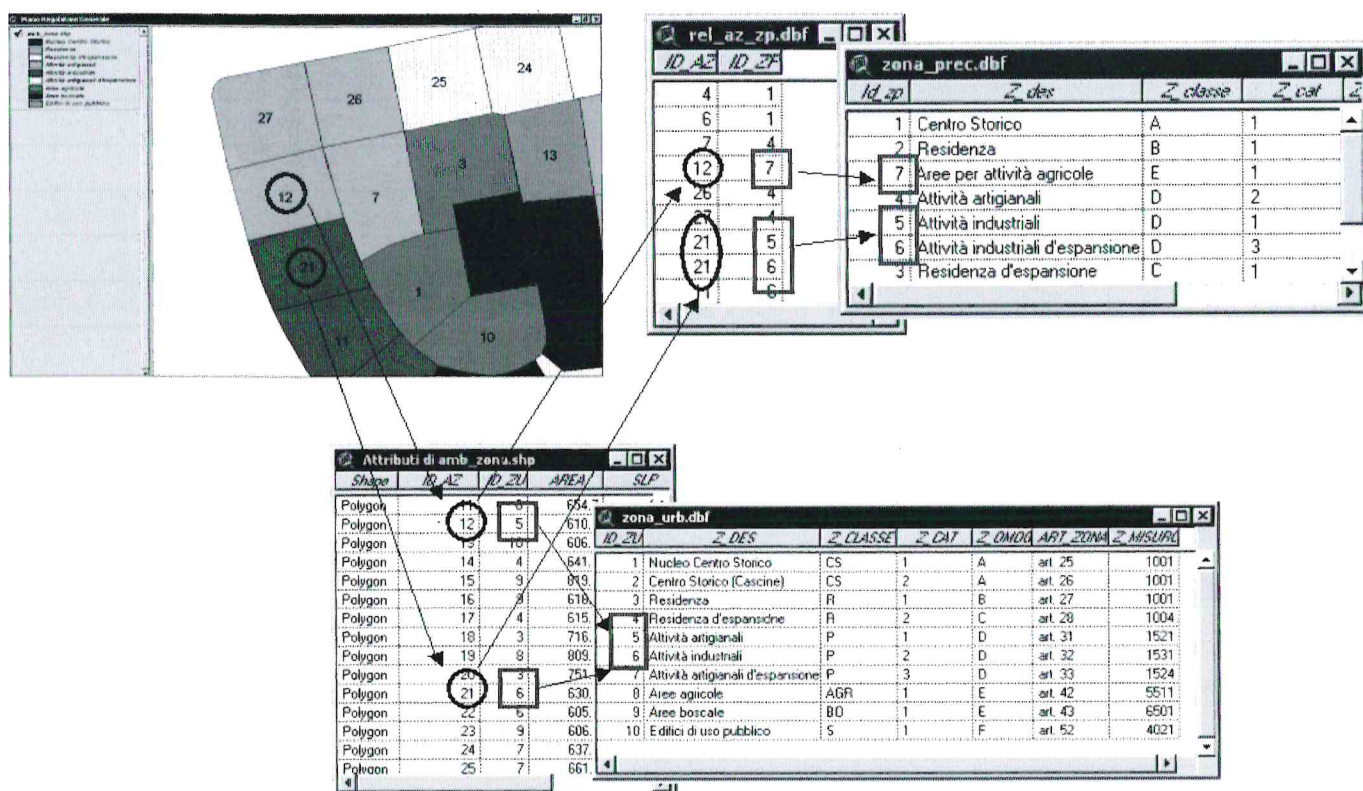


Figura 7.6 – Esempio di informatizzazione di un PRG

7.2.6. Modello della base dati Servizi Comunali

i) Schema concettuale

È prevista la realizzazione di un pacchetto informativo SERVIZI_COMUNALI, che presenta una semplice struttura concettuale, illustrata in Figura 7.7.

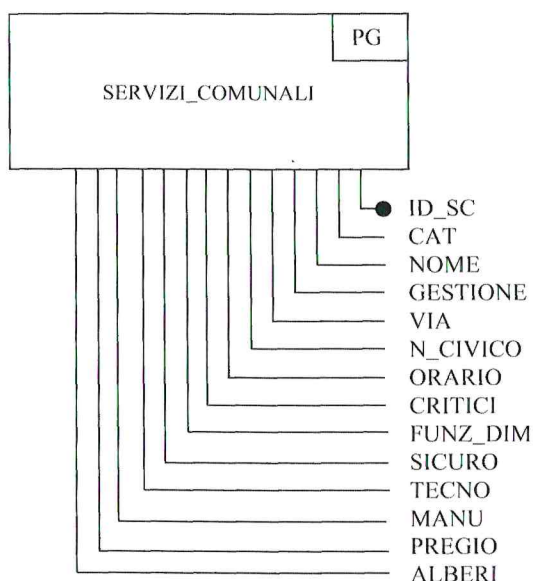


Figura 7.7 – Schema Entità-Relazione della base dati SERVIZI_COMUNALI

L'entità poligonale SERVIZI_COMUNALI presenta i seguenti attributi:

ID_SC	è l'identificativo del singolo punto (chiave primaria);
CAT	indica la categoria di classificazione dei servizi comunali;
NOME	denominazione del servizio;
GESTIONE	indica se il servizio è pubblico o privato;
VIA	indica l'ubicazione del servizio;
N_CIVICO	indica il numero civico;
ORARIO	indica l'orario di apertura del servizio;
CRITICI	indica la presenza di criticità ambientali (disturbo acustico, inquinamento atmosferico, elevato traffico);
FUNZ_DIM	indica il rispetto dei parametri funzionali e dimensionali minimi di legge;
SICURO	indica il rispetto della normativa di sicurezza (impianti, prevenzione incendi);
TECNO	indica la presenza di impianti tecnologicamente innovativi (basse emissioni, ridotti consumi, fonti alternative);

MANU	indica la presenza di un programma di manutenzione pluriennale;	ALBERI	indica la presenza di elementi arborei di livello monumentale o di pregio (nel caso di verde pubblico o anche per gli spazi di pertinenza delle strutture).
PREGIO	indica se il servizio è localizzato in un edificio di pregio architettonico;		

ii) Schema logico

Tabella 7.9 – Strato GIS componente la base dati SERVIZI_COMUNALI

Nome oggetto	Descrizione	Tipo
SERVIZI_COMUNALI	Contiene le istanze dell'entità SERVIZI_COMUNALI e relativi attributi	Strato GIS poligonale

Le seguenti tabelle specificano la struttura dati dello strato GIS SERVIZI_COMUNALI.

Tabella 7.10 – Attributi di SERVIZI_COMUNALI

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_SC	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
CAT	Numero intero di 4 cifre	Cfr. Tabella 7.11	
NOME	Stringa di 200 caratteri		
GESTIONE	Stringa di 10 caratteri	Pubblico Privato Misto	
VIA	Stringa di 200 caratteri		
N_CIVICO	Stringa di 10 caratteri		
ORARIO	Stringa di 200 caratteri		
CRITICI	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
FUNZ_DIM	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
SICURO	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
TECNO	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
MANU	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
PREGIO	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	
ALBERI	Stringa di 2 caratteri	NO, SI	

Tabella 7.11 – Categorie dei SERVIZI_COMUNALI

Cat.	Descrizione
101	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede regionale
102	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede provinciale
103	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede istituto di previdenza e assistenza sociale
104	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede INAIL
105	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede rappresentanze sindacali
106	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede CAAF
107	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede Sportello Unico

(segue)

(continua)

Cat.	Descrizione
108	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede Agenzia delle dogane
109	Istituzioni e Servizi di Previdenza Sociale – sede Camera di Commercio
201	Salute – ospedale
202	Salute – clinica privata
203	Salute – sede ASL
204	Salute – SERT (servizio tossicodipendenza)
251	Assistenza – residenza minori
252	Assistenza – assistenza adolescenti
253	Assistenza – associazioni di volontariato
254	Assistenza – centro diurno
255	Assistenza – Residenza Sanitaria Assistenziale
301	Istruzione – asilo nido
302	Istruzione – scuola materna
303	Istruzione – scuola elementare
304	Istruzione – scuola media inferiore
305	Istruzione – scuola media superiore
306	Istruzione – università
401	Cultura – biblioteca
402	Cultura – museo
403	Cultura – teatro
404	Cultura – cinema
451	Sport/verde – impianto sportivo
452	Sport/verde – area verde sovracomunale
501	Sicurezza – prefettura (Uffici Territoriali del Governo)
502	Sicurezza – questura
503	Sicurezza – commissariati di polizia
504	Sicurezza – tribunale
505	Sicurezza – casa circondariale
506	Sicurezza – carabinieri
507	Sicurezza – guardia di finanza
508	Sicurezza – vigili del fuoco
509	Sicurezza – protezione civile
601	Mobilità – parcheggi di interscambio
602	Mobilità – stazioni ferroviarie
603	Mobilità – stazioni metropolitana
604	Mobilità – terminal bus
701	Energia – centrale di produzione
801	Rifiuti – depuratore
802	Rifiuti – piattaforma ecologica
803	Rifiuti – termoutilizzatore
804	Rifiuti – impianto compostaggio biomasse
901	Servizi immateriali – assistenza domiciliare anziani o disabili
902	Servizi immateriali – trasporto anziani o disabili – scuolabus
903	Servizi immateriali – soggiorni climatici anziani o disabili
904	Servizi immateriali – assistenza sociale ed educativa disabili
905	Servizi immateriali – assistenza sociale ricreativa diurna
906	Servizi immateriali – consegna pasti a domicilio anziani o disabili
907	Servizi immateriali – assistenza psicologica telefonica
908	Servizi immateriali – custodia bambini pre/post scuola
909	Servizi immateriali – altri

7.2.7. Modello della base dati Uso del Suolo

i) Schema concettuale

È prevista la realizzazione di un pacchetto informativo USO_DEL_SUOLO, schematizzato in Figura 7.8, contenente le informazioni riguardanti l'uso del suolo relativo allo stato di fatto dell'intero territorio comunale, sulla base di una classificazione stabilita in assoluta autonomia dall'amministrazione comunale.

L'entità USO_DEL_SUOLO presenta i seguenti attributi:

ID_US	è l'identificativo del singolo poligono (chiave primaria);
AREA	indica la superficie del singolo poligono, espressa in mq;

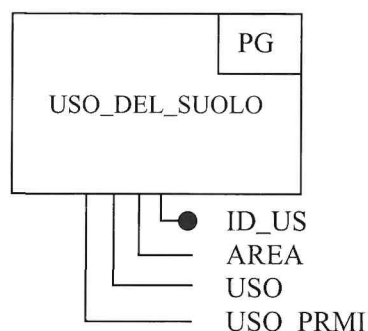


Figura 7.8 – Schema Entità – Relazione della base dati USO_DEL_SUOLO

USO	individua l'uso del suolo secondo una classificazione definita dal Comune;
USO_PRMI	individua l'uso del suolo secondo una classificazione definita dalla Provincia di Milano.

ii) Schema logico

Tabella 7.12 – Strato GIS componente la base dati USO_DEL_SUOLO

Nome oggetto	Descrizione	Tipo
USO_DEL_SUOLO	Contiene le istanze dell'entità USO_DEL_SUOLO e relativi attributi	Strato GIS poligonale

Le seguenti tabelle specificano la struttura dati dello strato GIS USO_DEL_SUOLO.

Tabella 7.13 – Attributi di USO_DEL_SUOLO

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_US	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
AREA	Numero reale di 10 cifre: 8 intere, virgola, 1 decimale		
USO	Stringa di 200 caratteri		
USO_PRMI	Numero intero di 4 cifre	Cfr. Tabella 7.14	

Tabella 7.14 – Categorie di USO_DEL_SUOLO

USO_PRMI	Descrizione
101	Residenziale ad alta densità
102	Residenziale a bassa densità
103	Produttivo pesante
104	Produttivo artigianale
105	Commerciale

(segue)

(continua)

USO_PRMI	Descrizione
106	Direzionale
107	Ricettivo
108	Polifunzionale
201	Viabilità
202	Impianti e attrezzature per la distribuzione del carburante
203	Impianti ferroviari
301	Attrezzature scolastiche
302	Attrezzature civiche
303	Attrezzature sportive
304	Attrezzature religiose
305	Verde pubblico
306	Parcheggi
307	Impianti ed attrezzature urbane
308	Attrezzature di interesse sovracomunale
401	Aree agricole
402	Aree agricole periurbane
403	Aree agricole di valore ambientale
404	Aree incolte
405	Aree boscate
406	Parchi sovracomunali
501	Corsi d'acqua
502	Cave

7.2.8. Modello della base dati Reti Tecnologiche

i) Schema concettuale

La Figura 7.9 mostra lo schema della base dati RETI_TECNOLOGICHE, che comprende due entità.

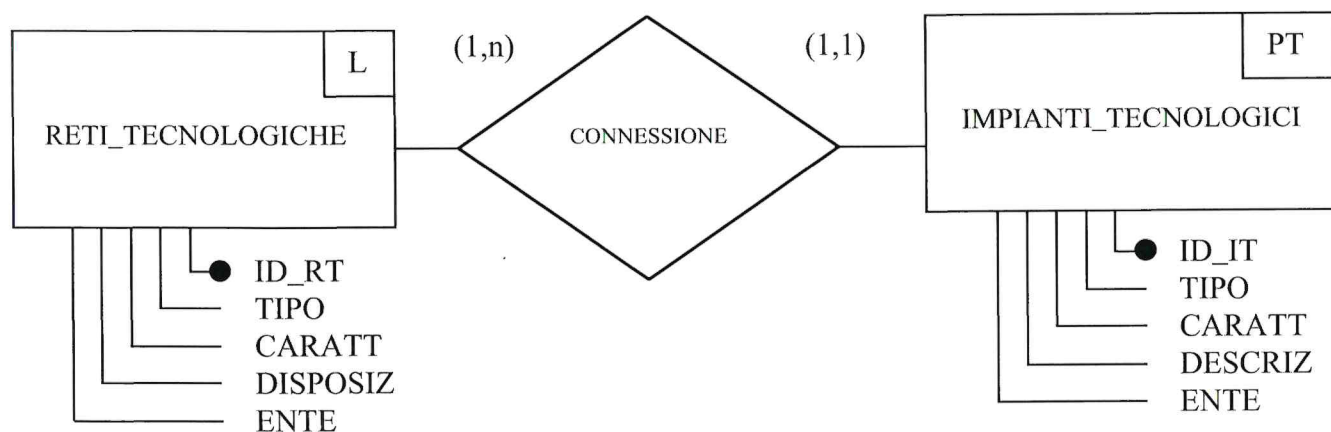


Figura 7.9 – Schema Entità-Relazione della base dati RETI_TECNOLOGICHE

L'istanza di entità RETI_TECNOLOGICHE individua la singola linea in cui:

ID_RT	è l'identificativo della singola linea (chiave primaria);
TIPO	individua la rete tecnologica di cui la linea fa parte secondo una classificazione definita dalla Provincia di Milano;
CARATT	indica le caratteristiche tecniche della linea (tensione, diametro ecc.) esplicitando le unità di misura;
DISPOSIZ	indica la localizzazione del tratto di linea, ovvero se sottoterra o aerea;
ENTE	indica l'ente gestore o proprietario della rete tecnologica.

L'entità IMPIANTI_TECNOLOGICI presenta i seguenti attributi:

ID_IT	è l'identificativo del singolo punto (chiave primaria);
TIPO	individua il tipo di impianto tecnologico di cui il punto fa parte secondo una classificazione definita dalla Provincia di Milano;
CARATT	indica le caratteristiche tecniche della linea (tensione, diametro ecc.) esplicitando le unità di misura;
DESCRIZ	è la descrizione dell'impianto tecnologico;
ENTE	indica l'ente gestore o proprietario dell'impianto tecnologico.

ii) Schema logico

I dati vengono organizzati negli oggetti informatici descritti in Tabella 7.15.

Tabella 7.15 – Strati GIS e/o tabelle componenti la base dati RETI_TECNOLOGICHE

Nome oggetto	Descrizione	Tipo
RETI_TECNOLOGICHE	Contiene le istanze dell'entità RETI_TECNOLOGICHE e relativi attributi	Strato GIS lineare
IMPIANTI_TECNOLOGICI	Contiene le istanze dell'entità IMPIANTI_TECNOLOGICI e relativi attributi	Strato GIS puntuale

Le seguenti tabelle specificano la struttura dati degli oggetti informatici che compongono la base dati delle RETI TECNOLOGICHE.

Tabella 7.16 – Attributi di RETI_TECNOLOGICHE

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_US	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
ID_RT	Numero intero di 6 cifre	Chiave primaria	
TIPO	Numero intero di 2 cifre	Cfr. Tabella 7.18	
CARATT	Stringa di 200 caratteri		
DISPOSIZ	Stringa di 10 caratteri	Aerea Interrata	
ENTE	Stringa di 200 caratteri		

Tabella 7.17 – Attributi di IMPIANTI_TECNOLOGICI

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID_IT	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
ID_RT	Numero intero di 6 cifre		Chiave esterna, relazione con RETI_TECNOLOGICHE
TIPO	Numero intero di 2 cifre	Cfr. Tabella 7.19	
CARATT	Stringa di 200 caratteri		
DESCRIZ	Stringa di 200 caratteri		
ENTE	Stringa di 200 caratteri		

Tabella 7.18 – Tipi di RETI_TECNOLOGICHE

Tipo	Descrizione
01	Elettricità – rete di distribuzione domestica
02	Elettricità – elettrodotti di alta, media e bassa tensione
03	Acquedotto
04	Gasdotto
05	Telefonia fissa
06	Fibre ottiche
07	Fognatura e collettamento

Tabella 7.19 – Tipi di IMPIANTI_TECNOLOGICI

Tipo	Descrizione
01	Cabina di trasformazione
02	Depuratore
03	Torre dell'acquedotto
04	Ripetitore
05	Pozzo
06	Centrale di pompaggio
07	Fognatura e collettamento

7.3. Integrazione dei dati comunali in mosaici unificati

In seguito all'invito rivolto ai Comuni per l'acquisizione di dati comunali, gli uffici della Provincia di Milano avranno a disposizione una serie numerosa di dati a livello comunale. Si pone quindi il problema di archiviare i dati in modo da renderli disponibili e fruibili ad altri enti.

Potrà essere opportuno consultare i dati sia a livello di singolo Comune sia a livello provinciale, co-

me un unico strato informativo geografico, cioè come mosaico dei singoli dati comunali (per ogni tipologia di dato acquisito). Ovviamente tale mosaico non sarà necessariamente completo; la copertura dipenderà da quanti Comuni provvederanno a fornire alla Provincia i propri dati.

Di seguito si propone una metodologia operativa finalizzata all'archiviazione implementabile in ambiente ArcView per la mosaicatura dei dati comunali in un unico strato geografico e la sua successiva archiviazione.

Questa procedura è suddivisa in tre fasi distinte riguardanti:

1. la modalità di archiviazione dei dati comunali;
2. la procedura operativa per la modifica delle tabelle finalizzata alla creazione di un mosaico;
3. la procedura operativa per la creazione di un mosaico unico di tutti i dati comunali acquisiti.

7.3.1. Modalità di archiviazione

I dati verranno archiviati nella «bancadati» del SIT, che tutti gli utenti possono consultare attraverso l'esplora risorse, previa una semplice connessione di unità di rete. In particolare, come indicato nella Figura 7.10, è stata creata un'apposita cartella denominata «comuni_enti», destinata a raccogliere, oltre ai dati comunali, anche eventuali dati provenienti da altri enti del territorio provinciale (es. i parchi).

All'interno di questa cartella verranno create le 188 cartelle relative ad ogni Comune e verranno denominate in «XXXXXX_ABC», dove per XXXXX si intende il codice Istat di ogni Comune e per ABC si intende il nome del Comune stesso. Per convenzione i nomi dei Comuni verranno scritti per intero e gli eventuali spazi divisorii verranno sostituiti dal carattere «_».

All'interno della cartella di ogni Comune, al momento dell'archiviazione, verranno successivamente

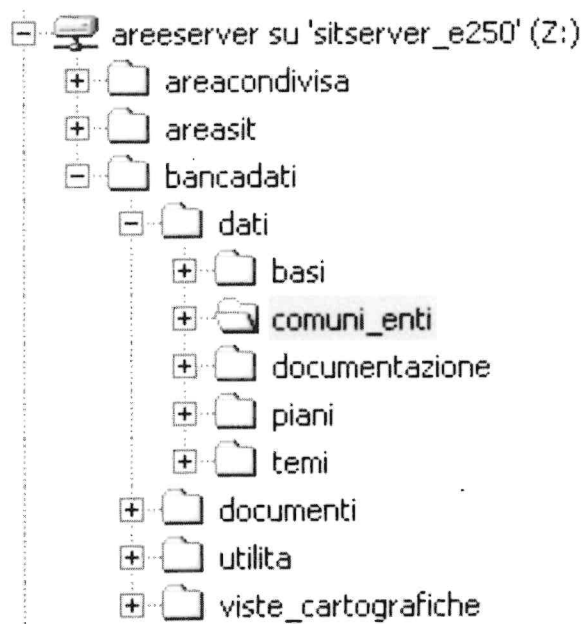


Figura 7.10 – Struttura della bancadati

create le sottocartelle contenenti i dati geografici, con un nome significativo del contenuto. La nomenclatura di queste cartelle viene applicata secondo questa convenzione: «DATO_YYYYMM», dove per DATO si intende il nome significativo del dato contenuto (ad esempio, PRG per i piani regolatori, ae-

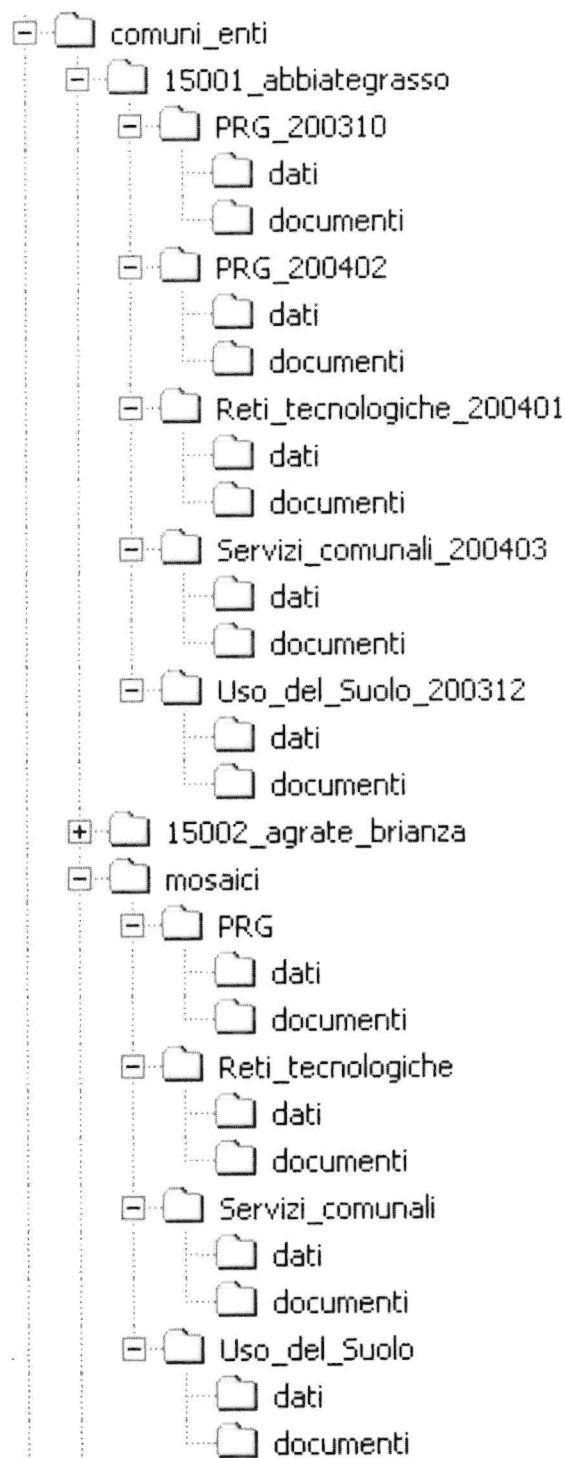


Figura 7.11 – Organizzazione del filesystem

rofoto per gli aerofotogrammetrici), per YYYY si intende l'anno di produzione del dato e per MM si intende il mese di produzione del dato; anche per queste cartelle tutti gli spazi verranno sostituiti dal carattere «_».

All'interno di ogni cartella del dato verranno inoltre create:

- la cartella «dati» che conterrà i dati geografici veri e propri (cover di ArcInfo oppure shapefile di ArcView);
- la cartella «documenti» che conterrà tutta la documentazione eventualmente prodotta dal Comune (metadati, relazioni tecniche e quant'altro);
- eventuali altre cartelle che si rendono necessarie per contenere altri file (ad es. file di stampa).

Verrà infine creata la cartella denominata «mosaici», che riprenderà la struttura di ogni cartella «XXXXX_ABC» e conterrà i dati che verranno aggregati dalla Provincia in un unico mosaico secondo la procedura di seguito illustrata. All'interno di ogni cartella contenente il dato verrà creato un file xls, denominato aggiornamenti, che conterrà l'elenco di tutti gli aggiornamenti che verranno effettuati nei mosaici per poter tenere traccia del livello di aggiornamento in esso contenuto.

La Figura 7.11 illustra a titolo di esempio l'organizzazione del filesystem sopra descritto.

7.3.2. Preparazione dei dati per la creazione del mosaico

Al fine di visualizzare i dati su una scala provincia-

le, ma soprattutto per poterli analizzare in un unico filesystem, risulta necessario fondere i singoli dati comunali in un unico strato geografico, che costituirà il mosaico dei dati.

La fusione dei dati comunali nel mosaico deve avvenire sia a livello geografico che alfanumerico. L'accodamento delle tabelle dati relative a due (o più) Comuni, porta però alla perdita di univocità dei codici identificativi degli oggetti, che possono essere ripetuti da Comuni diversi. L'univocità può essere recuperata introducendo un campo aggiuntivo, con valori distinti per ciascun Comune; risulta naturale scegliere a tale scopo il codice Istat, utilizzando 5 cifre. I vecchi identificativi esistenti nei dati comunali (chiavi primarie e chiavi esterne) possono essere sostituiti da un nuovo identificativo costituito dalla coppia di attributi (codice Istat, vecchio identificativo).

Considerando che molti software non sono in grado di gestire relazioni basate su coppie di attributi, risulta di grande utilità pratica generare un nuovo attributo identificativo (seppur ridondante dal punto di vista teorico) per ciascun vecchio identificativo presente, costruito affiancando codice Istat e vecchio identificativo. In ogni tabella dati dotata di identificativo ci si troverà dunque ad aggiungere almeno due campi: il codice Istat ed un nuovo identificativo per ciascun identificativo preesistente.

A scopo di esempio pratico, nella Tabella 7.20 si indicano i campi da aggiungere per strato, riferendosi agli archivi dei servizi comunali, dell'uso del suolo, delle reti tecnologiche, dei PRG. Ogni altro archivio di cui si intende produrre il mosaico richiederà un'analoga procedura.

Tabella 7.20 - Campi da aggiungere all'interno degli strati

Strato dati	Campi da aggiungere
Servizi_comunali	COD_ISTAT; ID_SC_M.
Uso_del_suolo	COD_ISTAT; ID_US_M.
Reti_tecnologiche	COD_ISTAT; ID_RT_M.
Impianti_tecnologici	COD_ISTAT; ID_IT_M; ID_RT_M.
Ambito_di_zona	COD_ISTAT; ID_AZ_M; ID_ZU_M.
Zona_urbanistica	COD_ISTAT; ID_ZU_M.
Area_vincolata	COD_ISTAT; ID_AV_M; ID_V_M.
Vincolo	COD_ISTAT; ID_V_M.

Nella Tabella 7.21 si indicano, invece, la tipologia, i domini e le proprietà da implementare per i campi da aggiungere per ogni singolo strato geografico.

Tabella 7.21 – Domini e proprietà dei campi

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
SERVIZI_COMUNALI			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_SC_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
USO_DEL_SUOLO			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_US_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
RETI_TECNOLOGICHE			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_RT_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
IMPIANTI_TECNOLOGICI			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_IT_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
ID_RT_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave esterna, relazione con RETI_TECNOLOGICHE
AMBITO_DI_ZONA			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_AZ_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
ID_ZU_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave esterna, relazione con ZONA_URB
ZONA_URB			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_ZU_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
AREA_VINCOLATA			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_AV_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria
ID_V_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave esterna, relazione con VINCOLO
VINCOLO			
..... COD_ISTAT	Struttura dati preesistente Numero intero di 5 cifre		
ID_V_M	Numero intero di 11 cifre		Chiave primaria

Una volta creati i campi sopra elencati, si eseguiranno le seguenti operazioni. All'interno del campo denominato COD_ISTAT verrà inserito il codice Istat relativo ad ogni Comune, in modo da individuare univocamente il Comune di appartenenza dell'oggetto territoriale.

Successivamente verranno compilati anche i restanti campi aggregando al valore del codice Istat i valori degli identificativi di ogni singolo oggetto, in modo che tutti i nuovi campi saranno composti da una serie di numeri, di cui i primi 5 a sinistra coincidono con il codice Istat del Comune e i rimanenti coincidono con l'identificativo dell'oggetto territoriale. Tale procedura può essere eseguita manualmente da un operatore SIT. Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

- aprire in scrittura la tabella;
- compilare il campo ID_X_M utilizzando nel calcolatore di Arcview la seguente stringa di comando `[Cod_istat] * 1000000 + [ID_X]`;
- chiudere la tabella e salvare le modifiche.

Per semplicità di descrizione con ID_X si considerano tutti gli 11 identificatori preesistenti; mentre con

ID_X_M si individuano tutti i campi nuovi creati. Quindi tale procedura deve essere ripetuta per ciascun identificatore, sostituendo ogni volta l'indicazione fittizia ID_X con l'effettivo nome del campo che si vuole elaborare.

È necessario eseguire questa operazione per ogni strato informativo fornito da ciascun Comune. In particolare questa operazione deve essere eseguita sia la prima volta che il Comune consegna i dati, sia ogni qualvolta si hanno a disposizione degli eventuali aggiornamenti.

7.3.3. Unione di più singoli strati in un mosaico

Una volta preparate le tabelle, i dati relativi ai singoli Comuni sono pronti per essere uniti, a livello alfanumerico e geometrico. La fusione avverrà unendo coppie di strati relativi alla stessa tematica, ma a Comuni distinti (ad esempio, due dati di PRG). Nel caso di due o più Comuni contermini, può capitare che vi siano delle incongruenze oppure delle sovrapposizioni tra poligoni, in quanto non sono state usate delle strutture dato che mantengono una topologia poligonale corretta; questi problemi di incon-

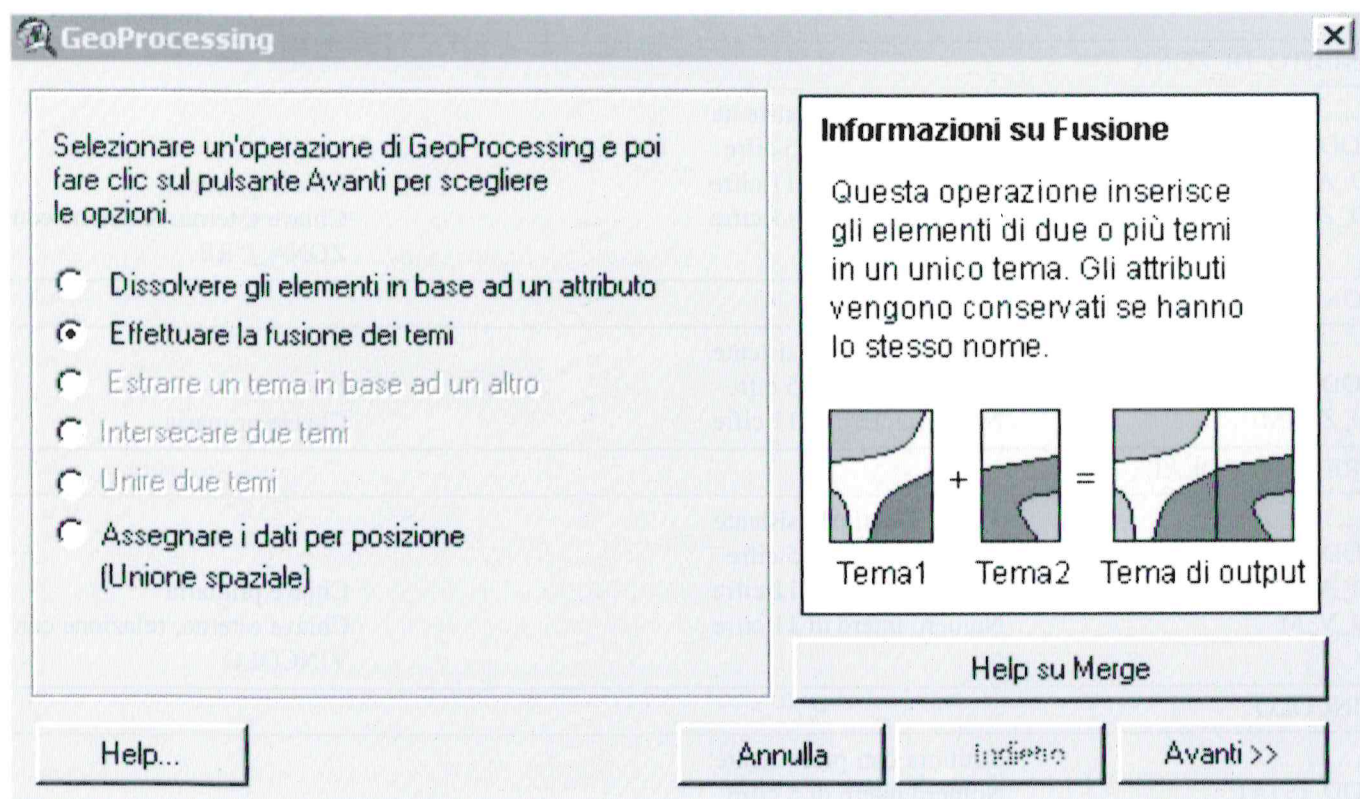


Figura 7.12 – Avvio della procedura di GeoProcessing

gruenza geometrica verranno verificati con i Comuni interessati in modo da aggiornare direttamente anche le loro basi cartografiche di riferimento (generalmente costituiti da aerofotogrammetrici in formato .dwg).

Per poter meglio effettuare le operazioni si deve, inoltre, creare un file .apr per ogni tipologia di dato comunale nella cartella dati e denominarlo «vista_cartografica_mosaico.apr» nel caso si voglia utilizzare come ambiente di lavoro ArcView 3.x. Nel caso si voglia utilizzare come ambiente di lavoro ArcGis 8.x occorre creare il file «vista_cartografica_mosaico.mxd». Creato il file e caricati dalle rispettive cartelle i dati, si carica l'estensione di Geoprocessing e si avvia tra le varie opzioni la seconda, cioè quella che permette di «Effettuare la fusione dei temi», come meglio indicato nella Figura 7.12.

Successivamente si scelgono come dati di input i due strati geografici e come primo dato di output si andrà a specificare nell'apposita casella il seguente percorso: Z:\bancadati\dati\comuni_enti\mosaico\ PRG. Si creerà quindi il file denominato PRG_mosaico (supponendo che i due dati geografici rappresentino due PRG di due diversi Comuni).

Come controllo si verifica che gli elementi dei due temi siano stati tutti effettivamente uniti in un unico shapefile: si verifica cioè che la somma dei record dei due strati di input coincida con il numero di record dello strato di output.

Nel momento in cui si rendesse necessario unire ulteriori dati, si caricherà il dato da integrare all'interno della vista e si eseguirà di nuovo la procedura di unione. Si utilizzerà questa volta come primo dato di input lo shapefile PRG_mosaico esistente, co-

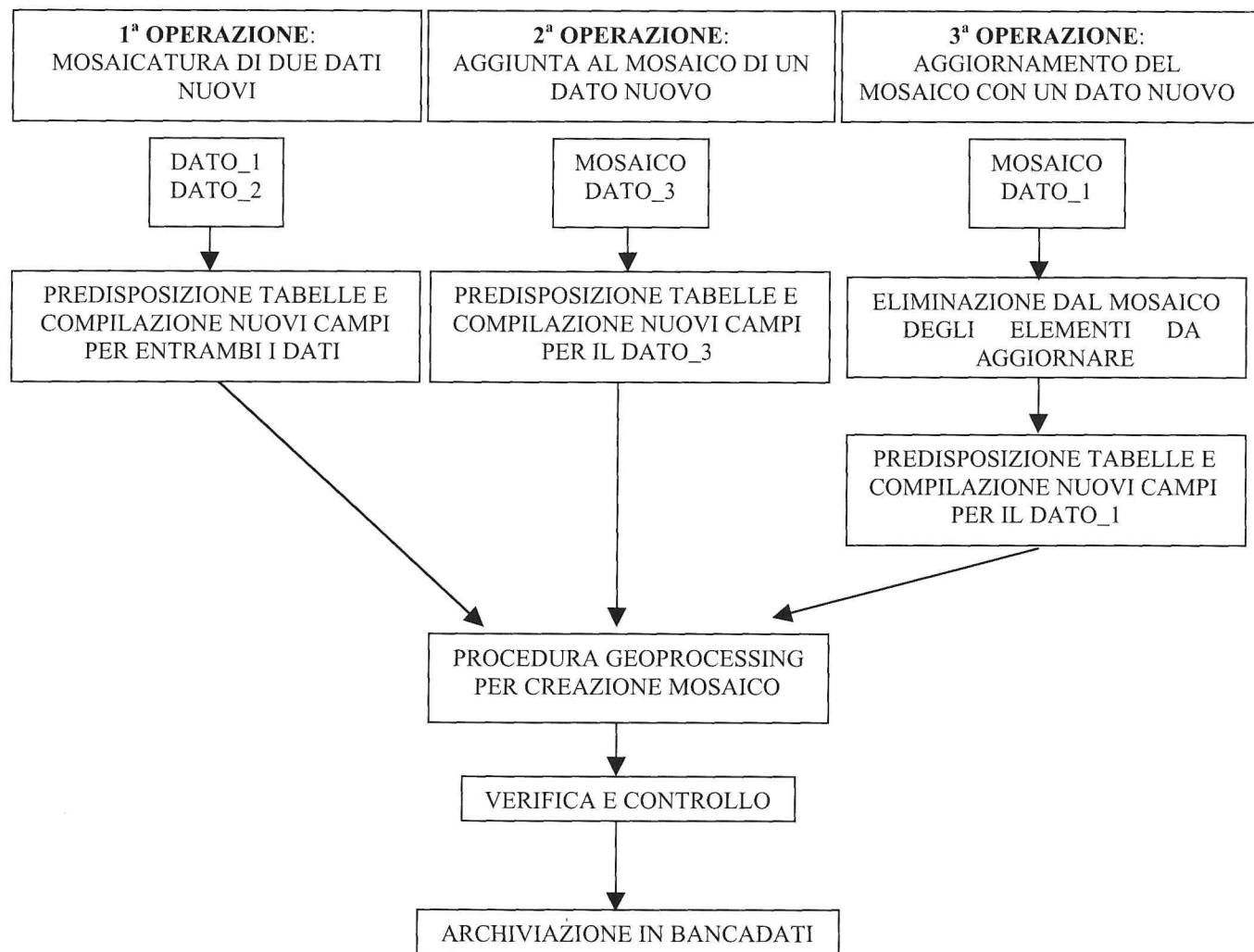


Figura 7.13 – Schema logico della procedura di mosaicatura

me secondo dato di input il dato nuovo da aggregare e come file di output si utilizzerà uno shapefile temporaneo denominato PRG_mosaico_temp.

Una volta creato il file PRG_mosaico_temp, si provvede all'eliminazione dello shapefile PRG_mosaico e si rinomina lo shapefile PRG_mosaico_temp di nuovo in PRG_mosaico.

Come alternativa alla cancellazione dei singoli shapefile, si possono rinominare tutti gli shapefile PRG_mosaico in PRG_mosaico_AAAAMMGG, dove per AAAA si intende l'anno, MM si intende il mese e per GG si intende il giorno, in modo da mantenere sempre traccia degli aggiornamenti eseguiti e mantenere un backup progressivo del lavoro svolto.

La Figura 7.13 riassume attraverso uno schema logico l'intera procedura descritta.

7.4. Proposta per una metodologia per processi di scambio dati

L'unione e il coordinamento dei singoli sforzi che i singoli Comuni e la Provincia compiono in materia di acquisizione di informazioni potrebbe portare a un continuo flusso bidirezionale delle informazioni tra Comuni e Provincia. Affinché ciò sia possibile e comporti un effettivo beneficio reciproco, il flusso delle informazioni deve avvenire nel rispetto di alcune regole e procedure tecniche che, di comune accordo, tutti gli enti intendono seguire. Per esempio, il metodo di aggiornamento accennato nel paragrafo precedente risulta funzionale per aggiornamenti che avvengono in tempi definiti in cui sia possibile sostituire l'intero pacchetto dati relativo ad un Comune. In processi di aggiornamento e scambio dati asincroni, in cui nasca l'esigenza di mantenere traccia delle modifiche puntuali, è necessario estendere la struttura dei dati per archiviare anche questo tipo di informazione.

Di seguito si presenta una prima proposta metodologica che considera standard minimi sia nella costruzione degli strati informativi sia nelle fasi di controllo, verifica e aggiornamento dei contenuti eseguiti dai rispettivi enti competenti. Tali standard devono pertanto permettere la completa lettura delle informazioni da parte dei diversi enti e la possibilità di una scomposizione e ricomposizione delle informazioni affinché le singole parti aggiornate possano comunque essere costantemente inserite in un archivio provinciale dei dati.

7.4.1. Lo scambio dati per la gestione del territorio

Affinché gli uffici SIT siano in grado di fornire strumenti e risultati utili a tutti i settori che supportano, risulta fondamentale che le banche dati territoriali di cui dispongono siano contraddistinte da un livello di qualità considerato accettabile secondo standard univoci adottati da quanti le utilizzano.

Uno dei principali elementi che garantiscono la qualità del dato territoriale risulta essere il suo grado di aggiornamento: scelte progettuali e relative possibilità di attuazione risultano fortemente condizionate dalla «attualità del dato». In virtù delle rapide trasformazioni in essere in specifici ambiti territoriali la fattibilità di una previsione può essere resa inutile al modificarsi di quelle condizioni che, all'origine, l'avevano richiesta.

Risulta pertanto necessario poter applicare alle banche dati territoriali processi di aggiornamento continui o ciclici che avvengano e si concludano in tempi rapidi. Data la complessità del territorio provinciale e la frammentarietà delle fonti alle quali comunemente si attinge, un processo di aggiornamento dei dati territoriali contraddistinto da queste caratteristiche deve prevedere: una molteplicità di soggetti coinvolti che contemporaneamente rilevino ed elaborino i dati (l'insieme dei Comuni) e la presenza di un soggetto coordinatore (la Provincia) che raccolga i dati, li inserisca in una base dati univoca, li distribuisca e li metta disposizione una volta aggiornati.

La proposta si fonda sulla collaborazione di enti (Comuni e Provincia di Milano) secondo una distribuzione di attività e ruoli che evitino inutili duplicazioni e sovrapposizioni di competenze.

Alla luce delle necessità non più derogabili che i Comuni hanno di dotarsi di un sistema di gestione delle informazioni territoriali, sembra logico pertanto prevedere che siano i Comuni stessi ad avere l'interesse alla realizzazione di strati informativi completi ed aggiornati e che siano coerenti e compatibili con le informazioni disponibili all'interno di un territorio omogeneo (il proprio ambito territoriale o l'intero territorio provinciale).

Inoltre, in materia di territorio, sono gli stessi Comuni i maggiori depositari dell'informazione, anche nei casi in cui questa non sia strutturata o informatizzata coerentemente con le logiche degli altri enti locali.

Poiché la Provincia di Milano ha recentemente acquisito ed aggiornato molti dati geografici pro-

pedeautici alla redazione del proprio Piano Territoriale di Coordinamento, ci si trova nella condizione di avere a disposizione degli strati informativi di tutto il territorio provinciale caratterizzati da un grado di aggiornamento omogeneo e un grado di precisione coerente con la scala sovracomunale. Contemporaneamente i Comuni si trovano a dover recepire i contenuti del piano provinciale e a dover approfondire alla scala comunale le indicazioni in esso contenute.

Le relative necessità ed esigenze, se poste in relazione tra loro, determinano quindi la possibilità di avviare in tempi rapidi procedure di scambio dati ed aggiornamento che potrebbero già verificarsi in fase di elaborazione e valutazione degli strumenti urbanistici comunali.

Al fine di preparare il terreno per un'effettiva interoperabilità dei SIT, si sottolinea la cruciale importanza del fatto che ciascun soggetto, pur sviluppando i propri sistemi in ampia autonomia, a livello metodologico tenga presenti le seguenti modalità di lavoro, trattate nelle precedenti parti di questo testo:

- perseguire alti livelli di qualità del dato;
- adottare parametri di lavoro il più possibile condivisi da altri enti;
- curare le fasi di progettazione concettuale e logica del dato, con particolare attenzione alla prima;
- redarre una buona documentazione dei propri dati.

7.4.2. I vantaggi derivanti dallo scambio dati

La compartecipazione alle procedure di acquisizione, aggiornamento e scambio dati devono avere come obiettivo prioritario quello di garantire dei vantaggi diretti e di fornire strumenti aggiuntivi a tutti i soggetti coinvolti.

Per quanto riguarda la Provincia di Milano, appare evidente che l'aggiornamento dei dati, in prima analisi, permetterebbe di proseguire nelle attività già intraprese, finalizzate in particolare a:

- continuo aggiornamento dei propri dati territoriali;
- controllo dei processi in atto sul territorio;
- monitoraggio degli effetti derivanti dall'attuazione del piano provinciale.

Successivamente, qualora sia in funzione un flusso continuo di informazioni tra Comuni e Provincia, quest'ultima sarebbe in grado di disporre di un «set» di dati territoriali sufficientemente «stabili» su cui implementare procedure automatiche o semiautomatiche al supporto della valutazione di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali. Si sottolinea che con stabilità del dato si intende non il perdurare nel tempo della singola informazione, ma il mantenimento delle strutturazioni delle banche dati e dei singoli strati informativi. Tale mantenimento permette quindi di elaborare procedure standardizzate che siano in grado di elaborare continuamente dati diversi con struttura costante e di fornire risposte paragonabili tra loro tutte le volte che si modificano o si aggiornano i dati di base o di input.

Per quanto riguarda i Comuni lo scambio dati continuo con la Provincia permetterebbe loro di individuare una «fonte» univoca di riferimento per la ricerca di dati di interesse provinciale che loro stessi hanno contribuito a costruire. In questo modo i Comuni potrebbero derivare dalle fonti provinciali strati informativi perfettamente coerenti con i propri e, in molti casi, dati complementari ai propri, in quanto riferiti all'ambito territoriale di appartenenza. Il vantaggio di tale univocità della fonte garantirebbe, oltre ad una corretta integrazione informatica dei dati, standard analoghi in termini di contenuti, precisione e completezza. L'utilizzo di standard generalmente definiti e condivisi comporta inoltre la possibilità di far risparmiare risorse da parte di chi raccoglie e restituisce i dati, potendo infatti contare su un impianto predeterminato.

In questo modo lo sforzo da parte dei Comuni sarebbe concentrato sulle fasi di indagine e meno in quelle di restituzione, che vedrebbero, di fatto, l'applicazione di un modello chiuso in cui inserire le informazioni raccolte. Dall'altra parte i Comuni che acquisissero da altri Comuni dati analoghi a quelli da loro prodotti sarebbero in grado immediatamente di leggerli ed interpretarli con un ridotto impiego di risorse.

Un esempio di quanto detto riguarda naturalmente la costruzione di dati di inquadramento territoriale utili per l'interpretazione delle dinamiche in atto nei Comuni limitrofi o negli ambiti geografici di appartenenza. Analogamente, appare di indubbio interesse da parte di un Comune l'utilizzo dei dati territoriali contenuti nel Piano di Coordinamento Provinciale parzialmente già aggiornati da altri Comuni

limitrofi: in questo modo apparirebbe già chiaro lo schema generale di riferimento al quale la scelta strategica si è riferita per orientare e coordinare le ricadute sulla scala del singolo territorio comunale.

7.4.3. *Le attività della Provincia di Milano*

La Provincia di Milano deve svolgere contemporaneamente un duplice ruolo: quello di proseguire nelle attività di sviluppo e aggiornamento dei propri Sistemi Informativi Territoriali e quello di supportare ed orientare i Sistemi Informativi Comunali anche attraverso il coordinamento dei flussi informativi finalizzati all'aggiornamento dei dati.

L'aggiornamento del proprio sistema informativo deve avvenire sia sul piano tecnologico, attraverso l'introduzione di strumenti innovativi e l'uso di nuove tecnologie informatiche, sia sul piano dei contenuti, attraverso il continuo aggiornamento e l'acquisizione di dati territoriali derivanti anche da altri sistemi informativi.

Il coordinamento dei flussi informativi dal SIT provinciale ai SIT comunali e viceversa costituisce l'elemento cardine per la costruzione di una rete di Sistemi Informativi Territoriali in cui lo scambio dati si presenterebbe come loro attività ordinaria.

All'interno di tale quadro di riferimento la Provincia di Milano si trova a svolgere le seguenti attività:

- predisposizione di pacchetti dati (strati informativi) da mettere a disposizione dei Sistemi Informativi Territoriali comunali;
- supporto tecnico ai SIT comunali che avviano processi di aggiornamento e scambio dati;
- raccolta ed integrazione dei dati aggiornati provenienti dai SIT comunali;
- pubblicazione dei dati così ottenuti.

Predisposizione di strati informativi. A partire dalle banche dati disponibili presso la Provincia di Milano, il SIT della Provincia può predisporre per ciascun Comune appositi «livelli tematici» contenenti i dati territoriali che il singolo Comune è in grado di controllare e aggiornare.

In questo modo al Comune possono essere forniti dati riguardanti il solo territorio comunale oppure dati relativi ad un contesto più ampio in cui però solo gli oggetti appartenenti allo specifico ter-

ritorio comunale possono essere modificati, eliminati o integrati dal Comune stesso. Se anche i dati riferiti al territorio circostante sono già stati controllati e modificati dai rispettivi Comuni, qualora si prevedesse un processo continuo di scambio dati, verrebbe «trasmessa» al Comune l'ultima versione disponibile anche dei dati riferiti ai Comuni adiacenti.

I dati forniti dalla Provincia di Milano sarebbero contraddistinti da:

- uno schema logico e concettuale predefinito, eventualmente integrabile secondo regole anch'esse prestabilite;
- un insieme di oggetti (contenuti) inizialmente derivati dalla banca dati provinciale modificabili e integrabili secondo modalità operative standardizzate.

Supporto tecnico ai SIT comunali. La Provincia di Milano ha naturalmente il compito di aiutare tutti i Comuni che dispongono di un sistema informativo o che intendono attivarlo. Il supporto fornito in queste fasi può essere sintetizzato in alcune attività specifiche, tra le quali:

- informazione e formazione circa l'adozione degli standard definiti e impiegati nelle procedure di aggiornamento e scambio dati;
- predisposizioni di procedure specifiche ad integrazione di quelle precedenti, necessarie per l'uniformità e la compatibilità dei diversi sistemi informativi posti in relazione attraverso lo scambio dati;
- informazioni circa le procedure operative utilizzate dal SIT provinciale durante le fasi di acquisizione, informatizzazione (digitalizzazione, compilazione delle tabelle di attributo ecc.), controllo delle banche dati poste a disposizione dei Comuni;
- supporto alle fasi di raccolta dati (censimenti, restituzioni ecc.), con riferimento alla definizione dei contenuti e delle relative caratteristiche da rilevare;
- supporto alle fasi di informatizzazione, finalizzate alla corretta applicazione degli standard precedentemente definiti;
- supporto alle procedure di controllo (manuali o automatiche, quantitative e qualitative) relative sia ai contenuti sia alla struttura informatica.

Raccolta ed integrazione dei dati. Rappresenta la fase conclusiva di ciascun processo di aggiornamento dati e consiste nella creazione di nuovi strati informativi contenenti i singoli strati forniti dai Comuni. Questa procedura deve prevedere la possibilità di aggiornare anche solo parzialmente i singoli oggetti contenuti nello strato, ogni volta che un Comune fornisce il proprio contributo.

La raccolta dei diversi contributi autonomi deve pertanto prevedere le seguenti attività:

- acquisizione del dato comunale e controllo della struttura informatica;
- verifica delle rispondenza dei contenuti tematici;
- trasferimento dei dati all'interno delle banche dati corrispondenti;
- elaborazioni spaziali per l'estrazione di strati informativi da destinare agli altri Comuni richiedenti;
- pubblicazione e diffusione dei dati acquisiti secondo le modalità preventivamente stabilite con i singoli Comuni.

Pubblicazione dei dati. Tali operazioni devono essere considerate potenzialmente ripercorribili ciclicamente, attraverso procedure semiautomatiche (sia che utilizzino la rete internet, tramite e-mail, oppure attraverso l'invio di CD-Rom) in grado di fornire sempre e comunque l'ultima versione disponibile, ogni qualvolta si intenda eseguire un'elaborazione spaziale per l'estrazione dei dati da fornire ai singoli Comuni che ne fanno richiesta.

Considerazione a parte merita la possibilità di mantenere aggiornato un apposito portale web consultabile da categorie di utenti prestabilite con diversi livelli di accesso, in cui pubblicare, totalmente o parzialmente, gli strati informativi attraverso tecnologie Web-GIS.

Tale strumento potrebbe infatti configurarsi come il livello più semplice di accesso ai dati territoriali comunali anche da parte di altri utenti interessati, i quali, pur non avendo la possibilità di accedere al dato completo, possono comunque valutare il grado di approfondimento e di aggiornamento del dato.

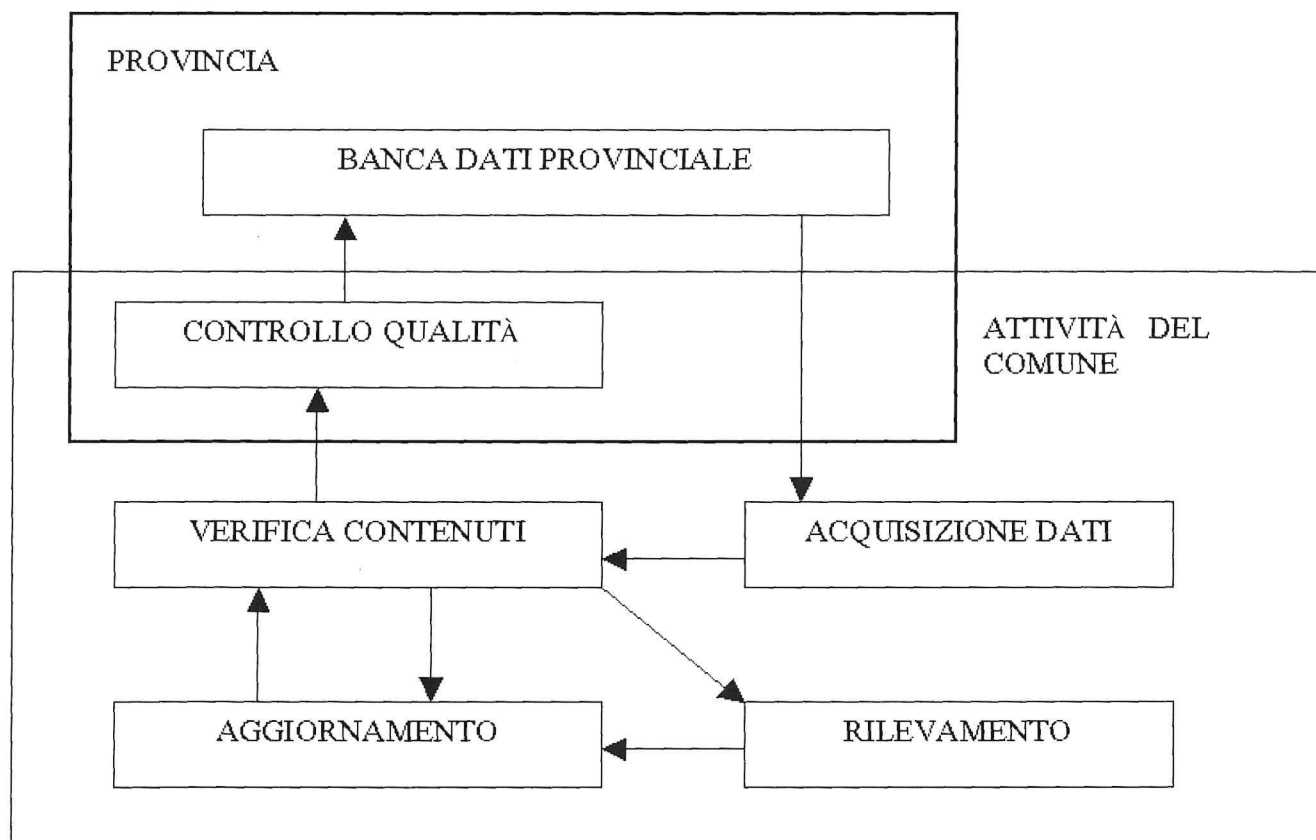


Figura 7.14 – Schema di flusso dell'informazione geografica

7.4.4. *Le attività del Comune*

Il Comune, al di là delle ragioni e delle necessità per cui abbia interesse ad avviare un processo di scambio di dati territoriali inizialmente fornitogli dalla Provincia di Milano, può decidere di aggiornare un dato durante le fasi preparatorie orientate alla predisposizione del proprio strumento urbanistico, oppure qualora intenda avviare fasi di raccolta dati necessari alla gestione ordinaria delle proprie attività.

In qualsiasi caso, il Comune dispone di una serie di strati informativi forniti dal SIT provinciale, contenenti, come sopra descritto, una struttura condivisa e stabile che è in grado di acquisire immediatamente.

Le successive attività che il Comune è chiamato a compiere sono:

- acquisizione dati, interpretazione dello schema logico e concettuale e dei contenuti acquisiti;
- verifica dei contenuti;
- rilevamento dei dati;
- aggiornamento dei dati;
- controllo sulla qualità del dato prodotto;
- trasmissione del dato alla Provincia di Milano.

Nella Figura 7.14 si schematizza il processo con cui le attività del Comune devono venir effettuate a partire dai dati forniti da parte della Provincia di Milano.

Acquisizione dati, interpretazione dello schema logico e concettuale e dei contenuti acquisiti. Il Comune richiede e riceve i dati della Provincia. Immediatamente deve fare propri il modello informativo e le procedure tecniche da eseguire e soprattutto deve essere in grado di individuare correttamente il tipo di contenuti dei dati. Tralasciando l'aspetto di formazione dal punto di vista delle competenze specifiche GIS, questo tipo di processo avviene naturalmente attraverso la condivisione di apposito materiale tecnico messo a disposizione dal SIT provinciale. L'analisi e lo studio delle documentazione dei dati acquisiti da parte degli uffici comunali rappresentano pertanto il momento in cui convergere rispetto alla scelta metodologica e informatica.

Verifica dei contenuti. Una volta acquisita l'impostazione metodologica, gli uffici comunali coinvolti verificano i contenuti dei dati trasmessi dalla Provincia. Questa è la prima fase di indagine, in cui si

analizzano le informazioni già contenute nei dati della Provincia e le si confrontano con quelle a disposizione degli uffici comunali; si tratta di un'operazione finalizzata ad un primo controllo di massima di quanto contenuto nei dati provinciali. Il Comune verifica innanzitutto l'esistenza di ogni singolo oggetto contenuto in ogni strato informativo. Successivamente si provvede a verificare sia la parte strettamente geometrica sia quella alfanumerica.

Per quanto riguarda la parte geometrica, qualora si disponga di dati già informatizzati, il SIT comunale provvederà ad effettuare una semplice sovrapposizione cartografica di ogni singolo dato, identificando così gli elementi geometrici corretti da quelli che saranno oggetto di ulteriori modifiche. Dal momento che generalmente la scala nominale di acquisizione dei dati provinciali è 1:10.000, le eventuali modifiche significative risultano essere quelle che apporteranno correzioni superiori ai 5 metri reali. Risulta perciò opportuno introdurre un adeguato grado di tolleranza: si ritiene che un oggetto della banca dati provinciale sia congruente alla base cartografica comunale se le eventuali differenze rimangano contenute nell'ordine dei 2 metri.

Per quanto riguarda invece la parte alfanumerica saranno maggiormente coinvolti gli uffici ed il personale che conoscono o trattano le informazioni contenute nei dati, mentre il personale SIT fornirà un supporto tecnico per permettere una più rapida visualizzazione e lettura dei dati stessi.

La fase di verifica serve per valutare quale sia lo stato di aggiornamento, di approfondimento e precisione dei contenuti e per indicare a che cosa dovranno essere finalizzate le successive fasi di acquisizione dei dati. La successiva fase risulta infatti fortemente connessa con quella presente.

Rilevamento dei dati. Indipendentemente dalle modalità tecniche che saranno successivamente descritte, il ruolo più delicato che il Comune svolge riguarda la qualità e la precisione delle informazioni che andranno ad integrare quelle acquisite.

Il Comune infatti può decidere di avvalersi di due metodi per il controllo e l'aggiornamento dei dati. Il primo consiste nel confrontare quanto contenuto negli strati acquisiti dalla Provincia con dati già in suo possesso e derivabili da altri studi o fonti a disposizione. Il secondo consiste nell'avviare apposite campagne di indagine specificatamente organizzate per rilevare i tematismi contenuti negli strati acquisiti.

Il secondo metodo ha come principale pregio quello di poter censire e catalogare gli oggetti nel rispetto delle stesse logiche impiegate per la costruzione delle banche dati provinciali, garantendo la stessa metodologia per la definizione degli oggetti, per la loro individuazione spaziale, per la raccolta delle informazioni da inserire nelle relative tabelle di attributo.

Viceversa, l'utilizzo di fonti già disponibili potrebbe in alcuni casi forzare l'interpretazione degli oggetti per adattarla alla definizione associata ai contenuti delle banche dati provinciali. Appare infatti scontato che diverse fonti prevedano classificazioni diverse per oggetti simili o che li definiscano in modo non perfettamente compatibile.

Aggiornamento dei dati. Questa fase riguarda la trasposizione sul piano informatico di quelle precedenti e ha come scopo quello di modificare e aggiornare gli strati inviati dalla Provincia. La modifica e l'aggiornamento dei dati prevede di seguire le procedure e gli accorgimenti tecnici definiti e condivisi: riguarda esclusivamente operazioni di tipo GIS che si riferiscono sia alla geometria sia agli attributi del dato.

Controllo sulla qualità del dato prodotto. Questa fase prevede di effettuare alcune procedure di controllo per verificare la correttezza di quanto eseguito nelle fasi precedenti. Il controllo deve infatti riferirsi sia alla parte contenutistica, sia alla parte informatizzata. Per verificare i contenuti dovranno pertanto essere coinvolti gli uffici ed il personale che trattano le informazioni, coerentemente con quanto precedentemente fatto per la verifica ed il controllo delle informazioni iniziali. Viceversa per il controllo della struttura informatica deve essere impiegato personale con mansioni SIT, possibilmente avvalendosi di persone

diverse da quelle che hanno effettuato l'aggiornamento dei dati.

Trasmissione del dato alla Provincia di Milano. Successivamente all'aggiornamento ed al controllo dei dati, il Comune che li trasmette alla Provincia permette l'aggiornamento delle banche dati del SIT provinciale e mette a disposizione le proprie indagini, relativamente al territorio di propria competenza, a tutti gli altri Comuni.

Il Comune può decidere di rendere le proprie informazioni più o meno accessibili ad altri soggetti. In particolare può decidere di:

- rendere consultabili e nuovamente aggiornabili i propri dati da parte della sola Provincia;
- rendere disponibili i dati agli altri Comuni attraverso lo stesso procedimento di scambio dati con cui li aveva precedentemente acquisiti e pubblicarli all'interno di una rete che ne permetta l'acquisizione ad un ristretto numero di soggetti;
- pubblicarli attraverso canali contraddistinti da elevata accessibilità (portali o piattaforme internet) da parte di chiunque, impedendo o limitando comunque un'acquisizione diretta da parte dei soggetti fruitori del servizio. Tali piattaforme possono inoltre essere condivise con altri enti o Comuni ed essere direttamente gestite dalla Provincia di Milano in qualità di coordinatore dell'intero processo di scambio dati.

7.4.5. Modalità operativa per l'aggiornamento dei dati

Nell'aggiornare i dati, sia per quanto riguarda la parte geometrica sia per quanto riguarda la parte alfanumerica, il SIT comunale potrà segnalare tutti i tipi di operazioni da effettuare sul dato.

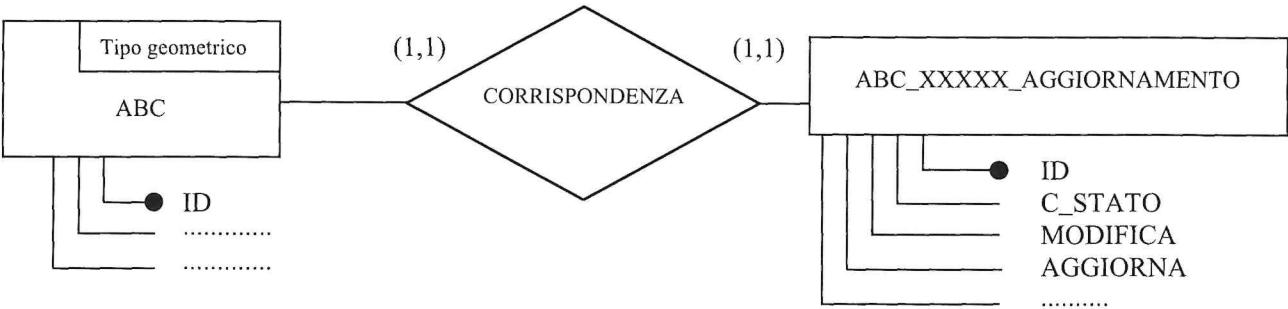


Figura 7.15 – Schema concettuale per l'aggiornamento dei dati

i) *Schema concettuale*

È prevista la presenza di due entità, come illustrato nello schema di Figura 7.15.

L'entità ABC individua una qualsiasi classe di oggetti (generalmente coincidente con uno strato informativo geografico della bancadati provinciale) coinvolti nello scambio dati che può essere rappresentata da un insieme di istanze poligonali, lineari o puntuali. Essendo le entità degli strati informativi della bancadati della Provincia, il Comune non può aggiungere ulteriori entità, mentre all'interno di una singola entità il Comune può eventualmente aggiungere ulteriori istanze, mantenendo l'integrità geometrica dello strato informativo.

Per sottolineare come le modifiche proposte dal Comune siano di interesse centrale nella base dati e come il Comune sia autonomo nel redigerle, si è esplicitamente introdotta l'entità ABC_XXXXX_AGGIORNAMENTO (dove ABC indica il dato oggetto dello scambio e XXXXX indica il codice Istat del Comune), che contiene le indicazioni relative alle mo-

difiche effettuate e le eventuali informazioni aggiuntive che il Comune intende agganciare ai dati della Provincia. I suoi attributi sono:

ID	è l'identificativo dell'oggetto (chiave primaria il cui valore è quello indicato nello strato originale);
C_STATO	indica lo stato attuale dell'oggetto della bancadati provinciale;
MODIFICA	indica se sono state apportate delle modifiche all'oggetto;
AGGIORNA	indica la data in cui è stato effettuato l'aggiornamento;
.....	rappresentano tutti i campi che il comune intende aggiungere.

Ogni istanza di ABC corrisponde ad esattamente una di ABC_XXXXX_AGGIORNAMENTO e viceversa, vale a dire che per ogni record presente nello strato ABC corrisponde uno ed un solo record nella tabella ABC_XXXXX_AGGIORNAMENTO e viceversa.

ii) *Schema logico*

I dati vengono organizzati negli oggetti informatici (strati GIS e/o tabelle) indicati nella Tabella 7.22.

Tabella 7.22 – Strati GIS e tabelle utilizzati in aggiornamento

Nome oggetto	Descrizione	Tipo
ABC	Contiene le istanze di ogni singolo strato fornito dalla Provincia e relativi attributi	Strato GIS
ABC_XXXXX_AGGIORNAMENTO	Contiene le indicazioni di modifica e le istanze aggiunte da ogni COMUNE ad ogni singolo strato	Tabella

La Tabella 7.23 e la Tabella 7.24 specificano la struttura dati degli oggetti informatici che compongono la base dati oggetto di scambio dati. I relativi domini sono indicati nella Tabella 7.25 e nella Tabella 7.26.

Tabella 7.23 – Attributi di ABC

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
.....	STRUTTURA DATI PREESISTENTE		

Tabella 7.24 – Attributi di ABC_XXXXX_ AGGIORNAMENTO

Nome del Campo	Tipo	Dominio	Proprietà
ID	Numero intero di 6 cifre		Chiave primaria
C_STATO	Numero intero di 1 cifra	Vedi tabella C_STATO	
MODIFICA	Numero intero di 1 cifra	Vedi tabella MODIFICA	
AGGIORNA	Data		
.....	da definire a cura del Comune		

Tabella 7.25 – Dominio del campo C_STATO

C_STATO	DESCRIZIONE
0	Oggetto territoriale esistente
1	Nuovo oggetto territoriale
2	Oggetto territoriale non più esistente
3	Oggetto territoriale mai esistito

Tabella 7.26 – Dominio del campo MODIFICA

MODIFICA	DESCRIZIONE
0	Nessuna modifica operata
1	Modifica effettuata sulla sola parte geometrica
2	Modifica effettuata sulla sola parte alfanumerica
3	Modifica effettuata sulla parte geometrica e sulla parte alfanumerica
4	Eliminazione

Per quanto riguarda l'uso di questa struttura dati, dopo aver inserito le modifiche ai dati provinciali, il SIT del Comune verifica che tutti i campi siano compilati correttamente secondo quanto indicato nel presente documento.

Nel caso di aggiunta di una nuova istanza, il SIT comunale per convenzione provvederà ad inserire come identificativo (ID) un numero composto dal codice Istat del Comune e dall'identificativo numerico (ad esempio, ID = 150091 dove i primi 5 numeri rappresentano il codice Istat mentre l'ultimo rappresenta l'identificativo dell'istanza inserita dal Comune). Nel caso di aggiunta di nuovi dati alfanumerici, il SIT comunale deve controllare che tutti i record siano correttamente compilati: si deve aggiungere eventualmente il valore «null» (nel caso di domini alfanumerici) o il valore «-1» (nel caso di domini numerici), sempre come valori convenzionali, per quei dati di cui non si è in grado di compilare il campo. Conclusa la verifica finale, il SIT comunale trasmette

te i dati aggiornati e le tabelle contenenti i dati nuovi aggiunti al SIT della Provincia concordando preventivamente le modalità.

7.5. Verso una rete di SIT Comuni-Provincia

Una proposta di ulteriore sviluppo nelle procedure di scambio dati territoriali tra enti prevede la realizzazione di un'area internet condivisa tra Provincia di Milano e Comuni, in grado supportare la condivisione e la costruzione cooperativa di banche dati geografiche. Procedure informatiche per lo scambio dei dati già esistono tra Provincia e Regione, a seguito di un lavoro di collaborazione svolto negli ultimi anni; l'interfaccia con le banche dati comunali è invece in via di definizione e apre possibilità decisamente innovative, sia dal punto di vista tecnologico che dal punto di vista della collaborazione tra enti.

7.5.1. L'idea di base

Le attuali tecnologie informatiche e telematiche (in particolare la rete internet, i Database Management System, i GIS e gli strumenti WebGIS), offrono una concreta strategia di lavoro, esemplificabile nei seguenti passaggi.

- L'ente «centrale»
 - cura canali informativi e formativi per l'attività da gestire a livello locale;
 - sviluppa la metodologia specialistica di risoluzione del problema e di acquisizione dei dati, in base alle esigenze dei singoli soggetti;
 - realizza una soluzione accessibile e utilizzabile via internet dalle comunità locali;
 - diffonde informazioni e soluzioni economicamente e tempestivamente via internet.
- I Comuni la utilizzano popolandolo la base dati, che rimane poi eventualmente disponibile in tempo reale per la consultazione da parte di altri soggetti autorizzati.

In sostanza, un soggetto «centrale» sviluppa e mantiene gli aspetti metodologici e tecnici della soluzione, quelli che richiedono il maggior costo professionale, mentre i soggetti «locali», che sono a contatto più stretto con la realtà e hanno una conoscenza diretta del territorio, aggiornano i contenuti del sistema messo a punto dal soggetto centrale e traggono i benefici di disporre di informazioni digitali, sia della propria comunità, che dell'intera Provincia.

Il concorso di più soggetti consente dunque di affrontare l'acquisizione di conoscenze specialistiche e tecnologie avanzate e quindi troppo costose per i singoli.

7.5.2. Principali obiettivi

I principali obiettivi sono:

- la riduzione di tempi e di costi per la costruzione e aggiornamento delle banche dati;
- la disponibilità di dati sempre aggiornati, fondamentali per la gestione del territorio e quindi la riduzione dei tempi di espletamento dei compiti istituzionali degli enti coinvolti (per esempio, redazione e aggiornamento dei piani provinciali, dei piani regolatori comunali, previsione e prevenzione del rischio nell'ambito della protezione civile, localizzazione delle attività produttive ecc.);

- la costruzione di concreti rapporti di collaborazione tra uffici tecnici della Provincia e dei Comuni;
- la qualificazione professionale dei tecnici dei Comuni coinvolti e l'avvio di una più vasta qualificazione dei sistemi formativi di tutti i Comuni.

7.5.3. Principali risultati del progetto

I principali elementi del progetto saranno sostanzialmente i servizi internet realizzati, le metodologie definite e le competenze maturate dal personale coinvolto. Per quanto riguarda i sistemi realizzati vanno sottolineati i seguenti.

- La definizione di un *protocollo operativo* per la condivisione e costruzione cooperativa di dati geografici via web, che presenti le seguenti caratteristiche:
 - facilmente estendibile «in orizzontale», cioè inizialmente implementato sulla realtà della Provincia di Milano e di alcuni suoi Comuni, ma progettato per essere esteso direttamente agli altri Comuni;
 - facilmente estendibile «in verticale», in particolare inserendo il «terzo livello» regionale nel flusso di scambio dati;
 - replicabile anche in una generica Provincia e relativi Comuni, cioè riproponibile in altre realtà con minime personalizzazioni;
 - flessibile, avendo così in un unico ambiente gli strumenti necessari e procedendo all'adattamento alle singole realtà tramite la rapida impostazione di parametri o profili utente.
- La realizzazione di un sito internet che fornisca effettivamente strumenti e supporto, secondo una logica di extranet gestita dalla Provincia e condivisa con tutti i Comuni. Le principali caratteristiche tecniche saranno la modularità e scalabilità, l'uso di tecnologie standard, la minima richiesta di software agli utilizzatori, l'approccio web, l'utilizzo del linguaggio XML. Ciò significa:
 - la creazione di hosting dei dati geografici provinciali e anche comunali per quelle tematiche che il Comune vuole diffondere (es.: piani regolatori, beni culturali, naturali e turistici, marketing territoriale);
 - la costruzione di un catalogo dei dati presenti, classificati per tema, ente competente, con un

motore di ricerca per la loro rapida individuazione;

- la fruizione delle banche dati disponibili, in termini di visualizzazione di mappe, interrogazione e stampa dei dati geografici; accesso ai documenti tecnici e descrittivi correlati; download dei file di stampa e dei dati stessi;
- l'editing remoto per la costruzione cooperativa di banche dati: ogni Comune può inserire, modificare, cancellare interattivamente dati geografici e alfanumerici relativi al suo territorio tramite semplici maschere;
- l'implementazione di un *sistema di monitoraggio* dell'uso degli strumenti costruiti, rilevando i dati consultati e gli strumenti utilizzati. Lo scopo è di calibrare continuamente i servizi offerti senza dover effettuare sondaggi presso tutti i Comuni.

7.5.4. Le fasi del progetto

1. *Analisi e progettazione di massima.* Verrà svolta innanzitutto l'*analisi dei requisiti*, coinvolgendo i Comuni e le altre Province, per arrivare a definire le funzionalità richieste al sistema, i criteri di classificazione e ricerca dei dati, le necessità in termini di sicurezza del sistema (es.: controllo e monitoraggio degli accessi, backup regolari).

La seconda attività sarà la *scelta dei dati geografici* trattati dal sistema (dati cartografici di base, ad esempio, la carta tecnica regionale; dati tematici; dati su cui sperimentare la costruzione interattiva via internet in cooperazione tra enti). La scelta definitiva dei dati sarà effettuata dopo l'avvio del progetto, a seguito del confronto con i Comuni e delle esperienze maturate con i progetti pilota.

Saranno poi scelti i *parametri comuni* di lavoro (formati file, sistema di coordinate, scala nominale ecc.) e definite preliminarmente le *tecnologie di riferimento*, di cui verificare l'efficacia con i progetti pilota.

Un elemento fondamentale sarà l'analisi del lavoro finalizzata all'*individuazione e all'anticipazione dei possibili vincoli* tecnici e normativi, per ridurre il rischio di trovare problematiche inspettate in fase avanzata del progetto, che comporterebbero elevati costi di «ricircolo» o elevata probabilità di fallimento.

Come ultimo passo di questa fase, verrà redatto il *progetto di massima* del sistema.

2. *Esecuzione di progetti pilota con realizzazione di prototipi.*

Il primo progetto sarà la *pubblicazione del catalogo* informatizzato dei dati geografici disponibili, con ricerca per nome, tema, ente competente, estensione territoriale e temporale ecc.

Il secondo progetto sarà l'*attivazione del servizio di consultazione dati*, prevedendo inizialmente di caricare dati di base, mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali (MISURC), vincoli, altre tematiche del PTCP, dati di supporto per VIA e di realizzare le funzioni di selezione di oggetti tematici e interrogazione.

Il terzo progetto pilota sarà la *realizzazione interattiva di basi dati geografiche via internet in cooperazione*. Per ciascun dato si prevedono le fasi di progettazione della base dati e di popolamento (inserimento dati) da parte dei Comuni, ciascuno per il territorio di sua competenza

3. *Progettazione dettagliata.* A seguito delle analisi svolte e dei progetti pilota realizzati, sarà possibile stendere il progetto dettagliato del sistema da realizzare. Verranno definiti tutti gli elementi individuati nella fase di analisi, tra i quali è opportuno ricordare i seguenti:

- profili utente definitivi;
- insieme di funzioni e strumenti disponibili all'utente in funzione del proprio profilo;
- predisposizione del sistema per tutti i Comuni della Provincia di Milano;
- scelta definitiva delle tecnologie.

4. *Realizzazione.* La realizzazione del sistema partirà dal consolidamento dei risultati dei progetti pilota, allineati al quadro progettuale definito nella fase precedente. Verranno implementate tutte le funzioni richieste al sistema e caricati i dati disponibili, in particolare:

- inserimento delle informazioni nel catalogo;
- caricamento dei dati disponibili, scrittura della documentazione tecnica e descrittiva, preparazione dei file di stampa;
- predisposizione delle maschere di inserimento/modifica/cancellazione delle banche dati oggetto di costruzione cooperativa;
- ingegnerizzazione del sistema;
- formalizzazione del protocollo di utilizzo del sistema e scrittura della documentazione del siste-

ma, sia per l'utente che tecnica, orientata agli sviluppatori.

5. *Test.* I test verranno svolti sia con approccio «interno», cioè con una serie di verifiche sistematiche svolte dagli sviluppatori del sistema, sia con approccio «esterno», invitando gli utenti ad utilizzare il sistema anche tentando di forzarlo (per esempio: utilizzo di codici non previsti, più connessioni simultanee ecc.) e predisponendo un punto di raccolta di tutte le loro osservazioni. Tra gli aspetti che saranno oggetto di test, vi sono le funzionalità degli strumenti, i profili utenti e le relative possibilità di accesso al sistema, la sicurezza.
6. *Diffusione del servizio e relative informazioni.* In corso d'opera si curerà la presenza on line di quanto sviluppato, anche a scopo di test. Il materiale sarà rivolto principalmente ai partner coinvolti nel progetto e secondariamente a tutti gli altri Comuni, che potranno così «avvicinarsi» al progetto secondo i loro tempi e le loro disponibilità. A seguito della realizzazione, verranno rilasciati i prodotti e documenti definitivi e verranno svolte iniziative di informazione e formazione.
7. *Monitoraggio.* Questa fase accompagnerà tutta la vita del progetto, a partire dalla realizzazione dei prototipi funzionanti. A regime il sistema presenterà la possibilità di rilevare e memorizzare siste-

maticamente l'utilizzo degli strumenti e della consultazione dei dati geografici disponibili, al fine di individuare dati e servizi maggiormente utilizzati. Di conseguenza sarà possibile sviluppare prioritariamente le parti più richieste.

7.5.5. *Sviluppi successivi*

Lo sviluppo prioritario consiste nell'effettiva attivazione di tutti i servizi a *tutti i Comuni*, con formazione ai tecnici. In particolare dovrà essere esteso il protocollo di costruzione cooperativa interattiva via internet delle basi dati. Una volta attivato il sistema per tutti i Comuni, sarà possibile procedere con l'impostazione coordinata di attività comuni.

- In primo luogo il sistema potrà essere utilizzato come *canale sistematico di scambio dati geografici* Provincia-Comuni, con particolare attenzione ai reciproci aggiornamenti di PTCP e PRG.
- In seconda istanza, si potrà avviare un progetto di *monitoraggio dello stato di attuazione del PTCP e dei PRG*, potendo così fornire dati di supporto ai decisori politici per interventi di programmazione in tempo reale.
- Inoltre, potrà essere affrontata l'estensione del sistema al «*terzo livello*» *regionale*, con il coinvolgimento operativo della Regione Lombardia.

PARTE SECONDA

Progetti, applicazioni, tematiche specifiche

In questa parte viene descritta una selezione di progetti particolarmente significativi realizzati dal SIT o nei quali il SIT ha fornito un supporto determinante negli ultimi anni, scelti per vari motivi di interesse, tra i quali la metodologia, la rilevanza istituzionale o strategica, gli aspetti di innovazione procedurale o tecnologica.

8. Il SIT per lo sviluppo del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Marco Banderali, Marco Broglia, Fabio Cervi

Il SIT ha accompagnato la predisposizione del PTCP durante tutte le fasi del suo sviluppo, mettendo continuamente a disposizione gli strumenti di consultazione ed elaborazione delle informazioni necessarie e affinandoli in funzione delle esigenze degli utenti. Questo impegno, affrontato prevalentemente con risorse interne, ha comportato l'accumulo di una significativa quantità di esperienza pratica, nonché la messa a punto di alcune utili metodologie di lavoro. In questo paragrafo si sintetizzano alcune delle attività svolte negli ultimi anni dagli uffici del SIT a supporto della redazione del PTCP.

8.1. Attività generali di supporto GIS

È opportuno ricordare preventivamente, sia pure in modo estremamente sintetico, una serie di attività non specificamente legate al PTCP, ma di gestione e sviluppo generale del SIT, che hanno permesso di disporre di un sistema con dati aggiornati, organizzati e fruibili, in grado di costituire una solida base di partenza su cui appoggiare lo sviluppo del piano e di altri studi, progetti o attività, quali, per esempio, il modello di simulazione dei trasporti MOVETEMI, la Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2000, il MISURC, la Valutazione Strategica.

Costruzione e mantenimento della banca dati. La possibilità di usufruire di una rigorosa struttura informatica, comune e coerente con gli standard in via di implementazione, ma facilmente accessibile ha permesso di evitare la duplicazione dei dati: uno dei più delicati problemi nella gestione delle basi dati.

Acquisizione dei dati, provenienti da altri settori dell'ente o da studi specifici commissionati. Gli uffici della Pianificazione Territoriale hanno orientato i propri sforzi verso l'acquisizione di una grande quantità di informazioni quale supporto di analisi per tutte le attività connesse e complementari alla predisposizione del PTCP. Gli uffici competenti, ovvero quelli che curano i contenuti e la qualità delle informazioni e dei dati hanno commissionato a soggetti esterni la redazione di studi e approfondimenti disciplinari per singole o specifiche tematiche. Gli uffici del SIT hanno curato l'acquisizione dei dati secondo l'aspetto informatico, orientandoli verso una corretta struttura informatica.

Normalizzazione dei dati acquisiti o di quelli aggiornati. Lo sforzo successivo all'acquisizione di nuovi dati informativi è stato fatto per normalizzare i dati, uniformando la struttura dei record relativi ai tematismi ed agli attributi. Continue e costanti procedure di controllo hanno verificato la correttezza del dato acquisito attraverso l'effettivo rispetto della struttura numerica o alfanumerica, dei valori assunti dai singoli oggetti.

Elaborazione dei dati finalizzati alla costruzione di cartografie, sia di analisi sia di progetto. Una delle principali attività svolte dal SIT è stata quella di supportare i responsabili dei contenuti e del Piano attraverso la creazione di mappe e cartografie. Il percorso di formazione di tali supporti si è arricchito con il sempre più numeroso archivio dei dati. Dapprima infatti sono state prodotte carte più squisitamente di indagine, attraverso la semplice rappresentazione delle informazioni a disposizione. Successi-

vamente sono state prodotte delle cartografie di analisi, attraverso la sovrapposizione degli strati e il loro successivo approfondimento attraverso l'estrazione di oggetti per classificazioni, per categorie, per vicinanza. Infine elaborazioni più complesse hanno portato alla costruzione di quelle che oggi costituiscono le cartografie ufficiali allegate al PTCP, che hanno dovuto rispondere anche ad alcuni semplici requisiti grafici.

Pubblicazione dei dati e loro diffusione attraverso la rete internet. L'attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento si basa principalmente sulla pianificazione a livello comunale, in quanto le disposizioni, gli obiettivi e le prescrizioni dovranno essere recepite, integrate o, in alcuni casi, variate attraverso la redazione degli strumenti urbanistici comunali. Risulta pertanto necessario poter mettere a disposizione di tutti, o comunque ad un elevato numero di utenti addetti ai lavori, i dati presenti nel PTCP o presenti nella banca dati della Pianificazione Territoriale. WEB-SIT è infatti un servizio che offre le funzioni di base di un GIS: permette la visualizzazione dei dati attraverso la costruzione di mappe interattive facilmente interrogabili; attraverso un'apposita sezione permette di costruire mappe personalizzate attraverso la sovrapposizione dei singoli strati presenti sul sito; attraverso i servizi java permette di sovrapporre strati informativi presenti nel sito stesso con quelli eventualmente già a disposizione dell'utente.

Seguono le descrizioni di alcune delle attività svolte dal SIT a più specifico supporto del PTCP.

8.2. Definizione e calcolo degli indicatori di sostenibilità

Le tematiche legate all'assetto insediativo hanno richiesto un'attenta valutazione e l'analisi di carattere spaziale-territoriale-quantitativo. La complessità urbanistica del territorio della Provincia di Milano ha imposto come necessità imprescindibile quella di un attento studio delle politiche di pianificazione in atto a livello locale. Base di partenza per tali indagini è il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC), che rappresenta lo stato dell'arte dei Piani Regolatori Comunali. Il MISURC, come meglio descritto in un apposito capitolo di questo testo, costituisce una delle prime e principali fonti di informazione circa l'uso del territorio. L'inter-

rogazione di tale mosaico ha permesso di rappresentare e quantificare il consumo di suolo riferito sia alla situazione attuale che a quella futura, legata al ritmo di crescita previsto dai piani regolatori.

Un altro aspetto interessante di questa applicazione (analisi di tipo spaziale) è dato dall'utilizzo del MISURC associato ad un altro strumento del SIT, il Mosaico Informatizzato dei Piani delle Aree Regionali Protette (MIPARP). Si è trattato di evidenziare e quantificare le aree che, una volta attuate le previsioni dei PRG vigenti, risulteranno ancora disponibili per un futuro sviluppo insediativo: le aree non urbanizzate non vincolate. Si è ricorso all'interrogazione del MIPARP per avere la rappresentazione di tutte le aree vincolate a parco regionale o a PLIS (al netto delle «zone di iniziativa comunale» e includendo anche i PLIS non ancora istituiti, ma proposti nel PTCP), e definire in tal modo le aree indisponibili. Nel MISURC si sono evidenziate le aree a destinazione funzionale «Agricolo» e «Boschi», in quanto non urbanizzate/urbanizzabili in base alle previsioni dei PRG vigenti. Per avere la stima del dato finale, ovvero le aree effettivamente disponibili, si è resa necessaria un'operazione di intersezione MISURC/MIPARP che ha restituito l'informazione «aree agricole e boschi non ricomprese nei parchi». Il dato così ottenuto è stato utilizzato, seppur con le dovute cautele, per operare un confronto con le possibilità di espansione ammesse dal PTCP e verificare in particolare dove queste ultime sono da considerarsi puramente virtuali, essendo già in essere una totale urbanizzazione del territorio non vincolato (es. i Comuni del nord Milano).

Un altro importante strumento, costruito dal SIT e strettamente legato al MISURC, è il database «Pianificazione Urbanistica Comunale». Esso restituisce il quadro dell'evoluzione della Pianificazione Urbanistica Comunale dei Comuni della Provincia di Milano avvenuta attraverso l'utilizzo di una serie di strumenti urbanistici (PRG, Varianti ordinarie, Varianti a procedura semplificata ecc.). Tale strumento è strettamente legato al MISURC in quanto consente di valutare lo stato di aggiornamento del mosaico stesso, e quindi di calibrare le elaborazioni dei dati MISURC in ragione di tale stato di aggiornamento. Tale indagine ha prodotto un'approfondita conoscenza del grado di «urbanizzazione» del territorio e, di conseguenza, dello stato di disponibilità della risorsa «suolo non urbanizzato». Gli strumenti GIS a disposizione del SIT so-

no stati pertanto messi a disposizione degli uffici della Pianificazione Territoriale, e grazie ad essi è stato possibile fornire un vero e proprio supporto alle «decisioni»: le elaborazioni, le interrogazioni, il calcolo delle quantità messe in gioco dalla pianificazione locale hanno fortemente orientato il PTCP verso scelte strategiche finalizzate al contenimento del consumo di suolo. Ma, oltre a questo, attraverso le elaborazioni compiute attraverso gli strumenti GIS si è fornito un supporto di tipo quantitativo che ha permesso di inserire anche parametri numerici, quali elementi di controllo e verifica per il raggiungimento di obiettivi strategici anche applicabili alla scala comunale.

Il PTCP, coerentemente con i propri contenuti metodologici, attuerà la maggior parte delle proprie previsioni attraverso gli strumenti comunali: piani regolatori generali, varianti e piani attuativi. Il Piano ha pertanto previsto al suo interno degli indicatori quantitativi in grado di «parametrizzare» alcune previsioni e trasformazioni del suolo. Tali indicatori, all'interno del Piano Provinciale, prevedono il rispetto di alcuni valori soglia a cui fare riferimento durante le fasi di costruzione degli strumenti urbanistici. Il rispetto di tali indicatori e gli scostamenti dai relativi parametri sono parte dei contenuti tecnici che dovranno essere valutati per la formulazione del parere di compatibilità.

L'individuazione e la parametrizzazione di questi indicatori di sostenibilità è stata operata, da parte degli uffici della Provincia, sulla base di una serie di valutazioni quantitative effettuate dagli uffici del SIT analogamente a quanto descritto precedentemente in tema di consumo di suolo.

La piena efficacia assunta dal PTCP a seguito della definitiva approvazione comporta che la Provincia è chiamata ad esprimere il proprio parere di compatibilità sugli strumenti urbanistici comunali in tempi relativamente brevi: è quindi necessario mettere a punto delle procedure di consultazione ed elaborazione delle informazioni a disposizione, relative al territorio in esame.

8.3. Le cartografie del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

La cartografia definitiva del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale è composta da 7 tavole: due in scala 1:100.000, una in scala 1:80.000, una in

scala 1:60.000, composta da due sezioni, tre in scala 1:25.000, di cui due composte da 11 sezioni e una da quattro sezioni.

Al momento dell'avvio della costruzione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, gli uffici del Sistema Informativo Territoriale disponevano già di un nutrito insieme di dati geografici, acquisiti negli anni precedenti attraverso studi di settore specifici o propedeutici allo stesso PTCP. L'insieme di tali dati rappresentava già un archivio strutturato di informazioni organizzate secondo una logica GIS.

Gli spazi di lavoro. Un obiettivo fondamentale per l'organizzazione del lavoro, inteso come elaborazione di dati territoriali finalizzati alla creazione di un output cartografico (le tavole del piano), consiste nella creazione di opportuni spazi informatici di lavoro e nell'organizzazione delle attività secondo procedure comuni. In altri termini, in virtù della complessità delle informazioni da trattare e in virtù di un discreto numero di operatori coinvolti nell'elaborazione del piano provinciale, si è reso necessario provvedere, preliminarmente alle fasi di lavoro vero e proprio, alla costruzione di una chiara e logica struttura informatica al servizio di:

- operatori specificatamente con mansioni GIS;
- operatori tecnici del campo della pianificazione territoriale;
- operatori e coordinatori delle singole fasi di predisposizione degli elaborati.

L'organizzazione di tale spazio informatico doveva tenere in considerazione le esigenze manifestate da diverse figure professionali, contraddistinte da differenti competenze tecniche informatiche.

Per questa ragione, all'interno di un sistema di rete locale, il SIT ha predisposto, su apposite macchine con funzione di server, uno spazio di archivio e uno spazio di lavoro, ciascuno dei quali caratterizzati da diversi livelli di utenti.

Nel primo spazio, convenzionalmente definito bancadati, sono stati inseriti i dati territoriali considerati «stabili» già in possesso degli uffici o che venivano via via acquisiti. All'interno di bancadati, solo un utente con privilegi particolari o di amministratore è autorizzato ad operare in scrittura e modifica, mentre qualunque altro utente ha la possibilità di accedere in lettura.

Nel secondo spazio, quello di lavoro, è contenuta invece una molteplicità di dati ed elaborazioni. In particolare in questo spazio, convenzionalmente chiamato areacondivisa, si vengono a trovare i dati che sono stati acquisiti ma che non hanno ancora subito i necessari processi di controllo e che, pertanto, non possono essere ancora allocati all'interno dell'archivio bancadati, oppure i dati in corso di modifica ed elaborazione. All'interno di questo spazio, con particolare riferimento alla costruzione di cartografie di piano, trovano collocazione i dati provenienti dall'archivio bancadati rispetto ai quali vengono compiute elaborazioni tali da generare un nuovo dato che, al termine dell'elaborazione, sarà contenuto nel piano provinciale. Infatti, a partire da strati informativi contenuti in bancadati, sono state effettuate operazioni di selezione, aggregazione o estrazione, fusione tra più strati originari, che hanno di fatto determinato strati informativi diversi in tutto o in parte da quelli originali. In alcuni casi, per quanto non molto frequenti, la preparazione delle tavole di piano ha determinato la costruzione di un nuovo strato informativo, eseguito da parte degli operatori dell'ufficio SIT, che è stato successivamente archiviato in bancadati, previa esecuzione delle procedure di controllo.

Sempre all'interno di questo spazio di lavoro sono stati inseriti anche i file di composizione grafica delle tavole di piano, che contengono, oltre agli strati informativi, anche l'editing grafico, nonché i layout per la predisposizione della stampa su supporto cartaceo.

Questo spazio è accessibile per la sola consultazione a qualsiasi utente interno, il quale è in grado di individuare i dati contenuti e di visualizzare eventualmente gli elaborati grafici in preparazione. Gli operatori specifici appartenenti al gruppo di lavoro SIT, contraddistinti dalle loro competenze GIS, sono autorizzati, oltre che alla consultazione, anche all'elaborazione e modifica dei dati contenuti in questo spazio di lavoro. Eventualmente ciascun operatore può decidere se rendere completamente accessibili ed editabili anche da altri operatori GIS i dati su cui sta compiendo le proprie elaborazioni. Areacondivisa, unico riferimento durante l'intero processo di costruzione delle cartografie di piano, è stato rigorosamente organizzato in modo che esistesse una cartella per ogni tavola, contenente, a sua volta, una struttura simile a quella della bancadati, con le relative sezioni dati, file di plottaggio, documentazione e viste cartografiche.

Oltre alle cartelle contenenti le singole tavole, è stato predisposto uno specifico spazio per i dati comuni, al cui interno sono stati posti i dati utilizzati in più tavole e le informazioni necessarie per la creazione dei layout di stampa.

Va inoltre sottolineato che la struttura degli spazi di lavoro è stata in parte condizionata dalle caratteristiche dei software impiegati per la compilazione delle mappe: gli strumenti scelti infatti, in grado di leggere riferimenti esterni attraverso percorsi assoluti, necessitano di spazi condivisi e leggibili attraverso il medesimo percorso. Qualora ciò non avvenisse, non sarebbe possibile visualizzare e consultare i dati contenuti nei file di componimento da qualsiasi postazione di lavoro appartenente o meno agli operatori SIT.

Gli strumenti di lavoro. Lo strumento GIS principalmente impiegato dal SIT in fase di predisposizione delle tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale è Arcview 3.2, che risulta essere uno strumento sufficientemente completo, in riferimento alle semplici elaborazioni che si sono rese necessarie in fase di composizione cartografica delle tavole. Lo stesso prodotto si è dimostrato sufficientemente in grado di rispondere alle esigenze grafiche per la rappresentazione alla scala provinciale delle informazioni geometriche. Composizione grafica e layout di stampa sono stati talvolta supportati attraverso specifiche estensioni dell'applicativo.

Parte dei dati contenuti nella bancadati è tuttavia stata costruita impiegando ARC/INFO, ed è tuttora organizzata secondo tale struttura informatica. In virtù di tale caratteristica, alcune procedure di elaborazione sono state eseguite con ARC/INFO al fine di mantenere inalterata la struttura dei dati e per trattare specifiche entità che Arcview non è in grado di gestire (per esempio le regions).

Successivamente alla predisposizione delle cartografie definitive allegate all'approvazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, è stata avviata una procedura di aggiornamento verso gli applicativi ArcGis delle viste cartografiche riguardanti le cartografie stesse.

Questo aggiornamento, oltre che rappresentare una naturale evoluzione degli strumenti in uso degli uffici SIT verso strumenti più innovativi, comporta notevoli facilitazioni per la diffusione delle cartografie attraverso piattaforme internet basate su applicativi WebGIS. I nuovi applicativi permettono, tra l'altro, di utilizzare per la pubblicazione internet gran

parte della grafica già predisposta per la stampa su supporto cartaceo.

Le diverse fasi di elaborazione. Il piano Territoriale di Coordinamento Provinciale è stato il frutto di un processo svoltosi nell'arco di alcuni anni, caratterizzato da alcuni passaggi istituzionali: questi passaggi hanno coinciso con l'apertura o la chiusura delle principali fasi di confronto istituzionale e politico da cui sono derivati gli indirizzi fondamentali per l'elaborazione degli elaborati definitivi del piano stesso.

Anche le cartografie hanno pertanto seguito processi di modifica e integrazione, conseguenti agli stessi passaggi di confronto, oltre al naturale e continuo processo di modifica caratteristico di tutti le fasi progettuali nel campo della pianificazione territoriale.

In virtù di questo processo continuo di modificazione, integrazione ed approfondimento dei contenuti delle cartografie del piano, uno dei problemi principali che si sono affrontati durante la gestione degli archivi e degli spazi di lavoro ha riguardato il modo in cui si sarebbe dovuto tenere traccia delle diverse versioni delle mappe prodotte e distribuite a soggetti esterni rispetto agli uffici.

Di conseguenza, un altro aspetto problematico ha riguardato la volontà di mantenere traccia, oltre che dei prodotti di output (mappa su supporto cartaceo), anche delle diverse versioni di dati che ne hanno dato origine.

Se la memoria dei prodotti distribuiti si sarebbe potuta facilmente mantenere attraverso la conservazione di copie cartacee e di file di plottaggio di tutte le singole tavole e relative sezioni, più complicate sono la gestione e l'archiviazione dei dati informatizzati con cui sono state costruite le differenti versioni dei prodotti cartografici.

La soluzione adottata dagli uffici del SIT consiste nel «fotografare» lo stato di avanzamento dei lavori in occasione dei passaggi ufficiali del piano, in corrispondenza dei quali si è prodotta una versione specifica degli elaborati cartografici (presentazione alla Conferenza dei Comuni, presentazione in giunta, in Consiglio Provinciale). La fotografia dello stato del lavoro è costituita dalla creazione di una copia fisica di: dati geografici; vestizione grafica e relative legende; file di componimento e visualizzazione delle mappe.

Attraverso un semplice procedimento semiautomatico di salvataggio dei dati in appositi spazi di lavoro, è stato possibile conservare un archivio completo di tutte le informazioni che hanno contribuito

a creare una qualsiasi versione degli elaborati cartografici.

I principali pregi sono rappresentati, ad esempio, dal fatto che tale operazione di archiviazione risulta assolutamente intuitiva: probabilmente potrebbe essere definita troppo semplificata, ma indubbiamente può essere generata da qualsiasi operatore SIT, anche con competenze non connesse alla progettazione delle banche dati territoriali. Il vantaggio indubbio derivante risulta essere l'interscambiabilità degli operatori anche in occasione di procedure particolarmente delicate e importanti nell'ottica della gestione delle informazioni.

Un altro pregio di tale procedura è rappresentato dal fatto che essendo il pacchetto dati completo anche della parte di editing grafico, è sempre possibile richiamare immediatamente la visualizzazione di una versione delle cartografie prodotte in corso di elaborazione del PTCP.

Per contro, uno dei maggiori difetti caratteristici di tali procedure riguarda la moltiplicazione dei dati archiviati: predisporre le singole fotografie dello stato di elaborazione dei dati e delle mappe impone necessariamente di duplicare a tutti i passaggi gli stessi dati geografici, la maggior parte dei quali, da una versione all'altra, ha subito modifiche di lieve o ridotta entità. Inoltre, al fine di garantire il corretto funzionamento dei file componenti le mappe cartografiche e, soprattutto, per garantirne la visualizzazione in modo del tutto congruente con la copia cartacea, è necessario duplicare anche tutti quei dati che non hanno subito alcuna modifica.

Per inciso, è necessaria una precisazione di carattere metodologico, riguardante l'insieme dei dati che costituiscono le differenti versioni delle tavole di piano. Al fine di poter sempre risalire alle variazioni operate all'interno della geometria e degli attributi dei singoli oggetti, è stata predisposta un'apposita struttura dati che permette di leggere la storia dei singoli oggetti, attraverso un insieme di campi compilati secondo logiche unitarie.

In altre parole, durante le diverse elaborazioni compiute sulla base dati, non si è mai proceduto nell'eliminazione dei singoli record e dei relativi poligoni, ma sono stati attribuiti codici che permettessero di leggere la loro appartenenza o meno all'insieme degli oggetti rappresentati nelle tavole.

L'elaborazione delle cartografie. La composizione delle tavole del piano, sia nelle loro versioni inter-

medie sia nella loro versione definitiva, è stata realizzata attraverso l'uso degli strumenti GIS precedentemente descritti.

Un aspetto che ha comportato alcune problematiche è stata la quantità di informazioni riportate sulle cartografie progettate per una scala di stampa abbastanza ridotta: la scala di maggior dettaglio è infatti quella 1:25.000.

Le informazioni cartografate rappresentano per la massima parte elementi poligonali o lineari e, in minima parte, puntuale. Il problema principale, dal punto di vista grafico, è rappresentato in questi casi, dalla leggibilità della mappa, in tutte quelle situazioni in cui le informazioni si sovrappongono. Al fine di ottenere un grado di lettura accettabile, si è fatto uso di alcuni espedienti grafici.

Il primo ha comportato l'uso delle utilità grafiche previste dallo strumento, accompagnate da alcune personalizzazioni, riguardanti, ad esempio, le simbologie per la rappresentazioni di elementi puntuali ed areali. Si è pertanto fatto uso di grafiche in trasparenza, di opportune gamme di tonalità e di apposite rappresentazioni simboliche.

Altro espediente grafico è stato quello di caricare più volte sulla mappa lo stesso strato informativo poligonale, in modo da visualizzare una volta lo sfondo e una volta il perimetro, al di sopra di altre informazioni di tipo areale opportunamente campite in trasparenza.

Un ulteriore accorgimento finalizzato ad una lettura più immediata della mappa ha riguardato la «semplificazione» degli oggetti rappresentati, con particolare riferimento agli elementi appartenenti alle entità di tipo puntuale. Per alcuni tematismi, per i quali il numero di oggetti determinava una notevole concentrazione di simboli, si è scelto di ridurre il numero di oggetti visualizzati e stampati. Tale semplificazione è stata ottenuta attribuendo, all'interno un apposito record della struttura dati, un codice a ciascun oggetto che ne facesse comprendere l'effettiva visualizzazione sulla mappa e la relativa presenza sulle cartografie in formato cartaceo, unica versione ufficiale degli elaborati allegati al piano provinciale.

8.4. Supporto alle procedure di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali con il PTCP

Ai sensi della LR 1/2000, a far data dall'efficacia del Piano Territoriale di Coordinamento, cioè dalla sua

pubblicazione sul BURL della Regione Lombardia il 5 novembre 2003, la Provincia di Milano esprime il parere di compatibilità degli strumenti urbanistici comunali e delle loro varianti. La verifica di compatibilità degli strumenti urbanistici sarà fatta rispetto alle previsioni del PTCP, in riferimento agli obiettivi strategici, alle politiche territoriali e alle linee di intervento del Piano stesso.

L'esito della valutazione di compatibilità deve essere espresso dalla Provincia entro 90 giorni dal ricevimento dello strumento urbanistico. Per facilitare tale procedimento di compatibilità a carico dei funzionari della Pianificazione Territoriale, il SIT ha definito delle modalità operative di supporto per rendere più semplificata ed agevole tale verifica. Queste modalità hanno comportato la creazione di un database informatico di tutti gli Strumenti Urbanistici Comunali, la pubblicazione tramite browser delle tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale e la creazione di una connessione in remoto ad un server dove sono stati installati i software di gestione delle tavole del PTCP.

Il Database degli STRumenti Urbanistici Comunali. Il database degli STRumenti Urbanistici Comunali (DB STRUC) è un database sviluppato in ambiente MS Access 2000 e collocato in un server dove tutti i soggetti coinvolti possono operare, coperto da regolari backup quotidiani. Esso costituisce l'archivio informatizzato di tutti gli strumenti urbanistici dei Comuni della Provincia di Milano. È stato progettato e successivamente sviluppato in modo tale da poter essere consultato e facilmente aggiornato direttamente dai funzionari della Pianificazione Territoriale, attraverso una serie di maschere che permettono l'inserimento di nuovi dati (nuovi strumenti urbanistici, nuovi provvedimenti, nuove istruttorie ecc.) e la modifica dei dati precedentemente inseriti.

Il database riporta, per ogni Comune, le informazioni generali quali il nome ed il codice Istat del Comune; l'ultimo codice dello strumento urbanistico inserito nel Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC); gli estremi dello Strumento Urbanistico attualmente vigente, ed eventualmente gli estremi dell'ultima variante approvata.

Vi sono inoltre alcune sezioni di approfondimento. La prima riguarda l'archivio storico, contenente informazioni relative a tutti gli Strumenti Urbanistici antecedenti quello vigente: di questi è possibile

consultare ogni singolo strumento ed i relativi provvedimenti.

La seconda sezione è dedicata all'archivio di tutti gli Strumenti Urbanistici in vigore in data successiva allo Strumento Urbanistico Vigente, ordinati secondo la data di adozione dello stesso. Anche in questo caso è possibile individuare i relativi provvedimenti e le informazioni del provvedimento stesso.

La terza sezione riguarda l'archivio delle istruttorie provinciali effettuate o in corso (suddivise nelle due sezioni secondo lo stato di approvazione del PTCP); per ogni strumento sono indicate le informazioni di carattere amministrativo riguardanti l'istruttoria in oggetto (numero di protocollo, istruttore, referente per il Comune, termine massimo per l'espressione del parere).

Sistema di consultazione interattivo delle cartografie del PTCP. Un ulteriore strumento messo a disposizione dal Servizio SIT riguarda la consultazione delle tavole del PTCP attraverso un normale browser disponibile su qualsiasi tipo di personal computer. Infatti grazie ad una elaborazione personalizzata del viewer standard del software ESRI ArcIms 4 sono state pubblicate, per ora in via puramente sperimentale in intranet, le tavole del PTCP. Tali mappe sono state preventivamente create con il nuovo software ArcGIS 8.3. Esse riproducono graficamente le tavole ufficiali del PTCP, salvo qualche minima differenza grafica dovuta a limiti tecnologici, e permettono anche di consultare i dati collegati agli elementi geometrici utilizzati per la definitiva composizione delle tavole.

Questo prodotto sfrutta tutte le potenzialità di visualizzazione della parte geografica (quali, per esempio, zoom, pan, sovrapposizioni geografiche) attraverso una serie di tools a margine della mappa, e le potenzialità tipiche degli strumenti GIS quali la creazione di interrogazioni dei dati alfanumerici collegati agli strati della cartografia, creazione di buffer, selezione di elementi racchiusi e/o entro una determinata area, calcolo di distanza tra due punti, calcolo di area racchiusa da un'area specificata. Attraverso il processo di progettazione e successivamente di realizzazione e personalizzazione del viewer è stato possibile allargare a tutto schermo la sezione relativa alla mappa (sacrificando però lo spazio destinato ai

tools di interrogazione e di localizzazione) per dare un maggior risalto allo spazio destinato alla visualizzazione del territorio, in modo che si possa evidenziare ad una scala di maggior dettaglio non solo il territorio del Comune interessato, ma anche il contesto in cui si inseriscono le eventuali nuove opere infrastrutturali e/o le nuove zone di espansione dello strumento urbanistico. Per agevolare la ricerca sono stati inseriti anche degli appositi strumenti che permettono l'inquadramento della mappa su un determinato Comune scelto da un apposito menu a tendina, e la possibilità di digitare la scala di visualizzazione della stessa mappa. Questo sistema fornisce ai funzionari della Pianificazione Territoriale responsabili delle istruttorie di compatibilità PRG-PTCP un semplice ma valido strumento di supporto per la consultazione di tutti i dati geografici e alfanumerici relativi al PTCP approvato.

Connessione in remoto ad un server per l'utilizzo di software di gestione delle tavole del PTCP. Con quest'ultima procedura tutti gli operatori della Pianificazione Territoriale abilitati hanno la possibilità di connettersi dal proprio personal computer ad un server dedicato, utilizzando i Terminal Services di Windows 2000 e di *usarne le applicazioni* installate.

Questa funzionalità permette, utilizzando il proprio browser, di accedere in maniera molto semplice direttamente al server, previa l'autenticazione dell'utente tramite l'inserimento di login e password. Una volta attivata la connessione tutti gli utenti sono quindi in grado di avvalersi del server (in via remota dalla propria postazione) come se si fosse direttamente alla tastiera dello stesso e di sfruttarne così le potenzialità tecniche, nonché di usufruire dei software installati. In particolare, utilizzando i software GIS installati sul server, ogni utente può accedere direttamente (ovviamente in sola lettura) ai dati e alle tavole cartografiche originali del PTCP approvato, interrogarli, stampare degli estratti della cartografia riguardanti il Comune oggetto di istruttoria. Inoltre, se il funzionario dispone di cartografia informatizzata dello strumento oggetto di compatibilità, questi strumenti GIS ne permettono la sovrapposizione e facilitano il confronto tra le previsioni del PTCP e le previsioni dello strumento comunale.

9. Integrazione di basi dati geografiche numeriche diverse per provenienza e scala

Paolo Basile, Marco Broglia, Paolo Mogorovich

Nel corso dell'ultimo decennio è notevolmente cresciuta la diffusione di dati e strumenti GIS. A fianco di questa ricchezza sono però emerse significative problematiche d'integrazione e congruenza tra basi cartografiche di provenienza diversa, ma con contenuti correlati dal punto di vista logico, geometrico, topologico. Un'amministrazione provinciale, in qualità di ente intermedio tra Comuni e Regione, si trova a trattare congiuntamente dati provenienti da fonti eterogenee, che descrivono fenomeni territoriali anche di notevole complessità, costruiti in tempi diversi, con strumenti diversi, utilizzando diverse metodologie, seguendo differenti interpretazioni, sui quali è necessario svolgere una serie di incroci, analisi ed elaborazioni geografiche quantitative.

9.1. Introduzione al problema

Nel momento in cui si passa dalle analisi visive alle analisi numeriche mediante GIS, la mancanza di congruenza fra basi cartografiche introduce ambiguità nei dati e può portare anche a risultati errati nelle elaborazioni, poiché è soprattutto attraverso funzionalità di overlay che vengono effettuate le analisi quantitative sui dati GIS, analisi che perdono di significato se i dati geografici non sono fra loro congruenti.

Analisi visiva

Se il dato deve essere analizzato unicamente in modo visivo, l'incoerenza tra due basi va rapportata alla scala del dato; infatti l'analisi visiva può essere correttamente attuata solo a scale minori o uguali a quella nominale. In questo caso il problema è analogo a quello della cartografia disegnata dove l'imper-

fezione del dato si nasconde nello spessore del tratto. Supponiamo, per esempio, di avere due basi numeriche a scala diversa (per esempio, una base 1:10.000 e una 1:25.000), ciascuna di buona qualità geometrica, ovvero con tratti all'interno delle tolleranze geometriche nominali. Supponiamo ancora di sovrapporre tali basi e di rappresentare il risultato ad una scala minore o uguale alla scala della base con minore risoluzione, nel nostro caso alla scala 1:25.000 o peggiore. Teoricamente la sovrapposizione appare perfetta ad un'analisi visiva, le due basi sono di fatto coerenti e nessun problema sorge dalla loro sovrapposizione. L'esperienza insegna però che questo accade di rado: anche se sono nominalmente soddisfatte tutte le condizioni citate, problemi vari dovuti alla triangolazione, alla costruzione della base, alle caratteristiche della ripresa, alla digitalizzazione o ad altro rendono una sovrapposizione coerente solo se si opera una significativa riduzione di scala rispetto a quella nominale.

Analisi numerica

L'integrazione di basi diverse in modo numerico, a differenza di un approccio visivo, pone problemi legati al diverso concetto di scala nella cartografia e in un sistema numerico. Di fatto la scala non esprime soltanto il rapporto tra una dimensione sulla carta e la stessa dimensione nel mondo reale; essa esprime anche un «errore» associato alla misura di rilevamento del dato. Tale informazione diventa «hardware» sulla carta, in quanto si nasconde nello spessore del tratto, ma così non accade nel trattamento numerico del dato, dove lo spessore di una linea è per definizione infinitesimo. Pertanto una certa distanza tra due linee che esprimono lo stesso oggetto

è tollerabile nella cartografia disegnata se essa è inferiore allo spessore del tratto, ma non lo è mai in un sistema numerico. In un sistema numerico, se due linee esprimono lo stesso oggetto, devono assumere valori numerici identici, nei limiti dell'aritmetica «discreta» degli elaboratori.

I problemi derivanti da questa situazione, nota anche col detto che la scala di un sistema numerico è una scala 1:1, sono sostanzialmente di incoerenza dell'informazione. Avremo, ad esempio, aree teoricamente adiacenti che non sono esattamente adiacenti, linee che esprimono entità diverse ma coincidenti le quali invece coincidenti non sono, e così via. Alcune contraddizioni che derivano, ad esempio, dal caso delle aree adiacenti sono che:

- le due aree sono parzialmente sovrapposte;
- esistono dei buchi tra le due aree;
- un punto vicino al bordo di separazione può appartenere a nessuna o ad ambedue le aree;
- la lunghezza del tratto di una linea che attraversa il bordo di separazione di due aree può essere calcolata due volte (una volta per un'area, una volta per l'altra area) se il bordo tra le due aree si sovrappone ecc.

Si tratta, come si vede, di incoerenze che nascono da un'analisi quantitativa dei dati, mentre non creano problemi nel caso di un approccio visivo. Ed è proprio l'analisi quantitativa, momento di maturazione nell'uso della tecnologia GIS, che rende necessario un processo di imposizione di congruenza nei dati. Questo processo non sarebbe necessario se i software GIS riuscissero a gestire l'errore associato all'informazione; se così fosse essi sarebbero capaci di nascondere le imperfezioni non significative nello stesso modo usato dalla cartografia disegnata che usa un tratto di spessore finito. Purtroppo gli strumenti attuali non hanno questa capacità e occorre pertanto ricorrere a criteri di imposizione di congruenza portando il nostro dato, peraltro solo in termini formali, a scala 1:1.

Le incoerenze sono inevitabili quando le basi sono il risultato di acquisizioni realizzate in momenti diversi, con strumenti di diversa tecnologia, diverse procedure ed operatori con esperienze differenti. In alcuni casi i mosaici tra fogli diversi della stessa base evidenziano che operatori diversi hanno lavorato con un diverso modello logico, che si è tradotto in differenti interpretazioni. Tuttavia, anche se si lavo-

rasse in condizioni perfette, il fatto che lo strumento informatico abbia una capacità risolutiva superiore a quella dell'operatore causerebbe il sorgere di incoerenze come quelle descritte.

I primi approcci al problema si basano sull'attivazione di funzionalità di SNAP tra gli elementi delle basi che si desidera rendere congruenti, nel caso in cui una base sia in corso di acquisizione, impostando opportuni livelli di tolleranza; oppure nel caso di basi già esistenti, si può pensare a procedure che, utilizzando buffer e overlay, facciano «collassare» gli elementi di una base su quelli dell'altra, in funzione della loro distanza geometrica, prevedendo comunque una fase di verifica manuale del risultato.

Alla luce di esperienze effettuate con questi approcci su numerosi dati, si può fare la seguente considerazione: il problema della congruenza va distinto su due aspetti diversi: l'aspetto disciplinare e quello tecnologico:

- l'aspetto disciplinare, ovvero sapere con sicurezza a quale strato informativo sia giusto o meno appoggiare un certo dato, è quello più importante ed è quello sul quale non è possibile approntare alcun tipo di procedura e, senza il quale qualunque tipo di procedura non è sufficiente: bisogna quindi, prima di approntare una correzione o una digitalizzazione di un dato, essere certi sui dati ai quali appoggiarsi;
- per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, se è giusto da un lato cercare di automatizzare molto, perché le correzioni o acquisizioni manuali sono molto dispendiose in termini di tempo e molto impegnative in termini di risorse, non è possibile d'altro canto cercare di risolvere tutti i problemi di congruenza con procedure automatiche: su alcuni dati ed in certe situazioni, le procedure automatiche peggiorano il dato di partenza invece di essere di ausilio alla sua correzione.

9.2. Soluzioni proposte

Il problema della congruenza, sia che si tratti di congruenza topologica che di congruenza puramente geometrica, può essere classificato in funzione della primitiva geometrica che viene trattata.

Poiché le primitive geometriche sono il Punto, la Linea e l'Area, abbiamo, eliminando una serie di situazioni non realistiche, i seguenti casi:

- Punto: un Punto X può richiedere congruenza con
 - P1, un altro Punto: il Punto X deve coincidere con un altro oggetto puntuale già esistente;
 - P2, una Linea: il Punto X deve essere appoggiato ad un altro oggetto lineare esistente.
- Linea: una Linea Y può richiedere congruenza con
 - L1, una Linea: la Linea Y deve essere appoggiata in tutto o in parte ad un altro oggetto lineare esistente;
 - L2, un'area: la Linea Y deve essere appoggiata in tutto o in parte al bordo di un oggetto areale esistente.
- Area: un'Area A può richiedere congruenza con
 - A1, una Linea: l'Area A (o meglio il suo perimetro) deve essere appoggiata in tutto o in parte ad un altro oggetto lineare esistente;
 - A2, un'area: l'Area A deve essere appoggiata in tutto o in parte al bordo di un oggetto areale esistente.

Escludendo il caso dei punti, che non presenta particolari difficoltà concettuali, i casi citati possono, da un punto di vista tecnico, essere sintetizzati in:

- Meccanismo del *confronto tra linee*;
- Meccanismo dell'*area di scarto*.

I due meccanismi descritti sono molto simili in termini di processo in quanto ambedue richiedono che venga verificata una condizione geometrica e una tematica; sono invece abbastanza diversi da un punto di vista geometrico. Anche la loro implementazione è molto diversa in quanto, una volta identificati gli aspetti tematici, il meccanismo del confronto tra linee opera in modo tipicamente geometrico (l'operatore classico è lo SNAP), mentre il meccanismo dell'area di scarto opera su primitive areali e sulla loro combinazione e aggregazione (l'operatore classico è «merge» o «dissolve»).

9.2.1. Meccanismo del confronto tra linee

Il meccanismo del confronto tra due linee, illustrato in Figura 9.1, si basa sulla presenza di una linea A (linea di riferimento) e di una linea X (linea da rendere congruente). L'obiettivo è quello di

decidere se e per quale parte la linea X deve assumere la geometria della linea A.

La decisione «se» la linea X debba assumere la geometria della linea A dipende da considerazioni di tipo geometrico (vicinanza tra le due linee) e semantico (ragionevolezza dell'identità geometrica tra le due linee basata sul significato delle feature all'interno del database); la decisione «per quale parte» della sua estensione la linea X debba assumere la geometria della linea A dipende soltanto da considerazioni geometriche.

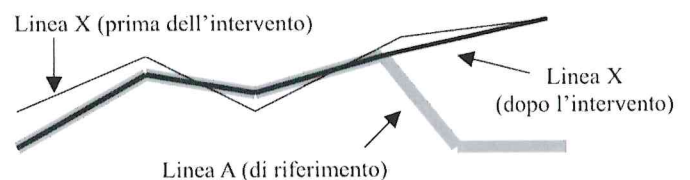


Figura 9.1 – Meccanismo del confronto tra linee

La metodologia del confronto fra linee può essere sfruttata sia per creazione o correzione di dati lineari che per creazione o correzione di dati poligonal.

Strumenti Interattivi Standard

La metodologia di approccio lineare con strumenti standard interattivi (manuali quindi) prevede principalmente l'utilizzo di funzioni di SNAP, di taglio archi e di conseguente copia di «spezzate» di archi di strati lineari o areali.

Questa metodologia infatti si può applicare non solo a dati di tipo lineare ma anche a dati di tipo poligonale.

Vediamo come affrontare in maniera standard questa metodologia con l'ausilio di ArcView3 o di Arc/Info7.

- *ArcView3*. ArcView3 è un software che nasce con poche e limitate funzionalità di editing: ha uno SNAP molto semplice e non ha funzioni di copia elementi tra uno strato e l'altro né ha controllo topologico sui dati: opera infatti su formato Shapefile che è senza topologia e che non può contenere più di una feature (punto, linea o poligono) alla volta. Per questo motivo non può essere ritenuto, con le sue sole funzionalità di base, uno strumento idoneo per operazioni quali l'editing di un dato con funzionalità complesse.
- *Arc/Info7*. Arc/Info nella sua versione 7.x è molto diverso da ArcView: è un ambiente GIS con potenzialità elevatissime ma soffre di modalità di in-

terazione poco moderne. Ci si può interfacciare con Arc/Info7 tramite l'ambiente ArcTools: è un ambiente ad icone, poco standard e chiuso rispetto ai parametri odierni e che ha sempre sofferto di poca replicabilità fra le varie versioni di Arc/Info, essendo cambiato spesso nel tempo; l'altra interfaccia utente è quella base e avviene tramite digitazione su un «prompt» di comandi. Questo modo di base di operare è sempre stato standard all'interno di Arc/Info fin dalla sua nascita, è quello più usato ma è anche faticoso per chi si avvicina allo strumento per la prima volta.

A parte le considerazioni sull'interfaccia utente, Arc/Info7.x è effettivamente molto potente e completo: dispone di molte funzioni di base e di un semplice linguaggio di programmazione procedurale (AML, Arc Macro Language) col quale è possibile realizzare procedure efficaci ma lente (è un macro linguaggio interpretato e non compilato). Quindi Arc/Info è potenzialmente uno strumento adatto per la correzione di un dato: ha tutte le funzioni di copia fra i diversi strati informativi, di spezzamento degli archi, di ricostruzione della topologia anche se non è facile trovare fra le varie possibilità quella metodologicamente giusta: più che un operatore grafico è necessario disporre di un esperto di Arc/Info, il che può richiedere, per una persona alle prime armi, tempi molto lunghi di apprendimento.

Strumenti Interattivi «ad hoc»

Sono stati creati degli strumenti «ad hoc» per superare i limiti, appena descritti, che ArcView3 (in termini di funzionalità) e Arc/Info7 (in termini di interfaccia) possiedono.

- *ArcView3*. È stata creata un'estensione di ArcView3 (Editing Tools¹) che consente in maniera rapida di effettuare SNAP ad elementi geografici diversi, di ritagliare e sostituire tratti di bordo poligonale o tratti lineari con elementi della cartografia di riferimento.
- *Arc/Info7*. In Arc/Info, come già detto, esistono le funzionalità di base per ritagliare linee e per sostituirle con altri elementi della cartografia di riferimento, nonché meccanismi di SNAP ad altri strati geografici. Per superare il limite di inter-

faccia, tipico di Arc/Info7, sono stati creati con AML dei menu con funzionalità predisposte; fra queste funzionalità esistono ovviamente il taglio di archi e la sostituzione di elementi spezzati.

Strumenti Procedurali

Il tentativo che è stato fatto, alla luce anche delle esperienze adottate precedentemente dalla Provincia di Milano, è stato quello di automatizzare il più possibile il processo di correzione di uno strato informativo per renderlo congruente alla base di riferimento, implementando funzionalità con il meccanismo di confronto tra linee. Tale meccanismo può essere implementato in più modi: un modo è quello di utilizzare lo SNAP con una tolleranza preimpostata, un altro modo è quello di utilizzare un «buffer», ovvero un'area di rispetto, intorno ad una linea e far collassare su di essa tutto quello che si trova all'interno della stessa zona di rispetto. Da un punto di vista teorico le due soluzioni si equivalgono, anche se vengono realizzate in maniera differente; nel tentativo di automatizzare il più possibile il processo è stato ritenuto più utile e semplice implementare il meccanismo di confronto tra linee tramite lo SNAP in quanto questo presenta, rispetto all'altra tecnica, una flessibilità e una velocità molto maggiori. Il comando SNAP è usato sia all'interno di ArcView3 che all'interno di Arc/Info, anche se in modalità molto diverse.

- *ArcView3*. In ArcView3 lo SNAP è molto limitato: può essere usato solo all'interno dello stesso strato informativo, in maniera interattiva, per un solo elemento alla volta. Un approccio ad una correzione di un dato geografico solamente con l'uso dello SNAP di ArcView3 è sicuramente molto lento, faticoso e di basso livello. Inoltre lo SNAP di ArcView3 si applica solo ad elementi che devono essere ancora disegnati, non con quelli già inseriti: uno SNAP procedurale con strumenti standard ArcView non è quindi possibile.
- *Arc/Info7*. Molto più articolato è lo SNAP in Arc/Info7: non consta di un solo comando ma di un vero e proprio ambiente di lavoro (SNAPENVIRONMENT) e di una serie di comandi da usare opportunamente (SNAPFEATURES, SNAPCOVERAGE, SNAPPING, SNAP). L'ambiente di snap può essere gestito contemporaneamente con più strati informativi a cui fare l'aggancio ed ai quali è possibile dare un ordine gerarchico. È pos-

¹ Scaricabile dal sito della Provincia di Milano www.provincia.milano.it/pianificazione.

sibile eseguire il comando SNAP per più di un elemento selezionato: in teoria se l'ambiente di SNAP è impostato correttamente, selezionando in un colpo solo tutti gli elementi di uno strato informativo, si dovrebbe ottenere automaticamente la congruenza con gli strati della base di riferimento. In pratica vedremo come non sia così e che usare uno SNAP in maniera automatica comporta più l'aggiunta di nuovi errori che la risoluzione dei problemi.

Prove di SNAP procedurali con Arc/Info

Sono state svolte prove per tentare di integrare dati vettoriali del MIPARP alla CTR 1994 vettoriale con comandi automatizzabili in procedure, sono stati provati diversi SNAP generali (automatici quindi) con diversi approcci ed impostazioni. Non avendo a disposizione delle specifiche che permettessero di stabilire un ordine gerarchico degli strati della CTR94 a cui appoggiarsi, si è optato di realizzare un unico strato di confronto che riportasse tutti e soli gli strati CTR necessari per lo SNAP. Questi provengono, nella gran parte dei casi, da una combinazione geometrica di una serie di strati informativi che si possono immaginare «schiacciati» uno sull'altro, fino a generare uno strato unico, la cosiddetta *schiacciata* (maggiori dettagli relativi alla schiacciata verranno forniti successivamente).

Le principali osservazioni frutto di tali prove sono le seguenti:

- le coverages di Arc/Info definiscono il poligono attraverso gli archi che lo costituiscono. Lo SNAP può essere eseguito solo a partire dai dati lineari; ciò vuol dire che, dopo aver effettuato uno SNAP automatico, è necessario ricostruire la topologia poligonale con una BUILD. Come spiacevole risultato ci troviamo di fronte a elementi poligonali che non sono più chiusi o che sono sovrapposti e che perciò sono da ricorreggere manualmente;
- in presenza di regole e vincoli noti la separazione delle cover nello snapenvironment potrebbe aiutare a distinguere la congruenza con i vari strati della CTR94;
- la presenza di molti archi molto vicini fra loro nello strato di confronto crea andamenti a zig-zag in molti archi nello strato da agganciare.

In conclusione, non sembra possibile automatizzare l'imposizione di congruenza per una generica base di

dati sulla base topografica di riferimento utilizzata. Ogni tentativo eseguito ha portato a risultati deludenti e spesso peggiori della situazione di partenza.

9.2.2. Meccanismo dell'area di scarto

Il meccanismo dell'area di scarto si basa sul confronto tra un'area X (area da rendere congruente) e uno strato di elementi (quasi sempre areali) provenienti dalla base di riferimento.

L'intersezione tra l'area X e lo strato può produrre una serie di poligoni noti come «sliver polygon» o aree di scarto (poligono X'), di caratteristiche geometriche particolari (si veda la Figura 9.2).

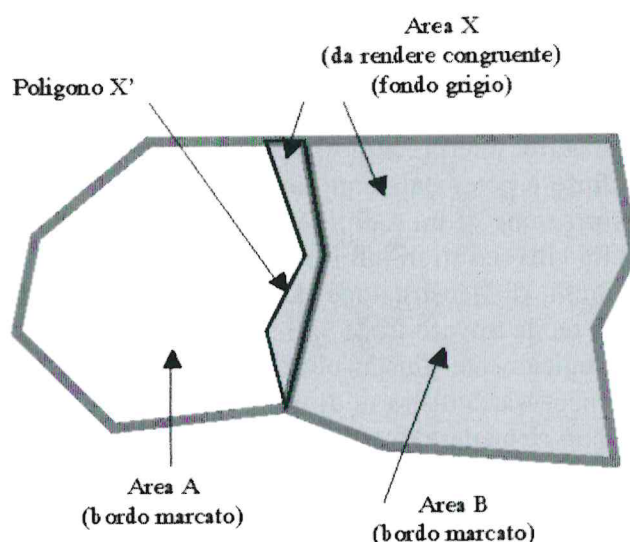


Figura 9.2 – Meccanismo dell'area di scarto

Sempre con riferimento alla Figura 9.2, la decisione da prendere riguarda il poligono X', se cioè esso va considerato come costituente il poligono X o se deve essere semplicemente eliminato:

- se esso è di dimensioni relativamente grandi (cioè non può essere considerato uno sliver polygon) la sua presenza non viene messa in dubbio;
- se invece esso è geometricamente uno sliver polygon, l'imposizione di congruenza rende indispensabile la sua eliminazione se è ragionevole, sulla base del significato tematico dell'area X e dello strato, che il bordo sinistro del poligono X coincida con l'arco che separa i due poligoni.

In generale, questa metodologia può anche essere adottata in caso di creazione ex novo di un dato: in

questo caso non ci sarà da effettuare un confronto fra un'area e la base di riferimento per decidere se questa sia congruente o meno, ma ci sarà unicamente, quando possibile, da prendere la base di riferimento e accorpare fra loro gli elementi areali per costituire il nuovo poligono. Da un punto di vista metodologico questo approccio prevede perciò la sovrapposizione fra strati diversi della base di riferimento per creare uno strato informativo che deve poi essere editato; la sessione di editing procede tipicamente tramite selezione e accorpamento delle aree. È interessante notare come questo tipo di metodologia non cambi sia se si deve creare un dato ex novo sia se si deve modificare il dato: infatti nel primo caso la sovrapposizione avverrà solo fra gli strati che costituiscono la base di riferimento, nel secondo caso a questi verrà aggiunto anche lo strato da modificare; la procedura che si adotta in seguito è uguale per entrambi questi strati.

Strumenti Interattivi Standard

Sia in ArcView3 che in Arc/Info7 è possibile, con funzioni e modalità diverse, utilizzare questa metodologia con gli strumenti base.

- *ArcView3*. A partire da ArcView 3.1 è possibile disporre di due operatori di sovrapposizione dei dati (Union e Intersect) presenti all'interno dell'estensione Geoprocessing. A questi due comandi, leggermente differenti fra loro per quanto riguarda l'estensione geografica del dato di output, ne può essere aggiunto un terzo (Identity) se si utilizza l'estensione Xtools, estensione che non viene fornita con la versione standard di ArcView dalla ESRI ma che si trova in versione «free» sulla rete sul sito dell'Oregon Department of Forestry americano. Una volta sovrapposti gli opportuni strati informativi si può procedere interattivamente con la selezione delle aree dello strato ottenuto ed il conseguente accorpamento tramite il comando «Union features». Uno dei problemi noti che si possono riscontrare in ArcView è quello di non distinguere bene un elemento selezionato quando lo strato informativo è in editing: questo aspetto può comportare conseguenze fastidiose perché l'utente può facilmente confondersi e accorpare fra loro elementi diversi da quelli voluti (esiste sempre il comando UNDO per tornare indietro). Un limite più importante di ArcView in versione base riguarda la parte tabellare: non

esiste infatti alcuno strumento di base per copiare i valori di un record dentro un altro, che è uno degli aspetti fondamentali di questa metodologia; infatti è indispensabile, prima di accorpare gli elementi, stabilire di quale elemento si dovranno conservare gli attributi.

- *Arc/Info7*. In ambiente Arc/Info7 esistono vari operatori (Identity, Union e Intersect) da poter utilizzare per le operazioni di sovrapposizione geografica. È poi possibile operare in ambiente Arc-Edit per accorpare fra loro le aree (comando Merge), anche se bisogna destreggiarsi fra le funzioni base per copiare tutti i valori di un record dentro un altro record. Il limite di Arc/Info, come già accennato precedentemente, risiede unicamente nelle sue modalità di fruizione, non certo molto «amichevoli».

Strumenti Interattivi «ad hoc»

A partire dalle esigenze riscontrate per questa metodologia, sono state realizzate apposite procedure e funzioni nei due ambienti ArcView e Arc/Info.

- *ArcView3*. Sono state introdotte, all'interno dell'estensione Editing Tools, le funzionalità di selezione e accorpamento rapido degli elementi, senza essere obbligati ad avere il dato in editing (in maniera tale da visualizzare bene gli elementi che devono essere accorpati) e di copia attributi fra elementi appartenenti a strati diversi (in maniera tale da poter rapidamente riportare all'interno di un'area ottenuta da un accorpamento i valori originali).
- *Arc/Info7*. Come già effettuato per l'approccio lineare sono stati approntati in AML degli appositi menu per la fruizione rapida di queste funzionalità di accorpamento aree e copia di attributi.

Strumenti Procedurali

Uno strumento automatico basato sul meccanismo delle aree di scarto si dovrebbe basare sull'overlay di vari elementi geografici (gli elementi utili della base di riferimento ed eventualmente gli elementi dello strato da correggere) e sul conseguente controllo semantico della tabella degli attributi ottenuta. Sia ArcView che Arc/Info hanno le funzioni disponibili a supportare questa metodologia, ma l'attenzione in questo caso va spostata dall'aspetto tecnico a quello semantico. In caso di overlay fra molti strati informativi anche l'esperto disciplinare si potreb-

be trovare innanzi ad una serie di casistiche (dimensione di un'area, da che strati sovrapposti proviene quest'area e a quali altre aree sia contigua) non sempre risolvibili. Per questo motivo, anche se il metodo è piuttosto semplice, lo riteniamo difficilmente usabile in automatico soprattutto per casi complessi, ove le casistiche sono molto elevate. Il metodo dell'analisi semantica della tabella funziona molto bene per derivare carte (ad esempio se vogliamo ottenere una carta pedologica da una dell'uso del suolo) ma qui stiamo entrando in un concetto diverso e più semplice di quello della congruenza.

9.2.3. Confronto tra le metodologie

Come riportato, i due approcci lineare (meccanismo del confronto tra linee) e poligonale (meccanismo dell'area di scarto), una volta create le opportune funzionalità, sono facilmente sfruttabili in entrambi gli ambienti Arc/Info e ArcView; la velocità di correzione o di creazione di un dato è piuttosto alta in caso di approccio poligonale e media in caso di approccio lineare.

La metodologia poligonale può essere sfruttata unicamente quando lo strato informativo da creare o modificare è di tipo poligonale. Ricordiamo che questa metodologia sfrutta il concetto che un'area dello strato da creare o modificare possa essere ottenuta selezionando e accorpendo fra loro un insieme di poligoni più piccoli venutisi a creare dalla sovrapposizione dei vari strati informativi che costituiscono la base di riferimento ed, eventualmente, lo strato da modificare, come illustrato in Figura 9.3. La metodologia poligonale ha il pregio, oltre ad essere molto semplice e veloce, di essere molto efficace soprattutto quando lo strato da creare o correggere è costituito per la maggior parte da elementi della base di riferimento, ovvero quando maggiormente è richiesta congruenza geometrica.

Uno dei limiti di questa metodologia risiede nella definizione topologica di poligono: nell'esempio schematico riportato in Figura 9.4 si nota come gli

archi tratteggiati, che sono «archi appesi», visibili in una coverage di tipo lineare, scompaiano nella stessa coverage con topologia poligonale, perché non «chiudono» elementi poligonali; questo comporta che possano mancare elementi di riferimento utili per il disegno di un nuovo strato informativo o la modifica di uno esistente.

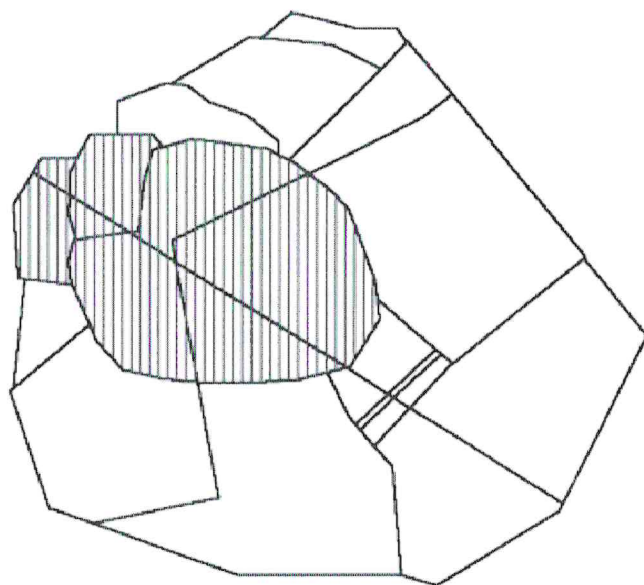


Figura 9.3 – L'area tratteggiata del dato da creare è ottenuta dall'accorpamento di varie aree della base di riferimento

È da notare il fatto che, anche se non si vedono nella topologia poligonale, gli archi appesi esistono e vengono memorizzati e visualizzati nella topologia lineare della stessa coverage. L'ottica in cui agisce l'approccio poligonale è un'ottica di selezione rapida e accorpamento di poligoni (la selezione è rapida perché poco accurata, basta un click in una parte qualsiasi dell'area), mentre quella lineare è un'ottica di selezione molto accurata (infatti si arriva alla selezione del singolo vertice) e di sostituzione di parti di linee. Abbiamo già detto che, per sua natura, l'approccio poligonale si applica solo a dati di tipo poligonale; nel caso quindi che lo strato da creare o da correggere sia di tipo lineare bisogna ricorrere all'approccio lineare; nel caso che lo strato da creare

Tabella 9.1 – Schema sintetico di confronto tra le metodologie

Approccio	Ambiente	Velocità di correzione	Tipologia del dato da creare/modificare
Lineare	ArcView e Arc/Info	Media	Lineare/Poligonale
Poligonale	ArcView e Arc/Info	Alta	Poligonale

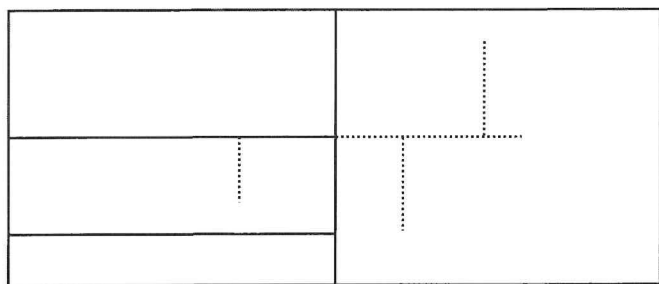


Figura 9.4 – Esempio di scomparsa di archi in una coverage poligonale

o variare sia di tipo poligonale, la scelta dell'approccio può sembrare dettata dalla geometria del dato che deve essere creato o modificato: nel caso che il dato sia facilmente ottenibile dagli elementi della base di riferimento al quale deve essere congruente, sembrerebbe meglio utilizzare l'approccio poligonale, in caso contrario sembrerebbe meglio utilizzare subito quello lineare. In ultima analisi va subito detto che un approccio solo poligonale non è sufficiente per rendere congruente uno strato con la base: è praticamente impossibile infatti che tutti e solo i bordi degli elementi poligonalici dello strato della base di riferimento possano costituire lo strato informativo da correggere o da costruire ex novo; ciò significa che l'approccio da adottare quasi sempre dovrà essere un approccio misto. Questo approccio può avvenire in due modi:

- adottare prima l'approccio poligonale, tralasciando i bordi che non possono essere corretti, e in un secondo tempo adottare l'approccio lineare;
- adottare contemporaneamente i due approcci alternandone l'uso a seconda dell'esigenza.

9.2.4. Approccio a priori o a posteriori?

L'imposizione di congruenza sui dati può avvenire in due momenti: «a priori», cioè in fase di creazione di un nuovo dato, che quindi nasce già congruente con la base di riferimento, e «a posteriori», cioè quando il dato già esiste e occorre attivare una fase di correzione per renderlo congruente con la base. Le operazioni che l'operatore è chiamato a compiere possono a loro volta seguire una logica di interazione o una logica procedurale. Sono possibili i seguenti casi: congruenza «a priori» con logica interattiva; congruenza «a posteriori» con logica interattiva; congruenza «a posteriori» con logica procedurale.

Considerando un approccio diverso per le primitive lineari e areali, la situazione è descrivibile come in Tabella 9.2.

Si è già visto come la logica procedurale non abbia portato a risultati positivi; fissiamo quindi l'attenzione sulla logica interattiva. Supponiamo di avere un dato molto malridotto da rendere congruente con la base di riferimento e cerchiamo di stabilire se convenga modificarlo o se convenga ridisegnarlo da capo. Abbiamo quattro casi.

1. Il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base.

Siamo nella migliore condizione per adottare la metodologia più rapida: quella con approccio poligonale.

Dobbiamo stabilire se ridisegnare ex novo il dato appoggiandoci sugli elementi della base di riferimento oppure utilizzare il dato che abbiamo a disposizione e modificarlo; nel primo caso si creerà uno strato informativo da editare composto da tutti e soli gli elementi ritenuti utili della base di riferi-

Tabella 9.2 – Sintesi degli approcci possibili e indicazione dei relativi strumenti

	Approccio «a priori» (acquisizione di nuovi dati)	Approccio «a posteriori» (correzione di dati esistenti)	
	Logica interattiva	Logica interattiva	Logica procedurale
Linee	Strumenti di editing grafico operativi su elementi lineari supportati da implementazione di nuove funzioni	Strumenti di editing grafico operativi su elementi lineari supportati da implementazione di nuove funzioni	Strumenti di modifica grafica automatica (snap)
Aree	Strumenti di composizione interattiva di poligoni combinati con strumenti di editing lineare	Strumenti di composizione interattiva di poligoni combinati con strumenti di editing lineare	Strumenti di modifica grafica automatica (snap) Overlay topologico e controllo di congruenze semantiche sui poligoni risultanti

mento, nel secondo caso a questi elementi si aggiungerà il dato da modificare. Nel caso di modifica abbiamo più poligoni da accorpare (c'è il dato di partenza in più) rispetto ad un dato costituito dai soli elementi della base; in compenso, nel caso di tratti di aree che non si appoggiano da nessuna parte, questi sono già a disposizione nel dato e non devono essere ricopiati in un secondo momento. Inoltre in un approccio di modifica possiamo, con piccole accortezze (ad esempio, il primo poligono selezionato è quello significativo), mantenere tutte le informazioni tabellari, senza dover di nuovo codificare la bancadati in un secondo tempo. Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza.

2. Il dato è poligonale e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base.

La metodologia con approccio areale è poco efficiente. Conviene adottare una metodologia mista accorpando i poligoni congruenti con la base per quanto possibile e, in seguito, sistemare le poche linee che rimangono o adottare direttamente la metodologia lineare. Creare ex novo lo strato è sicuramente perdente perché implica un ridisegno quasi completo del dato e una nuova codifica nella parte tabellare. Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza.

3. Il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare molto sulla base.

Questo è il caso più critico per stabilire una preferenza di approccio a priori o a posteriori; partiamo col dire che possiamo solo usare la metodologia lineare. Se decidiamo di riutilizzare lo strato di partenza dovremo fare molto «editing» di dettaglio, con selezioni di vertici e copia di elementi; anche se le funzioni implementate aiutano molto è un processo non veloce. D'altro canto, se decidiamo di ridisegnare da capo il dato, perdiamo totalmente la parte degli attributi ed il prezzo minimo da pagare è una nuova codifica. Se quindi avessimo da correggere un dato che ha solo la parte geometrica non ci sarebbero dubbi nell'adottare il ridisegno ex novo dello strato, ridisegno che avverrebbe più che altro con la selezione e lo spezzamento di elementi dalla base cartografica e la copia sul nuovo tema (operazioni abbastanza rapide). Come si vede la parte tabellare è decisiva nella scelta dell'approccio, tanto più che è stata creata una funzione di rapida copia dei valori di un elemento di uno strato informativo in un altro strato informativo che sveltisce e risolve abbastanza

bene questo problema. Un altro criterio di scelta deve però essere valutato sulla geometria del dato: nell'esempio riportato, per una migliore classificazione del problema, abbiamo estremizzato il caso di studio (il dato di partenza è qui supposto molto mal messo nei confronti della base con cui deve essere invece molto congruente). Se le cose stessero solo così, converrebbe adottare il ridisegno, se il dato invece fosse già abbastanza congruente con la base bisognerebbe fare altre valutazioni basate magari sulla percentuale di vertici congruenti, sul numero di elementi da modificare ecc. Metodo migliore: ridisegno ex novo nel caso estremo, da valutare in altri casi.

4. Il dato è lineare e geometricamente si deve appoggiare poco sulla base.

Come per il caso poligonale, la poca congruenza richiesta con la base di riferimento decide l'approccio che è quello di sfruttare l'esistente. La metodologia è ovviamente lineare. Metodo migliore: sfruttare il dato di partenza.

Il risultato di queste casistiche è piuttosto chiaro: difficilmente, se abbiamo a disposizione uno strato informativo da correggere, sarà utile ridisegnarlo ex novo; l'informazione geometrica e tabellare, anche se imperfetta, di uno strato informativo è preziosa e alcune volte indispensabile per renderlo maggiormente congruente con la base.

9.2.5. La Schiacciata

Col termine generico di Schiacciata chiamiamo un serbatoio di geometrie elementari (lineari e/o poligonali) che viene opportunamente costruito a partire dai dati della base cartografica di riferimento e, in alcuni casi, anche a partire dal dato da modificare. La creazione di una Schiacciata è una buona soluzione operativa per realizzare un strato che riporti tutte e sole le informazioni che possono essere utili per le funzioni di SNAP, per le funzioni di taglia ed incolla di linee e per le funzioni di copia di elementi (quindi per usarla come serbatoio di geometrie e di attributi). Il lavoro di creazione di una Schiacciata è molto importante ed è preventivo rispetto alla fase di editing e modifica di un dato. Qui di seguito esporremo le diverse tipologie di Schiacciata, l'ambiente giusto (Arc/Info o ArcView) in cui crearla ed i problemi che si possono incontrare nella creazione di uno strato del genere.

Modalità di creazione della Schiacciata

Se lo strato informativo da correggere è lineare la Schiacciata da creare è utile che abbia solo topologia lineare; se il dato da modificare è poligonale è sempre bene creare la Schiacciata con topologia sia lineare che poligonale. Come accennato altre volte la parte poligonale della Schiacciata può essere usata per aggregare fra loro i poligoni, mentre la parte lineare può essere usata per le operazioni di ritaglio, SNAP e copia linee.

- *ArcView3*. Abbiamo a disposizione due strumenti diversi, uno standard ed uno no, per unire vari strati informativi. Il primo strumento ci viene dalla funzione MERGE presente in ArcView nell'estensione Geoprocessing Wizard fornita col programma base. La MERGE di ArcView ha qualche comportamento non ortodosso quando si trova in presenza di elementi poligonali multipart (come possono essere, ad esempio, le Region di Arc/Info); questo comporta che non sia da considerarsi uno strumento molto idoneo per creare la Schiacciata. Uno strumento che non ha questi problemi ma, come accennato, meno standard è la MERGE presente, sempre in ambiente ArcView, all'interno dell'estensione Xtools; questa estensione non viene fornita dalla ESRI col programma base ma si trova in versione libera sulla rete ed è fornita dall'«Oregon Department of Forestry» americano. Tra gli utilizzatori usuali di ArcView questa estensione è molto diffusa poiché contiene, oltre alla MERGE, molte altre funzioni utili. Facciamo riferimento quindi a questa MERGE come l'eventuale funzione da usare in ArcView per la creazione della Schiacciata.
- *Arc/Info7*. I comandi APPEND e MAPJOIN di Arc/Info7 servono ad unire fra loro vari strati informativi. La differenza fra questi due comandi risiede nel fatto che la MAPJOIN è indirizzata unicamente verso le feature poligonali e ricostruisce automaticamente la topologia (con una CLEAN di cui si controlla male la tolleranza) dopo aver attaccato gli elementi provenienti da strati diversi. Preferiamo quindi usare l'APPEND perché, anche se meno completa, ha la possibilità di operare sulle feature lineari e, non effettuando una CLEAN automatica, crea uno strato informativo intermedio che può essere utile mantenere.
- *Confronto fra ArcView e Arc/Info*. Proviamo a fare un rapido confronto fra la MERGE di Xtools

con l'APPEND di Arc/Info, considerando che la Schiacciata deve essere innanzitutto creata con topologia lineare. Il dato che otteniamo usando i due comandi a partire da dati lineari è moderatamente sfruttabile: infatti sia la MERGE che l'APPEND creano uno strato senza nodi nei punti di intersezione fra i vari elementi lineari provenienti da strati diversi (i nodi agli incroci li troviamo unicamente per quegli elementi che provengono dalla stessa fonte, perché originariamente avevano già archi spezzati); non abbiamo quindi un serbatoio di geometrie assolutamente elementari ma il dato ci può servire (lo vedremo in seguito) perché conserva tutti gli elementi degli strati di partenza. Le potenzialità di ArcView si esauriscono qui perché non è possibile, con gli strumenti messi a disposizione anche con Xtools, creare elementi spezzati. Per ottenere le intersezioni su tutti gli archi dello strato ottenuto è necessario usare il comando CLEAN di Arc/Info (dei potenziali problemi di CLEAN ne parliamo in maniera più esplicita in seguito). Con l'uso della CLEAN, con opzione line, si ottiene la Schiacciata lineare con le geometrie elementari. Quindi l'ambiente di creazione ottimale della Schiacciata è Arc/Info, poiché ArcView si limita a creare una Schiacciata non completamente segmentata e bisognerebbe poi passare lo strato ad Arc/Info perché questo, dopo averlo convertito in coverage, lo possa spezzare: tanto vale quindi fare tutte le operazioni in Arc/Info.

Tipologie di Schiacciata

Nel caso in cui il dato da correggere o da creare sia lineare vanno create due tipologie di Schiacciata lineare: la prima in ordine temporale è la *Sc_Line_Full* che contiene tutti gli elementi provenienti dai dati della base di riferimento: questa Schiacciata non avrà i nodi nei punti di incrocio fra questi elementi, poiché derivata da una APPEND di Arc/Info; la seconda tipologia di Schiacciata è la *Sc_Line*, ottenuta col comando CLEAN da quella precedente: questa Schiacciata contiene i veri serbatoi di geometrie elementari poiché ha tutti gli archi spezzati agli incroci ma ha perso sicuramente qualche arco² (e quindi gli attributi). È da notare che

² Il comando CLEAN accorpa fra loro elementi che sono più vicini della tolleranza impostata. Per questo se abbiamo una serie di linee sovrapposte, effettuata la CLEAN, ne otterremo una sola e avremo perdita di informazione.

per una metodologia del confronto fra linee, anche in caso di approccio a posteriori, non è necessario né conveniente che il dato da modificare faccia parte della Schiacciata, poiché si procederà con ritagli e copia di elementi. Le due Schiacciate create sono sufficienti secondo i dettami della metodologia impostata per la correzione di un dato lineare. Nel caso che il dato da correggere sia poligonale, con l'uso dei comandi BUILD e CREATELABELS è invece necessario creare anche la topologia poligonale per la Sc_Line (la chiameremo *Sc_LinePoly*); in questo caso la Sc_Line può essere eliminata poiché sottoinsieme della Sc_LinePoly. Per la metodologia poligonale ripartiamo quindi dalle seguenti due schiacciate: la Sc_Line_Full e la Sc_LinePoly. Se viene adottato un approccio di riutilizzo del dato di partenza (*Dato_Part*), la metodologia implementata sui dati poligonal richiede che Dato_Part faccia parte della Schiacciata: è quindi necessario aggiungere questo dato agli altri già presenti; si suggerisce di effettuare una nuova APPEND, CLEAN e BUILD a partire dai dati di base e non di effettuare la APPEND fra la Sc_LinePoly e Dato_Part: questo per evitare di effettuare più CLEAN per uno strato che deve essere quello di riferimento geometrico: chiameremo questa nuova Schiacciata *Sc_DP_LinePoly*.

Bisogna tuttavia tenere presenti i potenziali problemi che l'uso del comando CLEAN può provocare all'interno della Schiacciata. Questo comando vuole impostata una misura, la fuzzy tolerance, che indica la massima distanza entro la quale due vertici vengono accorpati fra loro: il comando CLEAN quindi può variare la geometria del dato, cosa potenzialmente pericolosa per uno strato che deve essere quello di riferimento geometrico; la fuzzy tolerance non può essere impostata a zero ma può essere impostata in misura talmente piccola da non costituire un reale problema: sono stati confrontati fra loro i vertici della Schiacciata prima e dopo la CLEAN e, a parte i vertici nuovi venutisi a creare, non è stata riscontrata alcuna differenza. Inoltre solitamente si considera l'errore grafico fra 0,2 e 0,3 mm, che riportato, ad esempio, su una scala 1:25.000 vuol dire che potremmo impostare la fuzzy tolerance fra 5 e 7,5 metri. Abbiamo impostato la fuzzy tolerance a 1 mm reale per una carta che è a scala 1:10.000: siamo perciò ben al di sotto della minima distanza da impostare (2 metri) convenzionalmente usata come misura di erro-

re accettabile; ciò vuol dire che anche nel rarissimo caso che due vertici siano più vicini fra loro di 1 mm e che quindi uno dei due venga spostato, l'errore ottenuto sarebbe ben due ordini al di sotto del limite accettabile; in ogni caso si può impostare ed è utile farlo, la fuzzy tolerance anche al di sotto del millimetro. In ogni caso sul dato Schiacciata conviene limitare al minimo il numero di CLEAN o di altre funzioni che abbiano questa stessa conseguenza. Supponiamo infine che ci siano due linee perfettamente sovrapposte provenienti da dati diversi. Queste linee, quando viene effettuata un'APPEND, rimangono distinte, ma dopo la CLEAN diventano obbligatoriamente una sola: è impossibile, in questo caso, mantenere tutte le informazioni relative al dato di provenienza all'interno del dato ottenuto dopo la CLEAN; per questo motivo è utile avere a disposizione anche il dato Sc_Line_Full che mantiene invece inalterate le informazioni relative al dato di provenienza per tutti gli elementi.

Un'ultima tipologia di Schiacciata che può essere utile avere a disposizione anche per la modifica di un dato lineare è quella creata a partire dai soli strati poligonal di input che sono adiacenti e senza sovrapposizioni, in modo da costituire quello che viene chiamato in bibliografia un Full Planar Graph (FPG). Lo strato in questione nasce già quindi come base poligonale e può essere usato sia in fase di visualizzazione di sfondo (con opportuna simbologia), sia come serbatoio di intere entità poligonal e sia come dato per elaborazioni successive: lo sfrutteremo eventualmente per riportare all'interno di ogni arco della Sc_LinePoly o della Sc_DP_LinePoly informazioni relative al poligono destro e sinistro del FPG. Per ottenere questo strato può anche essere usata la Merge di Xtools: su elementi poligonal la Merge di Xtools evita di dover effettuare una CLEAN: se due poligoni si sovrappongono (caso non contemplato nel FPG) la Merge mantiene entrambi gli elementi con l'estensione iniziale, ovvero sfrutta la non topologia del dato Shape: ricordiamo che lo scotto da pagare è quello di riconvertire il dato da shape a coverage; nello schema operativo preferiamo creare questo dato in Arc/Info. Alla fine avremo:

- per la correzione di un dato poligonale, i seguenti strati Schiacciata: Sc_Line_Full, Sc_LinePoly o Sc_DP_LinePoly, ed eventualmente il FPG;

Tabella 9.3 – Tipologie di Schiacciata in funzione del tipo di approccio e del tipo geometrico

Logica Interattiva	Approccio a priori	Approccio a posteriori
Linee	Schiacciata costituita da strati della base di riferimento	Schiacciata costituita da strati della base di riferimento Si copiano spezzate della Schiacciata sul dato da modificare
Poligoni	Schiacciata costituita da strati della base di riferimento	Schiacciata costituita da strati della base di riferimento e dal dato da modificare

- per la correzione di un dato lineare i seguenti strati Schiacciata: Sc_Line_Full, Sc_Line ed eventualmente il FPG.

Schemi di procedure per la creazione delle Schiacciate

Si forniscono i seguenti tre schemi generici (Figure 9.5-9.7) per la creazione delle Schiacciate assumendo che possono essere, a seconda di casi specifici, complicati o semplificati ulteriormente. Potrebbe es-

sere, ad esempio, utile, in caso di modifica di uno strato, creare una zona di rispetto di X metri attorno agli elementi da modificare, data X la massima tolleranza stabilita per la modifica di un elemento: questo strato può essere usato sia come sfondo sia per avere a disposizione una Schiacciata molto più leggera di quella comprendente tutti gli elementi. Se i dati di partenza debordano oltre il confine geografico in cui il dato da correggere opera dovrà essere anche effettuata una *Clip* (ritaglio) sui dati ottenuti.

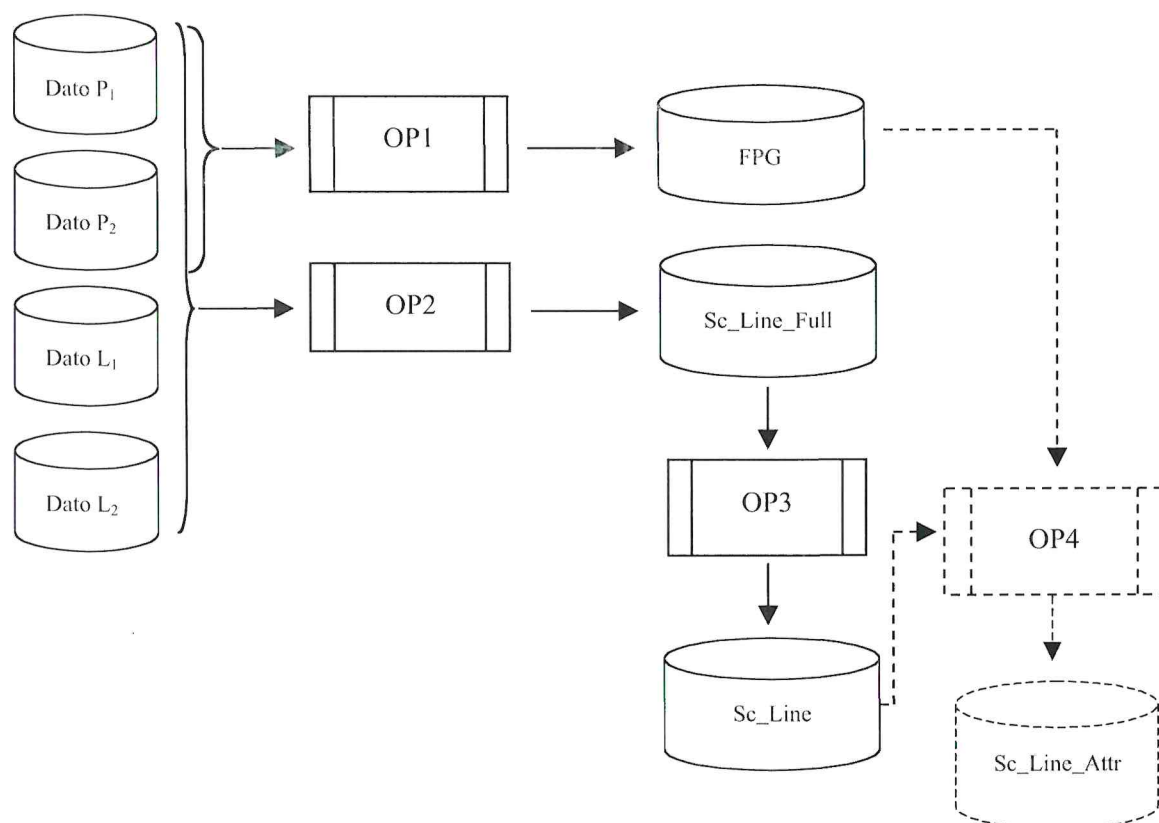


Figura 9.5 – Schema di procedura per la creazione delle Schiacciate in caso di correzione/creazione di un dato lineare

Dato P_n : strato poligonale della base di riferimento.

Dato L_n : strato lineare della base di riferimento.

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: Schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza; le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengano le linee.

Sc_Line: Schiacciata lineare contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la Schiacciata da usare come serbatoio di geometrie elementari.

Sc_Line_Attr: Schiacciata lineare contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG. Eventualmente da usare al posto di Sc_Line.

OP1: *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti; si crea il Full Planar Graph.

OP2: *Append* lineare; si crea la Schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.

OP3: *Clean* lineare; si crea la Schiacciata lineare mancante di alcuni archi sovrapposti agli altri ma con i nodi agli incroci.

OP4: *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi *lpoly#* e *rpoly#* con *FPG#*; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

L'ultima operazione è stata segnata appositamente con linee tratteggiate perché non la riteniamo indispensabile ed è di nuovo potenzialmente pericolosa: serve per inserire, all'interno di ogni arco della Schiacciata, l'informazione del poligono destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph; questa informazione può leggermente facilitare il compito dell'operatore ma non è fondamentale: infatti ricordiamo che questa informazione è sempre disponibile nel Full Planar Graph che può essere in ogni momento interrogato o che può fare da sfondo con un'opportuna legenda. Se comunque si vogliono portare questi dati all'interno della Schiacciata è indispensabile usare l'IDENTITY; questo è uno dei comandi di Overlay di Arc/Info che, come la CLEAN, usano obbligatoriamente una *fuzzy tolerance*. Il dato finale (*Sc_Line_Attr*) subisce quindi due operazioni che comportano un possibile spostamento di archi.

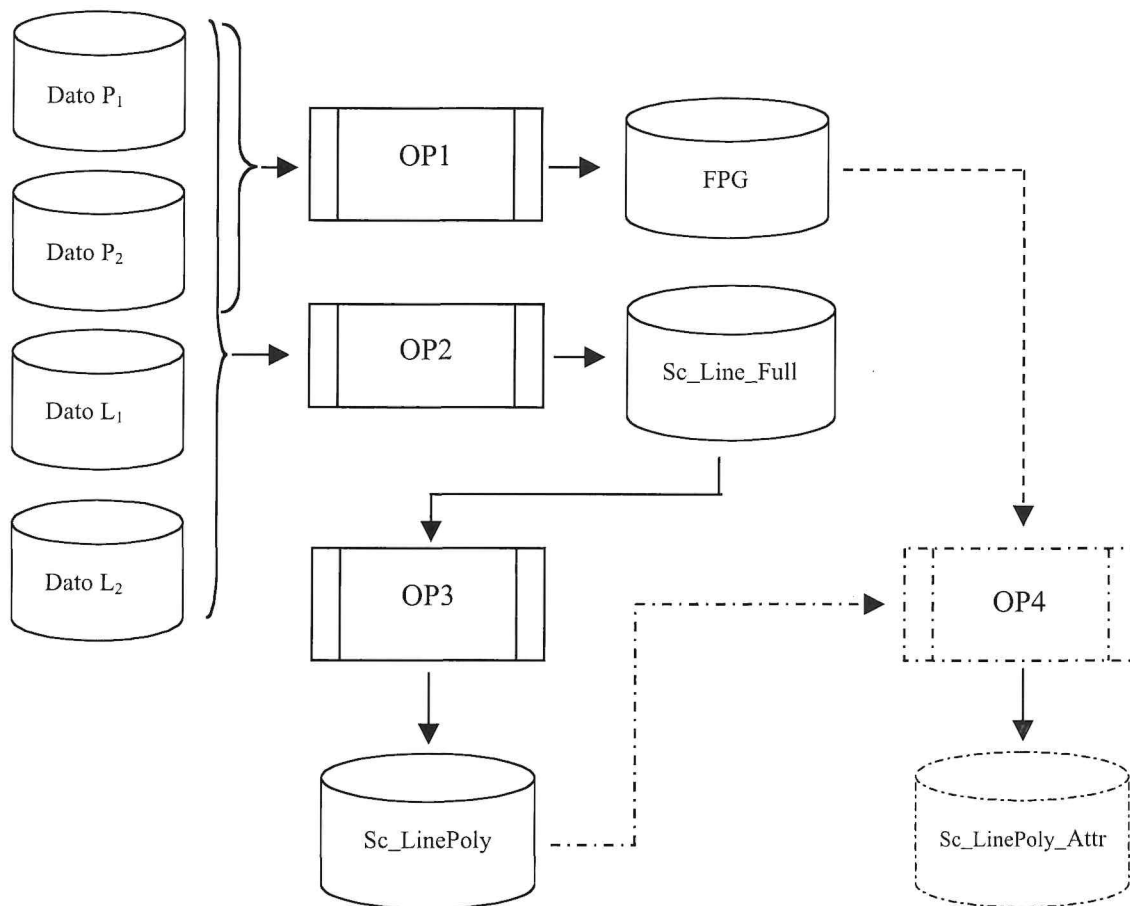


Figura 9.6 – Schema di procedura per la creazione delle Schiacciate in caso di creazione di un dato poligonale

Dato P_n : strato poligonale della base di riferimento.

Dato L_n : strato lineare della base di riferimento.

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: Schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza: le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengano le linee.

Sc_LinePoly: Schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la Schiacciata da usare direttamente in editing come serbatoio di geometrie elementari sia lineari che poligonali.

Sc_LinePoly_Attr: Schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG. Eventualmente da usare al posto di Sc_LinePoly.

OP1: *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti; si crea il Full Planar Graph.

OP2: *Append* lineare; si crea la Schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.

OP3: *Clean* lineare seguita da *Build* poligonale, da *Createlabels* (per inserire le etichette ai poligoni) e nuova *Build* poligonale.

OP4: *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi *lpoly#* e *rpoly#* con *FPG#*; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

Anche in questo caso l'operazione 4 è facoltativa.

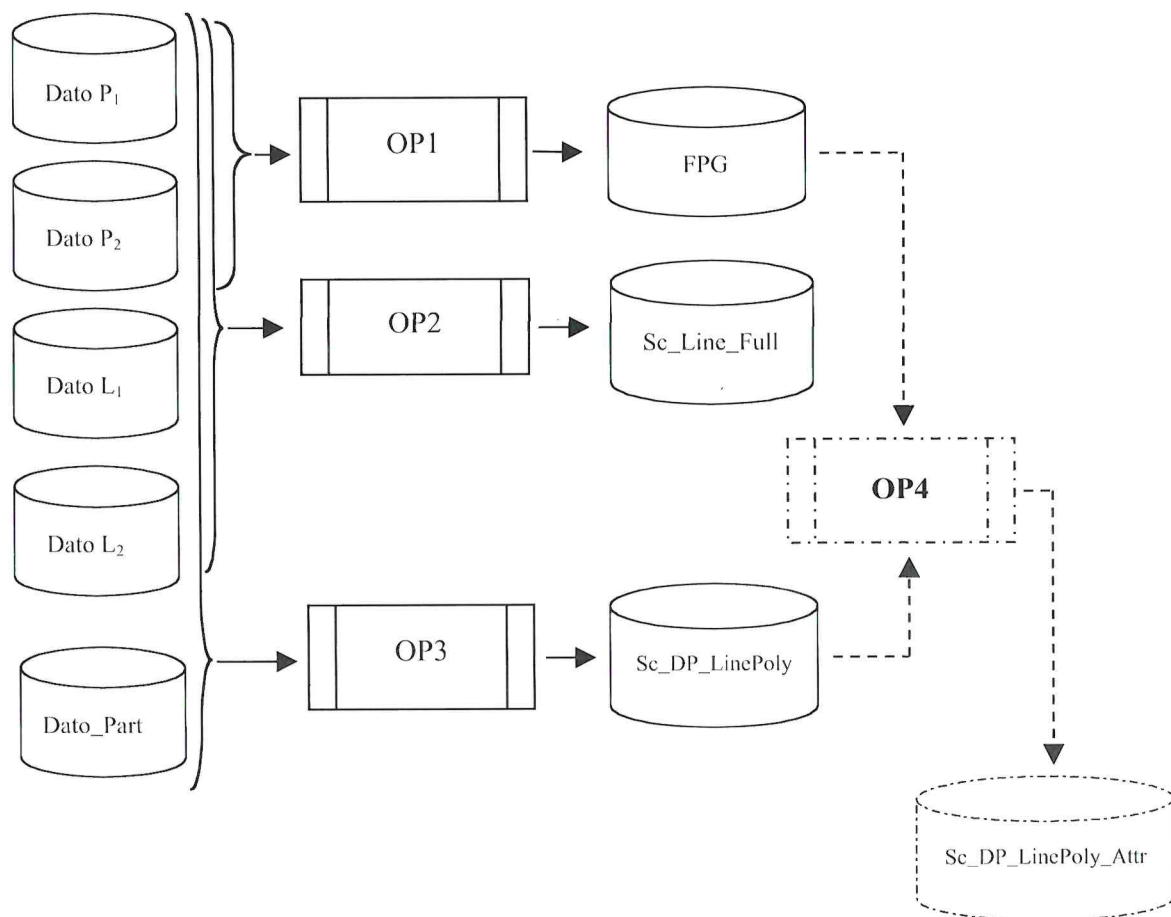


Figura 9.7 – Schema di procedura per la creazione delle Schiacciate in caso di correzione di un dato poligonale

Dato P_n : strato poligonale della base di riferimento.

Dato L_n : strato lineare della base di riferimento.

Dato_Part: strato da correggere.

FPG: Full Planar Graph. Questo dato può essere messo come sfondo con un'opportuna legenda; può servire anche per una rapida interrogazione degli attributi dei poligoni.

Sc_Line_Full: Schiacciata lineare contenente tutti gli strati scelti appartenenti alla base con le informazioni, per ogni linea, dello strato di provenienza: le linee non sono tutte spezzate agli incroci. Questo dato può essere usato per capire, tramite interrogazione o legenda, da quali strati provengano le linee.

Sc_DP_LinePoly: Schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base e lo strato da modificare. Le linee sono tutte spezzate agli incroci. Questa è la Schiacciata da usare direttamente in editing come serbatoio di geometrie elementari sia lineari che poligonali.

Sc_DP_LinePoly_Attr: Schiacciata lineare e poligonale contenente gli strati scelti appartenenti alla base e lo strato da modificare. Le linee sono tutte spezzate agli incroci; ogni arco contiene l'informazione del poligono destro e sinistro del FPG. Eventualmente da usare al posto di Sc_DP_LinePoly.

OP1: *Append* poligonale e *Clean* poligonale a partire dai dati poligonali non sovrapposti della base; si crea il Full Planar Graph.

OP2: *Append* lineare; si crea la Schiacciata lineare completa di tutti gli archi di cui la maggior parte non spezzati.

OP3: *Append* lineare fra gli strati scelti della base e lo strato da modificare seguita da *Clean* lineare seguita da *Build* poligonale, da *Createlabels* (per inserire le etichette ai poligoni) e nuova *Build* poligonale.

OP4: *Identity* lineare seguita da 2 *Joinitem* fra i campi *lpoly#* e *rpoly#* con *FPG#*; vengono inseriti all'interno di ogni arco della Schiacciata i codici dei poligoni destro e sinistro provenienti dal Full Planar Graph.

Anche in questo caso l'operazione 4 è facoltativa.

9.3. Valutazione automatica della congruenza di un dato rispetto ad una base di riferimento

Si affronta il problema di come, attraverso procedure di valutazione di congruenza appositamente create, sia possibile verificare qualitativamente la congruenza di un dato geografico rispetto ad una base di riferimento. La valutazione si basa sul *confronto geometrico* tra il dato da controllare e la base di riferimento e sulla *verifica semantica degli attributi* del dato da controllare.

9.3.1. Congruenza geometrica

Il grado di congruenza geometrica tra una base cartografica e quella di riferimento si misura in funzione della quantità della parte coincidente della geometria della prima base con quella della seconda. Sono state impostate due procedure per il controllo della congruenza geometrica:

- la prima procedura si basa sul confronto dei vertici tra la base (la Schiacciata, ad esempio) e il dato da controllare;
- la seconda si basa invece sull'analisi del dato ottenuto dalla sovrapposizione fra la base ed il dato da verificare.

Le due procedure possono essere applicate sia a dati lineari che a dati poligonali. Nessuna delle due procedure è infallibile: i risultati che forniscono sono sostanzialmente esatti anche se, in alcuni casi, segnalati di seguito, vengono rilevati errori ove non ci sono e viceversa.

Statistiche sui vertici

La procedura implementa la misura della congruenza geometrica specializzando l'approccio della misura della geometria elementare coincidente, opera cioè a livello di vertici e segmenti; infatti viene valutata e misurata in valore assoluto e percentuale la quantità dei vertici coincidenti fra due strati informativi, intendendo come coincidenti i vertici che, all'interno di una tolleranza definita, coincidono fra i due strati o i vertici di uno strato che si sovrappongono ai segmenti dell'altro. Operativamente essa agisce in ambiente Arc/Info come segue.

Accetta come parametri il nome dello strato da controllare (*Strato*), il nome della Schiacciata come unico livello di controllo (*Base*) e il nome della cover di output (*Risultato*).

Crea uno strato puntuale (*Strato_p*) con tutti i vertici di Strato con opportuna tabella di attributi.

Effettua il comando NEAR fra Strato_p e Base: il comando Near trova per ogni vertice dello Strato_p qual è il segmento più vicino della Base e la relativa distanza in metri: queste informazioni vengono inserite nella .PAT di Strato_p.

Seleziona, conta e considera congruenti geometricamente i vertici cui sia stata associata una distanza minima (es: $\leq 0,00001$ m), cioè quelli coincidenti.

Seleziona ed estrae nella cover Risultato i vertici non coincidenti ma con distanza inferiore alla tolleranza specificata.

Scrivi il risultato dei suddetti conteggi in un file di testo (Risultato.txt).

In questa maniera l'operatore può ottenere due tipologie di risultati: il primo, quantitativo, deriva dall'analisi del file di testo ottenuto al punto 6; il secondo, qualitativo, deriva dall'analisi dello strato informativo ottenuto al punto 5. La procedura non riesce a risolvere due casi: il primo non segnalando un tipo di errore, il secondo segnalando un errore che non sussiste.

Il primo caso è documentato in Figura 9.8.

Lo Strato (linea continua) non dispone di un numero sufficiente di vertici per segnalare la discre-

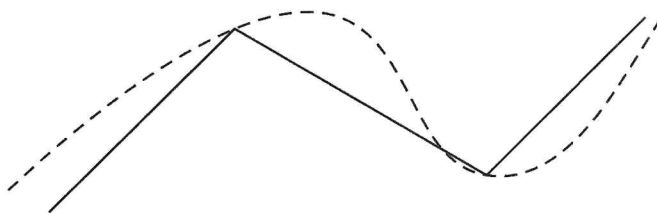


Figura 9.8 – Caso di errore non segnalato con dato incongruente

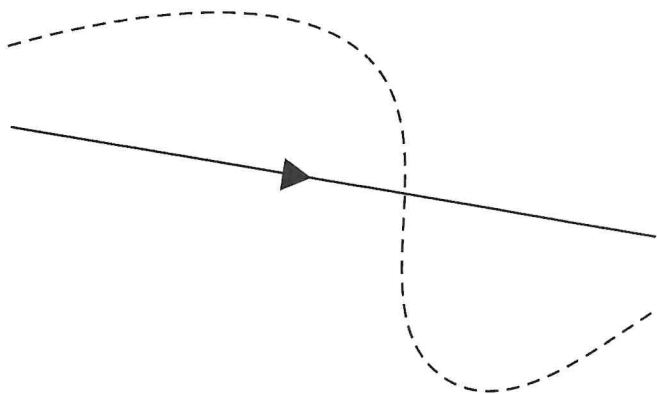


Figura 9.9 – Caso di errore segnalato ma inesistente

panza rispetto alla Base (linea tratteggiata); i tre vertici dell'arco dello Strato sono situati correttamente sulla Base; l'errore non è segnalato ma il dato è ovviamente incongruente. Questo sopra riportato è un caso limite poco frequente in dati che abbiano raggiunto un buon livello di congruenza geometrica per editing interattivo; può sussistere soprattutto fra dati provenienti da scale diverse di acquisizione.

Il secondo caso è molto più frequente e viene illustrato nella Figura 9.9.

Il vertice dello Strato (triangolino) è segnalato come errore perché dista dalla Base (linea tratteggiata) meno della distanza di tolleranza impostata; in questo caso la linea dello Strato (linea continua) attraversa la Base perché lo deve fare. L'errore, dovuto ad una *pseudovertece*, è segnalato ma non c'è.

I due casi descritti sono difficilmente risolvibili insieme, poiché dovuti a cause opposte: nel primo caso l'errore non è segnalato per mancanza di vertici; nel secondo caso è segnalato perché ci sono troppi vertici: se aumentassimo i vertici del dato da verificare per ovviare al primo caso avremmo un aumento delle segnalazioni del secondo caso.

Statistiche sui poligoni

La procedura valuta la misura di congruenza di un dato (Strato) in funzione dei micropoligoni che si vengono a creare con la sovrapposizione con la base di riferimento (Base). Questa procedura esegue l'operazione di overlay solo su strati poligonali ma, se si ha l'accortezza di creare prima una topologia poligonale opportuna, può anche essere applicata a strato e base lineare; questa cosa può essere molto utile perché, in un contesto lineare, quasi tutti i micropoligoni che si verrebbero a creare sarebbero indice di errore sicuro, al contrario di un contesto poligonale. Operativamente esegue i seguenti passi.

1. Accetta come parametri il nome dello strato da controllare (Strato), il nome della schiacciata poligonale come unico livello di controllo (Base) e il nome della cover di output (Risultato).
2. Esegue la sovrapposizione fra Strato e Base col comando UNION di Arc/Info.
3. L'output è una cover di poligoni con relativo attributo di Area e Perimetro.
4. Vengono poi filtrati (tramite la combinazione dei comandi FREQUENCY e JOINITEM) i micropoligoni che esistevano già in partenza nella Base (la

Schiacciata poligonale) e che quindi non indicano un errore di congruenza fra Strato e Base.

5. Viene considerato un potenziale errore quel poligono che ha area³ inferiore a 50 metri quadri.
6. Il risultato del suddetto conteggio viene scritto in un file di testo (Risultato.txt) con numero totale di micro-poligoni con area < di 50 metri quadri. Vengono inoltre presentate le statistiche sui campi area e perimetro.

Gli errori riportati sono visualizzabili come micropoligoni della cover Risultato anche singolarmente per l'esame visivo (e quindi marker per l'eventuale nuovo editing dello strato ancora incongruente). Una conseguenza di questa procedura è quella di segnalare errori per eccesso; solo l'esame visivo riesce a distinguere incongruenze effettive da interpretazioni corrette dell'operatore. Infatti questa procedura non riesce a distinguere casi come quello illustrato nella Figura 9.10, in cui la linea dello Strato (su linea continua) attraversa vari archi della Base (linea tratteggiata) venendo così a creare vari micro-poligoni (in grigio) che non sono errori.

9.3.2. Congruenza semantica

Una volta che tra due strati informativi siano stati risolti tutti i possibili casi di incongruenza geometrica e topologica, è possibile rilevare situazioni in cui sussista un altro livello di incongruenza, legata alla natura e al significato dei dati. La congruenza da verificare è detta in questo caso congruenza semantica. Abbiamo già accennato alla difficoltà di verificare l'incongruenza semantica tra due dati, qui di seguito esplicheremo meglio questo concetto. Nel caso di

³ Questo valore, considerato un buon compromesso (ovviamente settabile nella procedura), è stato determinato tenendo conto della scala equivalente e del raggio di tolleranza di 5 m. Non c'è una regola che permette di determinare esattamente una soglia, ma sono la nostra sensibilità ed esperienza che ci fanno scegliere questa misura in funzione anche delle geometrie trattate. Un dato che presenti, ad esempio, poligoni allungati paralleli alle aree fluviali potrebbe richiedere una soglia più alta, che dipende anche dal suo livello di precisione geometrica oltre che da quello di incongruenza. Considerando che la tolleranza stabilita è di 5 metri si poteva considerare l'area massima del micro-poligono da controllare di 25 metri quadri (5 x 5); abbiamo ritenuto questa misura troppo restrittiva e, aggiungendo 2 metri alla tolleranza (7 x 7 = 49 metri quadri, poi arrotondati a 50 metri quadri), si è voluto fare il controllo per eccesso.

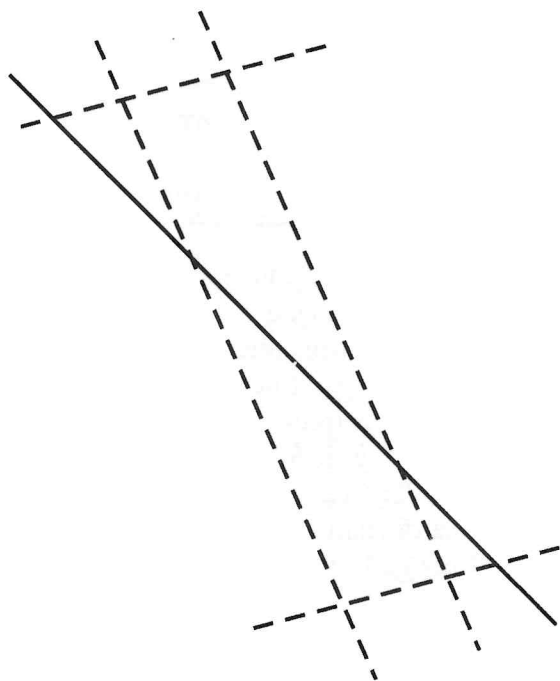


Figura 9.10 – Esempio di necessità di esame visivo: i poligoni creati non sono errori

congruenza semantica, l'impossibilità che si verifichi una certa situazione non riguarda il rapporto geometrico tra entità, ma un'impossibilità, o almeno una forte improbabilità, di contenuti. Non è infatti possibile, ad esempio, che da uno strato informativo si ricavi l'informazione che una certa area è «mare» mentre da un altro si scopra che la stessa area è «bosco». Nel caso areale, un'operazione di verifica della congruenza geometrica porta alla nascita di uno strato informativo che, a seconda della metodologia adottata, può essere formato da aree che sono di fatto un accorpamento di areole elementari, nate da un'operazione di overlay topologico tra strati preesistenti. Quest'ultima operazione potrebbe aver generato areole semanticamente inconsistenti. L'operazione di verifica di congruenza semantica pertanto può essere effettuata in due momenti diversi:

- prima della creazione del layer risultato, verificando la congruenza semantica della schiacciata di aree ottenuta da un overlay topologico;
- dopo la creazione del layer risultato, verificando la congruenza semantica tra il layer risultato e altri layer; questa operazione ha inizio comunque da un'operazione di overlay topologico tra il layer risultato e ciascuno dei layer di verifica.

Qualunque sia il caso, quindi, il problema può essere ricondotto alla verifica della congruenza semanti-

ca tra due layer di tipo areale. Un'operazione di overlay topologico di tipo classico tra due layer areali dà, come risultato, un layer, sempre areale, dove ogni area risultata eredita gli attributi presenti nelle aree dei due strati di origine, come schematizzato in Tabella 9.4.

Tabella 9.4 – Schema degli attributi di un layer risultante da overlay topologico

Layer risultato: attributi	Da layer 1	Da layer 2
	AAA	XXX
	BBB	YYY
	CCC	ZZZ
	...	...

La ricerca della congruenza è possibile proprio nella tabella degli attributi del layer risultato. Supponendo che ogni layer di origine sia congruente con se stesso, e che quindi non vi sia contraddizione nel fatto che un'area assuma contemporaneamente i valori «AAA», «BBB», «CCC», può accadere, invece, per esempio, che non sia semanticamente possibile che un'area assuma contemporaneamente i valori «AAA» e «ZZZ», oppure «BBB» e «YYY» insieme a «XXX».

È pertanto relativamente semplice, in linea di principio, la verifica di congruità purché si riesca a definire le incompatibilità. In pratica bisogna definire una serie di regole che occorre verificare, o meglio casi che non possono essere verificati, eseguire una ricerca che evidenzi i casi cercati e operare di conseguenza. Un esempio di casi è:

- se l'item AAA assume il valore 15, l'item XXX non può essere negativo;
- se l'item AAA e l'item BBB non sono «null», l'item ZZZ deve essere «null»;
- alcuni casi possono coinvolgere anche gli aspetti geometrici: se l'item AAA assume il valore 15, la superficie deve essere > 500 metri quadri.

Quest'ultima condizione, presumibilmente verificata nel layer di origine, non lo è necessariamente nel layer risultato. L'identificazione di aree che rientrano nei casi specificati si può eseguire coi normali strumenti di query. Il vero problema, in realtà, non è tanto l'esecuzione del controllo quanto la definizione dei casi da rilevare. È facile immaginare che, spe-

Tabella 9.5 – Esempi di regole di incongruenza

Condizione	Impossibilità	Improbabilità
AAA=15 and XXX<0	no	0.95
AAA≠null and BBB≠null and ZZZ≠null	sì	
AAA=15 and Sup≤500	no	0.85

cialmente nel caso di item che assumono molti valori, esista una quantità di casi identificabili solo con un chiaro e univoco modello logico dei dati. È anche ipotizzabile che alcune situazioni siano chiaramente impossibili (come il caso citato precedentemente in cui da uno strato informativo si ricavi l'informazione che una certa area è «mare» mentre da un altro si scopra che la stessa area è «bosco»), mentre in alcuni casi la situazione non sia così chiara: ad esempio, da uno strato informativo si può ricavare l'informazione che una certa area è «mare» mentre da un altro si scopra che la stessa area è «fiume»; in questo esempio la cosa è improbabile, ma, in prossimità di una foce, si può trattare di una diversa interpretazione di un dato.

Una soluzione più complessa, alla luce del caso adesso citato, consiste nell'attribuire un «fattore di improbabilità» a specifiche combinazioni nei valori degli attributi e quindi nella valutazione globale del grado di coerenza semantica della base, eventualmente seguita da un'azione correttiva. Nel caso citato le regole di incongruenza assumono, sempre con riferimento agli esempi precedenti, la forma mostrata in Tabella 9.5.

Viste le caratteristiche dell'operazione, questo tipo di verifica risulta facilmente integrabile nelle operazioni di verifica della congruenza geometrica. Infatti la congruenza semantica non produce nuova informazione geometrica, e quindi opera su aree che già precedentemente si sono formate. È pertanto sicuramente più produttivo, durante la fase di verifica di congruenza geometrica, operare congiuntamente una verifica di tipo semantico. La verifica di congruenza semantica per dati lineari sembra inutile, o di fatto già eseguita durante la fase di verifica della coerenza geometrica. Un'incongruenza semantica, infatti, si avrebbe nel caso in cui sia semanticamente impossibile (o improbabile) che un certo elemento lineare sia appoggiato ad un altro elemento lineare appartenente ad un altro strato. Questa situazione non può accadere in quanto la metodologia della Schiacciata ha già operato una scelta in questo senso nel momento in cui, analizzando il modello logico dei da-

ti, ha selezionato solo alcuni strati informativi. Se questi sono stati selezionati è automaticamente garantita la congruenza semantica tra di essi e il layer finale. Per aiutare l'operatore nella fase di controllo semantico del dato corretto viene fornita una procedura che crea un file di Meta-informazione: accetta come parametro il nome dello strato informativo e restituisce un file di testo contenente, per ogni feature, i nomi degli item ed i valori contenuti.

9.4. Conclusioni

9.4.1. Tipologie di problemi riscontrabili nei dati circolanti e correlate con il concetto di congruenza

Molte basi cartografiche in uso presso la Provincia di Milano, così come presso molti altri enti, sono il risultato di acquisizioni realizzate in momenti diversi, con strumenti di diversa tecnologia, diverse procedure ed operatori con esperienze differenti. Inoltre alcune sono il mosaico di acquisizioni effettuate da persone diverse con differenti interpretazioni. I problemi generali riscontrabili nella cartografia da integrare possono essere riassunti come segue.

1. Il dato non è consistente in corrispondenza delle cornici delle CTR usate come base topografica di riferimento: questo per mancata verifica di consistenza tra le minute o per differente interpretazione del disegnatore-digitalizzatore del dato.
2. Le cartografie di riferimento (topografia) adottate per l'acquisizione delle basi cartografiche sono diverse da base a base; questo implica che gli elementi topografici di riferimento messi a disposizione dalle cartografie di base siano differenti. A parte i casi ovvi di uso di topografia di riferimento differente per scala o versione con la CTR94 vector, anche il raster CTR94 differisce dal corrispondente vettoriale, non solo per contenuto informativo.
3. Ridondanza di informazioni: tematismi appartenenti a basi cartografiche differenti, ma con con-

tenuti informativi semanticamente connessi, quindi geometricamente coincidenti, sono acquisiti separatamente. Questo comporta costi e tempi di acquisizione maggiori e cattivi risultati. L'acquisizione degli stessi elementi più volte, in tematismi diversi, si riflette in una serie di problemi che si presentano nel loro utilizzo congiunto. Infatti, quando si effettuano operazioni di analisi spaziale, calcoli statistici, interrogazioni, stampe ecc., i risultati sono non attendibili per la mancata coincidenza geometrica tra gli elementi semanticamente coincidenti.

4. L'accuratezza geometrica del dato non rispecchia la scala nominale della cartografia.

L'insieme delle problematiche riscontrate si sintetizza nella mancanza di un coordinamento generale nella creazione delle basi informative. I problemi riscontrati infatti non esisterebbero se la progettazione delle basi fosse avvenuta all'interno di una struttura con un potere di coordinamento sul SIT inteso non solo come strumento informatico, ma soprattutto come insieme di basi di dati. Una progettazione coordinata avrebbe evitato l'uso di basi di riferimento diverse, avrebbe definito un modello dati non ambiguo (almeno rispetto alla geometria della base di riferimento) e avrebbe permesso, nell'acquisizione di determinate entità territoriali, il riuso di geometrie già presenti in altri strati tematici quando semanticamente uguali. È stata inoltre osservata, in alcuni casi, la mancata o parziale applicazione delle procedure di acquisizione documentate nelle specifiche per inesperienza, scarse motivazioni e competenze di chi digitalizza o per linguaggio troppo tecnico delle specifiche stesse.

9.4.2. *Proposta di una metodologia generale*

Si espongono di seguito i principi ispiratori della metodologia indipendentemente dalla natura del dato integrando e dall'ambiente software in cui realizzare le procedure. Tale metodologia non può considerarsi come isolata ad un problema specifico, ma deve essere considerata come parte di una più generale strategia di gestione del SIT all'interno dell'ente. La metodologia risolutiva non è quindi un fatto tecnico, ma coinvolge elementi di tipo organizzativo, come è tipico nell'impostazione di un Sistema Informativo.

Riusare l'informazione geometrica esistente appartenente alla base cartografica di riferimento o alle altre basi già integrate e congruenti utili allo scopo. Il riuso deve avvenire a livello numerico, cioè tale da garantire l'identità numerica del nuovo dato con quello utilizzato per il suo riuso.

Utilizzare per il riuso una base stabile nel tempo e di ottima qualità; in particolare i vari strati informativi della base devono rispettare tra di loro le caratteristiche di coerenza che vengono richieste agli altri strati.

Analizzare e documentare gli aspetti geometrici e semantici dell'informazione tematica da integrare in sé e in rapporto alla base topografica di riferimento e alle altre basi integrate.

Ridurre al minimo la distanza culturale tra l'esperto tematico che crea l'informazione e il tecnico che la digitalizza; di fatto minimizzare lo spazio di interpretazione nel disegno (o ridisegno) del dato da parte dell'operatore. Se possibile affidare direttamente all'esperto tematico le operazioni di acquisizione e/o correzione.

Seguire una strategia di progettazione comune per il SIT e per tutte le basi tematiche che lo compongono, in modo che il riuso delle basi e la generazione di nuova informazione avvengano in una logica unica. Ciò porterà anche alla riduzione di ridondanza delle informazioni.

Monitorare lo sviluppo del SIT, inteso come progressiva integrazione di strati informativi, mantenendo e verificando la congruenza del contenuto informativo del SIT con apposite procedure nel corso della sua crescita ed evoluzione.

Metodologia generale per la cartografia da acquisire

In questo caso siamo di solito in presenza di un contenuto informativo da digitalizzare a partire da minute eseguite magari su basi topografiche diverse da quella di riferimento adottata. La situazione migliore è quella di un dato da perimetrare ex novo, potendo così applicare tutti i passi metodologici di seguito esposti fin dal disegno su supporto analogico.

1. Produrre un'analisi dell'informazione da acquisire; l'analisi deve coinvolgere un esperto disciplinare che conosca il tipo di dato e un tecnico che opera all'interno del SIT, che conosca il patrimonio informativo esistente e le metodologie di acquisizione adottate. L'analisi deve individuare le

relazioni spaziali possibili tra il dato e gli strati informativi già congruenti che popolano il SIT, con precedenza e particolare attenzione a quelli della CTR 1994 vettoriale.

2. Selezionare l'informazione geometrica della CTR 1994 vettoriale e di quant'altro presente nel SIT utile all'integrazione della nuova base cartografica, che complessivamente possiamo indicare come livelli di controllo stabilendo, se possibile, una scala di priorità nelle congruenze del dato verso gli strati informativi pertinenti suddetti del SIT. Con l'informazione così ottenuta creare un supporto cartaceo (eventualmente integrato da altri strati tematici del SIT ritenuti utili per inquadramento e controllo e da raster) e un archivio di primitive (Schiacciata).
3. Disegnare il dato sulla stampa rispettando le relazioni spaziali, i vincoli e le priorità precedentemente chiarite.
4. Allestire un ambiente di editing dedicato alla digitalizzazione del dato con gli strati informativi necessari con le opportune simbologie, con funzionalità di editing specifiche ed evolute (come *snap* differenziati e funzionalità di *copia*, *incolla* e *assembla* di primitive geometriche).
5. Acquisire il dato in digitale a partire dalle geometrie numeriche esistenti organizzate in primitive utili alla digitalizzazione.
6. Verificare la congruenza del dato con apposite procedure ad hoc che ne misurino la congruenza interna (correttezza della topologia, delle attribuzioni ecc.) ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni stabilite e descritte) ed in caso di responso insoddisfacente tornare al punto 5.

La sequenza descritta ipotizza la separazione tra le operazioni di chi crea il dato (esperto tematico) e chi lo digitalizza (tecnico digitalizzatore). L'intera metodologia risulta più compatta e più efficace se l'esperto che crea il dato opera direttamente sullo strumento informatico. In questo caso il passo 3 viene eliminato e soprattutto vi è identità tra esperto tematico e tecnico digitalizzatore.

Metodologia generale per la cartografia acquisita

In questo caso esiste già una base cartografica numerica sicuramente incongruente, della quale possono o meno essere disponibili le minute analogiche del primo disegno. Di solito, inoltre, non esiste una completa descrizione del suo modello concet-

tuale, ma può esistere una descrizione del suo schema fisico.

1. Produrre un'analisi dell'informazione disponibile su cui occorre imporre la congruenza; l'analisi deve coinvolgere un esperto disciplinare che conosca il tipo di dato e un tecnico che opera all'interno del SIT, che conosca il patrimonio informativo esistente e le metodologie di acquisizione adottate. L'analisi deve individuare le relazioni spaziali possibili tra il dato e gli strati informativi già congruenti che popolano il SIT, con precedenza e particolare attenzione a quelli della CTR 1994 vettoriale.
2. Selezionare l'informazione geometrica della CTR 1994 vettoriale e di quant'altro presente nel SIT utile all'integrazione della nuova base cartografica, che complessivamente possiamo indicare come livelli di controllo, stabilendo, se possibile, una scala di priorità nelle congruenze del dato verso gli strati informativi pertinenti suddetti del SIT. Con l'informazione così ottenuta creare un supporto cartaceo (eventualmente integrato da altri strati tematici del SIT ritenuti utili per inquadramento e controllo e da raster) e un archivio di primitive (Schiacciata).
3. Misurare l'incongruenza del dato numerico con apposite procedure ad hoc che ne quantifichino la congruenza interna (correttezza della topologia ecc.) ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni definite).
4. Valutare le possibili strategie di imposizione della coerenza, confrontando in particolare il costo dell'approccio «a posteriori» (utilizzo misto di procedure di verifica, correzione automatica e riediting) rispetto ad una sua completa nuova acquisizione. Nel caso si decida per una nuova acquisizione si segue la metodologia della congruenza a priori; altrimenti si passa ai punti successivi.
5. Allestire un ambiente di editing dedicato alla digitalizzazione del dato con gli strati informativi necessari con le opportune simbologie, con funzionalità di editing specifiche ed evolute (come *snap* differenziati e funzionalità di *copia*, *incolla* e *assembla* di primitive geometriche).
6. Caricare ed esaminare il dato numerico incongruente nell'ambiente di editing individuandone gli errori e interpretandone le necessarie cor-

rezioni. L'operatore deve avere ben chiaro dove intervenire e la sua personale interpretazione della correzione deve essere guidata dalla piena comprensione delle conoscenze di cui al punto 1.

7. Verificare la congruenza del dato con apposite procedure ad hoc che ne misurino la congruenza interna ed esterna (rispetto dei vincoli e relazioni stabilite e descritte) ed in caso di responso insoddisfacente tornare al punto 6.

Analogamente al caso della congruenza a priori, la sequenza descritta ipotizza la separazione tra le operazioni di chi conosce il dato (esperto tematico che ne identifica le relazioni spaziali con gli altri strati) e chi lo corregge (tecnico digitalizzatore). L'intera metodologia risulta più compatta e più efficace se l'esperto che conosce il dato opera direttamente sullo strumento informatico per il processo di correzione.

9.4.3. *Considerazioni finali*

È noto che l'efficacia di un Sistema Informativo (e in particolare un Sistema Informativo Territoriale) aumenta con il numero e l'eterogeneità dei dati gestiti. D'altra parte il processo di incrocio di dati, tipico di uno strumento GIS, fornisce un'informazione nuova la cui qualità dipende, nel bene e nel male, dalla qualità delle informazioni componenti. Si prospettano pertanto due scenari: uno virtuoso in cui la crescita di un SIT avviene secondo regole defini-

te e rispettate, in modo che tutto il patrimonio informativo si integri e fornisca informazioni derivate affidabili; un altro, vizioso, in cui si assiste alla crescita di informazione scoordinata e scarsamente integrabile.

Questi scenari vanno visti nella logica di un rapporto costi benefici di un SIT, dove i costi di impianto sono elevati e i benefici sono distribuiti nel tempo.

È evidente che solo il primo scenario può garantire un buon rapporto costi/benefici e, in ultima analisi, il successo di «un'operazione SIT» di questa portata.

È stato anche dimostrato in questo lavoro che una crescita corretta del patrimonio informativo è realistica solo con un approccio che presuppone un ruolo di coordinamento, sia all'interno degli uffici, sia all'esterno. Il ruolo di coordinare la crescita progressiva delle informazioni in modo che un SIT mantenga l'efficacia delle sue funzioni nel tempo è un ruolo fondamentale che oggi non è definito ed è addirittura poco compreso.

Ci si augura quindi che una «filosofia di congruenza dei dati» diventi uno standard non solo all'interno del SIT della Provincia di Milano, ma soprattutto all'interno dell'ente, e se possibile anche nel rapporto tra l'ente e altri enti coordinati o collegati. Tale standard non è ovviamente solo un momento tecnico ma deve essere dotato di tutto il supporto organizzativo e «politico» che un ente può produrre, in modo che il patrimonio informativo passi dalla logica di archivi di dati verticali e fortemente finalizzati alla logica di sistema.

10. Il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali

Marco Banderali, Marco Broglia, Fabio Cervi, Sara Pace

Il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC) costituisce uno dei principali strumenti di cui si avvale il Sistema Informativo Territoriale per fornire un effettivo supporto alle attività di pianificazione.

10.1. I mosaici informatizzati

L'attuale MISURC risulta essere il frutto di un lungo percorso, avviato negli anni Ottanta, che ha visto coinvolte esperienze e risorse messe a disposizione anche dalla Regione Lombardia e dal Centro Studi PIM e che ha prodotto diversi passi intermedi (la cartografia sintetica degli strumenti urbanistici, il sistema informativo piani urbanistici – SIPUR) progressivamente affinati fino ad ottenere l'attuale modello di informatizzazione.

Attualmente il MISURC, realizzato secondo un preciso e logico impianto GIS, permette di:

- disporre di un aggiornato, seppur sintetico, quadro della pianificazione comunale in atto;
- costruire o estrarre informazioni territoriali omogenee sull'intero territorio provinciale;
- compiere elaborazioni, analisi quantitative e spaziali anche finalizzate alla rappresentazione delle dinamiche di trasformazione del territorio.

Il mosaico recepisce le norme tecniche di attuazione e le tavole degli azzonamenti dello strumento urbanistico, rielaborati in scala nominale 1:10.000. Le informazioni riguardano destinazioni d'uso, stato, modalità attuative, parchi dei Piani Regolatori Ge-

nerali (PRG), aree vincolate e di rispetto e sono archiviate secondo una codifica derivata da una legenda unificata, rendendo confrontabili ed elaborabili contestualmente le informazioni dell'intero territorio provinciale. Tale legenda unificata consente di sintetizzare l'impianto fondamentale dei Piani Regolatori Comunali attraverso una tavola di azzonamento e una tavola dei vincoli.

Parallelamente al MISURC, anche se in tempi più recenti, è stato predisposto anche il Mosaico informatizzato dei Piani delle Aree Protette (MIPARP), sulla base di una serie di indagini finalizzate alla formazione di un quadro conoscitivo degli strumenti di pianificazione delle aree protette e dei Parchi Regionali.

Anche in questo caso, il MIPARP si è avvalso della costruzione di una legenda unificata, con l'obiettivo di omogeneizzare i Piani Territoriali di Coordinamento dei Parchi Regionali, i Piani delle Riserve Regionali e i Piani o programmi pluriennali di attuazione dei Parchi Locali di Interesse Sovracomunale. Gli elaborati si riferiscono ad una scala nominale 1:10.000.

10.2. Metodologia

Per realizzare il mosaico degli strumenti urbanistici occorre effettuare una serie di operazioni che possono essere raggruppate in due fasi operative:

- lettura urbanistica e relativa schedatura del PRG;
- informatizzazione dello strumento, attraverso l'acquisizione della geometria del piano e la conseguente attribuzione dei codici identificativi.

La *lettura urbanistica* porta alla comprensione del piano regolatore e consente di stabilire un legame tra le previsioni del PRG e il sistema di classificazione del mosaico, ovvero stabilendo un legame tra la legenda originale del PRG e la legenda unificata.

La lettura avviene attraverso tre passaggi. Il primo consiste nella lettura e nell'analisi delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del piano, con particolare riferimento alle indicazioni che hanno effettivo riferimento con le voci di legenda. Il secondo passaggio consiste nell'individuazione delle zone urbanistiche rispetto alle quali viene classificato il territorio e delle perimetrazioni ulteriori che indicano le modalità di intervento (perimetri di piani attuativi, perimetri delle aree di recupero ecc.). Il terzo passaggio prevede infine la compilazione di un'apposita scheda riassuntiva della lettura del piano che consente di attribuire le zone e le altre indicazioni del PRG alle singole voci del mosaico.

L'*informatizzazione* del piano, sia per quanto riguarda la parte geometrica sia per quanto riguarda quella alfanumerica, è un processo abbastanza complesso che si basa su una forte interazione di due figure con competenze differenti: un urbanista ed un operatore informatico.

Spetta infatti al primo la compilazione di tabelle di informazioni generali dello strumento urbanistico e di tabelle cartacee di classificazione dei poligoni e delle voci di legenda secondo i codici interpretativi del mosaico. È invece compito dell'operatore informatico la compilazione delle tabelle di classificazione sulla base delle indicazioni presenti sulla tabella cartacea precedentemente messa a punto dall'urbanista. Successivamente l'operatore riporta digitalizzandole sulla CTR, raster in scala 1:10.000, le aree presenti nella cartografia di piano. Lo stesso operatore indica, per ciascuna area, le diverse prescrizioni di piano attraverso la compilazione delle specifiche tabelle di attributo. Infine lo stesso operatore, mediante un'ulteriore procedura:

- verifica ed eventualmente corregge gli errori commessi in fase di digitalizzazione;
- trasforma la struttura fisica «di lavoro» in struttura fisica di «Arc-Info»;
- inserisce il mosaico del Comune digitalizzato all'interno della library mosaicandolo ed integrandolo con quelli precedentemente acquisiti.

Le categorie che compongono la *legenda unificata* sono state pensate con una logica di rappresentazio-

ne standard alla scala 1:10.000, non trascurando comunque la possibilità di garantire un output corretto ad una scala diversa e con differenti gradi di aggregazione.

Le informazioni rappresentate attraverso la legenda unificata riguardano le destinazioni d'uso, lo stato, le modalità attuative, i vincoli e le aree di rispetto, i parchi.

- Le destinazioni d'uso, che si riferiscono sia al territorio urbanizzato sia a quello extraurbano, classificano i singoli poligoni secondo le destinazioni prevalenti, con riferimento a quelle esistenti e previste.
- Lo stato si riferisce alla previsione della destinazione d'uso e descrive se la stessa è consolidata, di espansione, di recupero o di trasformazione. Rappresenta pertanto una specificazione della destinazione, molto simile alla classificazione «esistente-previsto».
- Le modalità attuative si riferiscono alla presenza di piani attuativi o altri strumenti urbanistici preventivi rispetto all'intervento edilizio e si riferiscono sia all'iniziativa privata sia a quella pubblica.
- I vincoli e le aree di rispetto rappresentano una informazione molto simile alla Tavola dei Vincoli contenuta nei PRG e in particolare individuano le zone di rispetto e gli ambiti specificatamente vincolati con apposita disciplina di piano comunale e le aree vincolate o di rispetto derivanti dall'applicazione di normative sovraordinate rispetto a quelle comunali.
- I parchi, infine, rappresentano la perimetrazione di quegli ambiti che il PRG indica come parchi urbani o parchi locali di interesse sovracomunale.

Per una più precisa articolazione e definizione delle categorie si faccia riferimento all'allegato MISURC.

Anche per la realizzazione del MIPARP, sono necessarie fasi preliminari per l'interpretazione degli strumenti di pianificazione, al fine di poter predisporre opportuni collegamenti tra gli strumenti originali e le voci della legenda unificata. La legenda prevede la classificazione in: riserva naturale regionale, monumento naturale, parco regionale, parco locale di interesse sovracomunale. All'interno di questa prima classificazione, vengono indicate ulteriori specificazioni del territorio secondo i seguenti ambiti: ambiti di naturalità, ambiti agricoli, ambiti per la

fruizione, ambiti soggetti a prescrizioni particolari e altre aree. Tali ambiti, a loro volta, sono classificati in sottocategorie, necessarie alla corretta classificazione dei singoli poligoni nel rispetto degli strumenti di piano originari.

10.3. Struttura dati

Per rappresentare la complessità del territorio si è definita una struttura dati che permette di acquisire gli strumenti urbanistici in forma articolata, senza trascurare informazioni, in modo che un singolo poligono possa appartenere sia a una specifica destinazione d'uso, sia ad una classe di vincolo e possa pertanto essere rappresentata sia sulla tavola di azzonamento sia su quella dei vincoli. Tra le «feature class» a disposizione si sono utilizzate le REGIONS, che permettono complessi accorpamenti sui dati: questo consente di focalizzare un tema da mettere in evidenza. Per esempio, è possibile visualizzare solo le aree classificate come servizi di tipo «area a verde» oppure ignorare tutte le aree definite «di espansione».

L'organizzazione della struttura fisica rispecchia i livelli informativi ai quali si fa riferimento con l'appellativo di strato. Ad ognuno degli strati informativi vengono fatte corrispondere una o più subclass, con i nomi e le tipologie indicati nella Tabella 10.1.

Sulla scorta di una sperimentazione effettuata al momento della progettazione del MISURC, si è rite-

nuto che la soluzione migliore per l'organizzazione fisica dei dati, in termini di correttezza topologica, di congruenza geometrica e di agevolezza nella consultazione, fosse quella di organizzare tutti gli strati (relativi ad un singolo Comune) in un'unica copertura. L'utilizzo di questa feature consente di ottimizzare la gestione di entità reali che condividono in gran parte la stessa geometria e rende anche disponibile una serie di facilitazioni in fase di interrogazione e stampa.

Nell'organizzazione fisica dei dati si è pertanto cercato di sfruttare pienamente le funzionalità offerte dalle region, tenendo quindi separati, su strati differenti (REGION SUBCLASS), i diversi livelli informativi. Seguendo questa filosofia generale si è quindi proceduto, per ogni subclass, a raggruppare le aree spazialmente contigue che presentano uguali caratteristiche.

In generale l'organizzazione dei dati su diversi livelli (subclass) consente di semplificare tutte le problematiche di accesso e rappresentazione delle informazioni, anche nell'ottica di un loro utilizzo in ambiente ArcView.

Il mosaico contiene anche una struttura libreriana la quale diventa il «contenitore» dal quale si estraggono i dati di base (i confini comunali desunti dalla CTR, vettoriale) e sul quale si caricano gli strumenti urbanistici dei singoli Comuni; tale «contenitore» consente, in ambiente Arc/Info-ArcView, la piena consultazione ed interrogazione del mosaico senza alcuna soluzione di continuità.

Tabella 10.1 – Individuazione degli strati informativi

	Strato	Nome Subclass (Tipo)
Desunti dagli Strumenti Urbanistici Comunali	Destinazioni funzionali	DEST_FUNZ (Region)
	Modalità attuative	MOD_ATT (Region)
	Vincoli	VINCOLI (Region), DEST_VINC (Region), PER_VINC (Route)
	Sistema del verde comunale	PARCHILO (Region), PARCHIURB (Region)
	Limiti amministrativi	PERIM_AMM (Region), LIM_AMM (Route)
	Toponimi	TOPONIMI (Anno)
	Discontinuità nella pianificazione	BUCHI (Region)
Desunto dalla CTR Vettoriale	Incongruenze nella pianificazione	SOVRAP (Region)
	Limiti amministrativi	PERIM_AMM (Region), LIM_AMM (Route)

Allo scopo di semplificare e rendere meno costosa la fase di digitalizzazione degli strumenti urbanistici, è stata messa a punto anche una struttura dati «di lavoro», la quale non prevede altre categorie di elementi geografici al di fuori dei poligoni: ciò consente, tra l'altro, l'acquisizione del mosaico attraverso ArcView oppure mediante qualsiasi altro programma GIS.

La necessità di semplificare la realizzazione, il collaudo e la consultazione del mosaico ha comportato la messa a punto di strutture fisiche ad hoc per ognuna delle fasi di lavoro necessarie alla realizzazione ed alla gestione del mosaico (analisi, interpretazione, informatizzazione, restituzione dello strumento).

La struttura fisica del mosaico varia quindi a seconda della «fase di lavorazione» ed è disponibile nei seguenti formati:

- la struttura «di lavoro» – utile per la fase di acquisizione e disponibile sia in Arc/Info che in ArcView;
- la struttura «di export» – utile per l'esportazione del mosaico verso software diversi da Arc/Info e ArcView;
- la struttura «Arc/Info» – utile per la fase di collaudo e per l'inserimento dei PRG nella library;
- la struttura «Librarian» – utile per l'interrogazione, la visualizzazione e la stampa – sia in ambiente Arc/Info che in ambiente ArcView.

Sono state messe a punto in Arc/Info specifiche procedure informatiche che consentono di passare da una struttura fisica ad un'altra. Tutte le procedure sviluppate per il mosaico sono peraltro richiamabili attraverso un'interfaccia user-friendly facilmente utilizzabile anche da parte di operatori non esperti nella programmazione in ambiente Arc/Info.

Per quanto riguarda i singoli dati alfanumerici, la tabella MOS_PRG.INF (cfr. Tabella 10.2) contiene le informazioni relative a tutti gli strumenti urbanistici (strumento generale, varianti parziali e/o generali, varianti ad approvazione semplificata) contenuti nello strato librarian «MOS_PRG», mentre le tabelle NOME_DAT>.INF e <NOME_DAT>.INF.DBF contengono la descrizione degli strumenti inseriti nel mosaico relativi ad un singolo Comune. Viene compilato un record di queste tabelle per ogni strumento urbanistico vigente (strumento generale o variante) indipendentemente dalla rilevanza ai fini del mo-

saico (ad esempio: saranno considerate ed elencate anche tutte le varianti che non comportano effettive modifiche in azionamento).

Ad ogni nuova variante si aggiungerà un record nella tabella MOS_PRG.INF; ogni strumento viene univocamente individuato dal COD_PIA caratterizzato da una sequenza di caratteri ottenuta componendo la data dell'atto deliberativo relativo al piano che si inserisce nel mosaico, nella forma AAAAMMGG (anno, mese, giorno) e il numero o la sigla dell'atto stesso utilizzato dall'ente deliberante. Ad esempio, il piano approvato con deliberazione giunta regionale n.20291/A del 17/11/96, dà luogo al codice 1996111720291/A; se il piano analizzato è stato adottato dal CC con deliberazione n. 87 del 20/03/90 il codice sarà 1990032087. Per uno stesso Comune, quindi, vi saranno più COD_PIA che si ricavano dalle date e dai numeri (o sigle) delle adozioni e/o approvazioni dei vari atti deliberativi considerati per la «mosaicatura» dello strumento urbanistico di un Comune.

Tabella 10.2 – Esempio di compilazione della tabella MOS_PRG.INF

ITEM	NAME VALORE
COD_PIA	1993121042354
COD_ISTAT	15146
NOME_CO	MILANO
TIPO_STR	3
DESCRIZ_TI	Variante al PRG vigente
DELIB_N	1484
DELIB_D	12/11/1976
STATO_PIA	3
DESCRIZ_ST	Piano approvato
APPR_N	42354
APPR_D	10/12/1993
PROGETT	Ufficio tecnico comunale più consulenti
ANNO_SDF	1994
FONTE_SDF	3
DESCRIZ_FO	Carta Tecnica Regionale aggiornamento 1994
TAVOLE	Azzonamento PRG 1:5.000, Tavola di azionamento dei verdi privati 1:2.000
NOTE_STR	La cart. util. per il riporto delle dest. di PRG fa riferim. all'agg. effettuato dal Comune nel dic. 93

Le tabelle MOS_PRG.CLA, <NOME_DAT>.CLA, <NOME_DAT>.CLA.DBF contengono le informazioni utili alla classificazione delle zone omogenee degli strumenti urbanistici comunali nelle corrispondenti categorie del mosaico. La tabella MOS_PRG.CLA contiene le classificazioni relative a tutti

Tabella 10.3 – Esempio di compilazione della tabella MOS_PRG.PATDEST_FUN relativa alle destinazioni funzionali

ITEM NAME	VALORE
AREA	216263,05174
PERIMETER	2234,63842
DEST_FUN#	2740
DEST_FUN-ID	1
COD_ISTAT	15146
COD_DEST	452
STATO_FIN	4
STATO_DF	5
STATO_FO	6
SERC_P	0
SERC_I	0
SERC_A	0
SERC_IMP	0
SER_PRIV	3
SERSC_TIP	37
SERSC_TIP2	0
POLIFUNZ1	
POLIFUNZ2	
POLIFUNZ3	
POLIFUNZ4	
POLIFUNZ5	
POLIFUNZ6	
TIPO_DIR	0
TIPO_VE_SC	0
TIPO_AGR1	
TIPO_AGR2	
TIPO_AGR3	
TIPO_AGR4	
TIPO_AGR5	
TIPO_AGR6	
DEST_PRINC	45
SPEC_DEST	2
STATO_DEST	4524
STATO_FIN98	5
STATO_FO98	0
STATO_DEST98	45245
CFR	45
STATO_DESTDF	452455

gli strumenti urbanistici contenuti nello strato librarian «MOS_PRG», mentre le tabelle <NOME_DAT>.CLA e <NOME_DAT>.CLA.DBF contengono la classificazione di un singolo Comune.

Invece la region MOS_PRG.PATDEST_FUN, <NOME_DAT>.PATDEST_FUN viene utilizzata per registrare la zonizzazione funzionale del territorio comunale (si veda un esempio di compilazione in Tabella 10.3), mentre le aree che lo strumento urbanistico assoggetta a vincolo non compaiono in questa subclass ma nella region VINCOLI.

Molto importanti per la lettura del territorio risultano essere i campi denominati COD_DEST e STATO_FIN.

Il campo COD_DEST individua la tipologia di destinazione funzionale; questo codice distingue qualsiasi destinazione funzionale a qualsiasi livello, è di tipo gerarchico, composto da 3 cifre, dove le due più significative indicano la categoria (DEST_PRINC), mentre la terza cifra può indicare, ove necessario una specificazione della categoria (classe). Tale valore può essere nullo per le zone che individuano un vincolo o un parco e non una destinazione funzionale.

Tale codice può assumere solamente i valori descritti nella seguente Tabella 10.4.

Per la spiegazione dettagliata delle categorie indicate in elenco si può far riferimento all'allegato MISURC.

Tale codice può assumere solamente i seguenti valori descritti nella seguente Tabella 10.5.

Il campo STATO_DEST della tabella MOS_PRG.PATDEST_FUN è compilato utilizzando una codifica a 4 cifre ottenute dall'affiancamento dei codici COD_DEST (3 cifre) e STATO_FIN (1 cifra).

Per la spiegazione dettagliata delle categorie indicate in elenco e alcuni esempi di codifiche, si può far riferimento all'allegato MISURC.

Un altro esempio riguarda la compilazione delle informazioni riguardanti lo strato dei vincoli dove la tabella esterna <NOME_DAT>.VIN (si veda un esempio di compilazione in Tabella 10.6) associa ad ogni area della copertura l'informazione della presenza di un vincolo; in questo specifico caso si possono verificare delle situazioni in cui vi sia la presenza di più di una classe di vincoli. Le categorie di vincoli con relative codifiche sono elencate in Tabella 10.7.

Il campo STATO_FIN assume valori che dipendono direttamente dai campi STATO_DF e STA-

Tabella 10.4 – Tabella di Dominio delle Destinazioni Funzionali

DEST_PRINC	COD_DEST	DESCRIZIONE
0	0	Valore non significativo
10	100	Residenza
15	151	Produttivo generico
	152	Artigianato
	153	Industria
20	201	Commerciale/Direzionale generico
	202	Commerciale
	203	Direzionale
	204	Espositivo
25	250	Polifunzionale
30	301	Turistico/Ricettivo generico
	302	Residenza turistica
	303	Attività ricettive
	304	Attrezzature turistiche leggere
35	350	Verde privato
40	401	Servizi di livello comunale non specificati
	402	Aree per attrezzature di livello comunale
	403	Aree a verde gioco e sport di livello comunale
	404	Aree miste verde - attrezzature di livello comunale
45	451	Servizi di livello sovracomunale non specificati
	452	Aree per attrezz. di livello sovracomunale
	453	Verde di livello sovracomunale
	454	Aree miste verde - attrezzature di livello sovracomunale
50	501	Infrastrutture su ferro
	502	Aeroporti e/o eliporti
	503	Strade
	504	Porti
55	551	Agricolo generico
	552	Insedimenti agricoli
	553	Colture specializzate
60	600	Attività estrattive
65	650	Boschi
70	700	Zone golenali
75	750	Corpi idrici

TO_FO; esso individua sostanzialmente lo stato di attuazione della destinazione funzionale analizzata.

Tabella 10.5 – Tabella di Dominio dello Stato di Attuazione

STATO_FIN	DESCRIZIONE
1	Consolidato
2	Recupero
3	Trasformazione
4	Espansione
5	Non specificato

Tabella 10.6 – Esempio di compilazione per lo strato vincoli

ITEM NAME	VALORE
AREA	35700,82293
PERIMETER	1335,74663
VINCOLI#	381
VINCOLI-ID	118
COD_ISTAT	15146
COD_VINC	22
VINC_PRINC	2
SPEC_VINC	2

Tabella 10.7 – Tabella di dominio dei vincoli azionativi (campo VINC_PRINC)

VINC_PRINC	DESCRIZIONE
1	Nuclei storici
2	Aree di rispetto
3	Vincoli L. 1089/39
4	Aree a servitù speciale
5	Vincolo paesaggistico L. 1497/39
6	Vincolo L. 431/85
7	Aree a disciplina specifica di PRG
8	Vincolo idrogeologico R.D. 3267/23 art. 7

Per la spiegazione dettagliata delle categorie indicate in elenco e alcuni esempi di codifiche, si può far riferimento all'allegato MISURC.

10.4. Gli strumenti e il software

Sia per il MISURC che per il MIPARP, gli strumenti utilizzati sono Arc/Info per la costruzione della base dati e ArcView 3 per l'estrazione/elaborazione di informazioni, secondo opportune procedure codificate in AVENUE. Per l'organizzazione fisica dei dati si è per ora utilizzato il formato librarian. L'uso di ArcView 3 è dovuto alle facilitazioni che l'interfaccia a menu offre e la miglior gestione della produzione di output. A questo scopo sono state scritte in AVENUE diverse routine per la generazione di carte standard, con tagli predisposti e adeguamenti dei formati alle scale più usate.

Le potenzialità del MISURC, in particolare rappresentate dal patrimonio delle sue informazioni, hanno permesso agli uffici provinciali di avviare alcune specifiche elaborazioni dei dati con l'obiettivo di riuscire a costruire una serie di indicatori utili per la lettura del territorio e le dinamiche in atto.

Sulla base di queste esigenze recentemente sono state sviluppate alcune applicazioni per facilitare la consultazione del MISURC e permettere, anche ad operatori non dotati di una particolare competenza informatica, di eseguire interrogazioni ed elaborazioni. In particolare sono state sviluppate delle procedure finalizzate alla:

- creazione di legende semplificate, capaci di accorpare più voci della legenda unificata originale, in modo da permettere una lettura del territorio ed eventuali stampe cartacee in scala più piccola di quella nominale (procedura denominata «Carica legende semplificate»);

- implementazione di procedure di calcolo per aree o ambiti territoriali ottenuti per aggregazione di differenti destinazioni funzionali;
- somma di aree per ogni singola voce (tra le 157 destinazioni previste dalla legenda omogenea) per ogni comune (procedura denominata «Calcola aree DEST»);
- somma di aree su un'aggregazione di destinazioni stabilita dall'utente (procedura denominata «Aggregazione libera aree DEST»). Ad integrazione di questa procedura è stato previsto il calcolo delle aree su un'aggregazione di destinazioni secondo l'aggiornamento al 1998 stabilita dall'utente. Tale procedura comporta l'utilizzo di uno strato di destinazioni funzionali dei PRG confrontato con l'utilizzo del suolo desumibile dalle fotografie aeree del 1998.

È stata inoltre predisposta una procedura per il caricamento di diverse legende predefinite per lo strato «Destinazioni funzionali» allo scopo di rappresentare graficamente il MISURC a diversi livelli di aggregazione utili per la predisposizione di carte tematiche.

Procedura «Carica legende semplificate»

Questa procedura si esegue anch'essa attraverso l'elaborazione dello strato «Destinazioni funzionali» e permette di aggregare le singole voci della legenda



Figura 10.1 – Caricamento delle legende predefinite

unificata attraverso la scelta di alcune legende predefinite (cfr. Figura 10.1).

Oltre alla legenda unificata sono quindi state predisposte le seguenti aggregazioni:

- due diverse legende di «SINTESI» per rappresentazione utili alle scale 1:25.000 e da 1:50.000 a 1:100.000. In queste vengono indicate due sole condizioni di stato (Esistente e Previsto) e differiscono per il livello di aggregazione dei servizi;
- alcune legende tematiche che servono a restituire rappresentazioni delle principali funzioni, eventualmente aggregate per condizioni di stato, «RESIDENZA», «PRODUTTIVO», «TERZIARIO» e «SERVIZI»;
- la legenda «URBANIZZATO URBANIZZABILE», che serve a restituire il quadro essenziale dell'assetto territoriale della Provincia, distinguendo esclusivamente l'esistente dal previsto;
- la legenda secondo la destinazione originale del PRG. Questa rappresenta lo stato delle destinazioni ricavato direttamente dalla lettura dei PRG, ma ricondotte comunque alle voci della legenda MISURC, mantenendo lo stato di espansione e non specificato del PRG originale.

Le prime quattro aggregazioni sono possibili anche per le destinazioni aggiornate al 1998.

Procedura «Calcola aree DEST»

Questa procedura permette l'analisi quantitativa delle aree contenute nello strato «Destinazioni funzionali» del mosaico (cfr. Figura 10.2).

Al fine del corretto esito del risultato la procedura richiede e verifica la presenza dei campi necessari al calcolo: Area, Cod_Istat e Stato_dest. e richiede inoltre la presenza della cover CO_CTR per il controllo della superficie comunale basata sulla CTR vettoriale 1994.

La procedura consente le seguenti possibilità. Attraverso la prima, selezionando alcuni record appartenenti allo strato «Destinazioni funzionali» è possi-

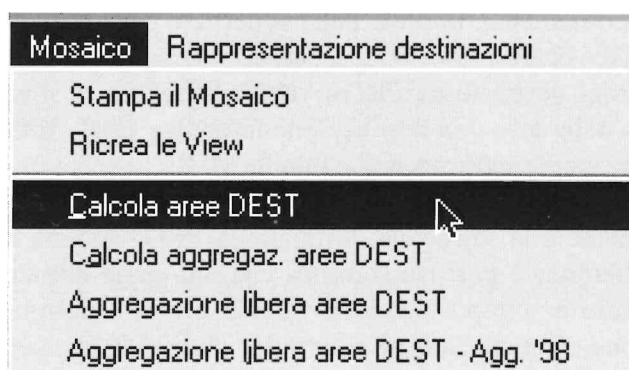


Figura 10.2 – Menu mosaico dell'applicazione

bile eseguire i calcoli solo sulla selezione. Ciò pertanto permette la possibilità di calcolare la somma di aree su porzioni del territorio all'interno di uno o più comuni (cfr. Figura 10.3).

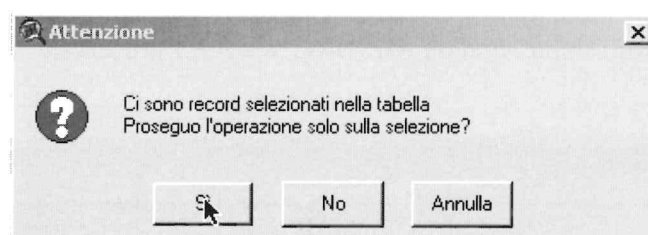


Figura 10.3 – Calcolo delle aree all'interno di una selezione

La seconda possibilità, applicabile in mancanza di selezione dei record dello strato «Destinazioni funzionali», permette di elaborare il calcolo delle aree per l'intero territorio provinciale o, in alternativa, per alcuni Comuni scelti autonomamente dall'utente attraverso l'immissione del codice Istat (cfr. Figura 10.4).

L'output della procedura è costituito da una tabella che ha per ogni riga un Comune e per colonne

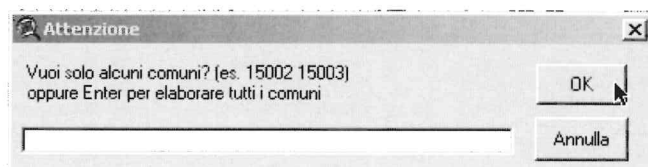


Figura 10.4 – Scelta dei Comuni di cui si richiede il calcolo

Tabella 10.8 – Risultato della procedura Calcola aree DEST

TOT	COD_ISTAT	TOT_COM	AREA_DEST	AREA1001	AREA1002	AREA1003	AREA7505	DIFF
	15002	46765764,1	44803317,4	1531414,9	291726,2	0,0	0,0	1962446,6
	15050	17216213,9	16824695,3	202146,8	0,0	0,0	0,0	- 655,29
Totale		63981978,0	61628012,7	1733561,7	291726,2	0,0	0,0	...

il Codice Istat, il totale della superficie comunale da CTR vector 1994 (TOT_COM), la somma delle superfici destinate da PRG (AREA_DEST) e la somma delle aree con destinazione in codice 1001, 1002 ecc., come indicato nella Tabella 10.8.

L'ultima colonna è la differenza tra la superficie comunale e la superficie destinata da PRG: quando la differenza è positiva significa che una parte del territorio è sottoposta solo a vincolo e non a destinazione, quando è negativa significa che esiste una certa difformità tra la CTR vector e i PRG ridisegnati, sia per problemi di scala di acquisizione, sia per contestazioni tra Comuni sui propri confini.

Procedura «Aggregazione libera aree DEST»

Scopo di questa procedura è di consentire calcoli e rappresentazioni del MISURC su aggregazioni di «destinazioni» stabilite dall'utente. Tutte le voci possibili della legenda MISURC vengono presentate in

Creazione classi I

del NOMI x classi (max 10 char, no spazi)

1 classe:

2 classe:

3 classe:

4 classe:

5 classe:

6 classe:

7 classe:

8 classe:

9 classe:

10 classe:

OK

Annulla

Figura 10.5 – Numero di classi e loro definizione

una finestra di dialogo e l'utente sceglie a quale classe accorparle.

Questa procedura, anch'essa basata sullo strato «Destinazioni funzionali» del mosaico, può essere

1 classe: classe1

☐ Residenza consolid ☐ Verde Priv. consolid ☐ Produttivo ☐ Artiq consolid ☐ Ind consolid ☐ Polifunz consolid

☐ Residenza Recup ☐ Verde Priv. Recup ☐ Prod Gen consolid ☐ Artiq Recup ☐ Ind Recup ☐ Polifunz Recup

☐ Residenza trasform ☐ Verde Priv. trasform ☐ Prod Gen Recup ☐ Artiq trasform ☐ Ind trasform ☐ Polifunz trasform

☐ Residenza espans ☐ Verde Priv. espans ☐ Prod Gen trasform ☐ Artiq espans ☐ Ind espans ☐ Polifunz espans

☐ Residenza n.s. ☐ Verde Priv. n.s. ☐ Prod Gen espans ☐ Artiq n.s. ☐ Ind n.s. ☐ Polifunz n.s.

Terziario

☐ Commec/Direz consolid ☐ Commercio consolid ☐ Direzionale consolid ☐ Espositivo consolid ☐ Agricoltura ☐ colt. special consolid

☐ Commec/Direz Recup ☐ Commercio Recup ☐ Direzionale Recup ☐ Espositivo Recup ☐ generico consolid ☐ colt. special Recup

☐ Commec/Direz trasform ☐ Commercio trasform ☐ Direzionale trasform ☐ Espositivo trasform ☐ generico Recup ☐ colt. special trasform

☐ Commec/Direz espans ☐ Commercio espans ☐ Direzionale espans ☐ Espositivo espans ☐ generico trasform ☐ colt. special espans

☐ Commec/Direz n.s. ☐ Commercio n.s. ☐ Direzionale n.s. ☐ Espositivo n.s. ☐ colt. special n.s.

Altrezzature turistiche

☐ Turist/Ricettivo consolid ☐ Resid.Turist consolid ☐ Ricettivo consolid ☐ Att.Tur.Leqq. consolid ☐ Insediamenti consolid

☐ Turist/Ricettivo Recup ☐ Resid.Turist Recup ☐ Ricettivo Recup ☐ Att.Tur.Leqq. Recup ☐ Insediamenti Recup

☐ Turist/Ricettivo trasform ☐ Resid.Turist trasform ☐ Ricettivo trasform ☐ Att.Tur.Leqq. trasform ☐ Insediamenti trasform

☐ Turist/Ricettivo espans ☐ Resid.Turist espans ☐ Ricettivo espans ☐ Att.Tur.Leqq. espans ☐ Insediamenti espans

☐ Turist/Ricettivo n.s. ☐ Resid.Turist n.s. ☐ Ricettivo n.s. ☐ Att.Tur.Leqq. n.s. ☐ Insediamenti n.s.

Servizi Comunali

☐ generici consolid ☐ attrezzature consolid ☐ verde/qioco consolid ☐ aree miste consolid ☐ Attività estratt. consolid ☐ Zone golenali consolid

☐ generici Recup ☐ attrezzature Recup ☐ verde/qioco Recup ☐ aree miste Recup ☐ Attività estratt. espans ☐ Zone golenali espans

☐ generici trasform ☐ attrezzature trasform ☐ verde/qioco trasform ☐ aree miste trasform ☐ Attività estratt. n.s. ☐ Zone golenali n.s.

☐ generici espans ☐ attrezzature espans ☐ verde/qioco espans ☐ aree miste espans ☐ Corsi d'acqua consolid

☐ generici n.s. ☐ attrezzature n.s. ☐ verde/qioco n.s. ☐ aree miste n.s. ☐ Corsi d'acqua espans

Servizi Sovracomunali

☐ generici consolid ☐ Altrezzature consolid ☐ verde/qioco consolid ☐ aree miste consolid ☐ Boschi consolid ☐ Corsi d'acqua consolid

☐ generici Recup ☐ Altrezzature Recup ☐ verde/qioco Recup ☐ aree miste Recup ☐ Boschi Recup ☐ Corsi d'acqua espans

☐ generici trasform ☐ Altrezzature trasform ☐ verde/qioco trasform ☐ aree miste trasform ☐ Boschi trasform ☐ Corsi d'acqua n.s.

☐ generici espans ☐ Altrezzature espans ☐ verde/qioco espans ☐ aree miste espans ☐ Boschi espans

☐ generici n.s. ☐ Altrezzature n.s. ☐ verde/qioco n.s. ☐ aree miste n.s. ☐ Boschi n.s.

Infrastrutture / Trasporti

☐ Ferrovie consolid ☐ Aeroporti consolid ☐ Strade consolid ☐ Porti consolid

☐ Ferrovie Recup ☐ Aeroporti Recup ☐ Strade Recup ☐ Porti Recup

☐ Ferrovie trasform ☐ Aeroporti trasform ☐ Strade trasform ☐ Porti trasform

☐ Ferrovie espans ☐ Aeroporti espans ☐ Strade espans ☐ Porti espans

☐ Ferrovie n.s. ☐ Aeroporti n.s. ☐ Strade n.s. ☐ Porti n.s.

Avanti >

< Indietro

Cancel

Figura 10.6 – Aggregazioni per classi delle destinazioni

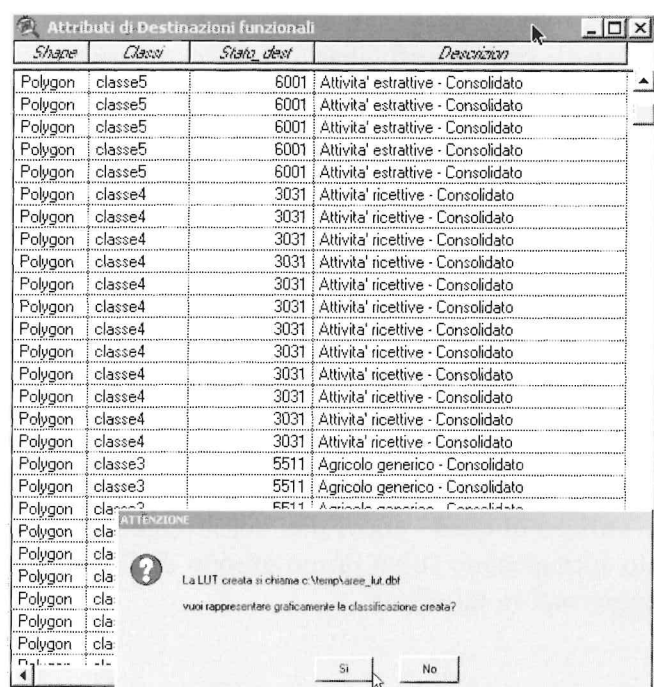


Figura 10.7 – Creazione della LUT e della tabella dbf

eseguita, analogamente a quella precedente, per porzioni del territorio di uno o più Comuni, per interi Comuni singolarmente o per più Comuni aggregati fino all'intero territorio provinciale. La procedura permette di introdurre il numero di classi in cui raggruppare le destinazioni funzionali originali, fino ad un massimo di 40 classi, attribuendo a ciascuna un nome specifico (cfr. Figura 10.5).

Per ogni classe è possibile scegliere le destinazioni funzionali da aggregare, attraverso un'apposita finestra di dialogo che riporta la totalità delle voci previste dalla legenda unificata del mosaico (cfr. Figura 10.6).

Anche in questo caso il risultato della procedura è costituito da una tabella nella quale per tutte le classi scelte dall'utente sono indicate le rispettive superfici (cfr. Tabella 10.9).

Il risultato di tale procedura può essere anche utilizzato per una specifica rappresentazione grafica, at-

traverso la creazione di una «LookUp Table» (LUT), cioè una tabella che riporta i valori di dominio per ogni voce di destinazione funzionale del MISURC. Dalla LUT si genera una tabella in formato «.dbf» in cui rappresentare le classi precedentemente create (cfr. Figura 10.1).

10.5. Considerazioni e sviluppi relativi al mosaico informatizzato

Alla luce dei contenuti e delle metodologie che hanno determinato la costruzione del MISURC attuale, vanno sottolineate alcune considerazioni circa il carattere e il significato delle informazioni contenute dal punto di vista urbanistico.

Le cartografie del MISURC non rappresentano lo stato giuridico del territorio, ovvero la loro lettura non sostituisce quella del Piano Regolatore in quanto:

- la restituzione avviene a seguito di una legenda unificata;
- non c'è alcun riferimento alle zone omogenee di cui alle normative nazionali e regionali;
- la tavola di azionamento originale del PRG è confrontata con lo stato di attuazione delle previsioni desunte dalla base cartografica;
- non sono contenute informazioni riguardanti gli indici ed i parametri urbanistici.

L'utilizzo di una legenda unificata comporta necessariamente la semplificazione delle voci di legenda dei PRG e la loro riclassificazione all'interno di categorie predefinite, seppur sufficientemente articolate ed ampie.

Può infatti capitare che zone urbanistiche analoghe siano ricomprese all'interno di voci differenti della legenda unificata. Queste possibilità riguardano zone urbanistiche speciali, spesso in via di trasformazione, che ricadano in ambiti territoriali sottoposti a disciplina specifica.

Tabella 10.9 – Risultato della procedura Aggregazione libera aree DEST

TOT	COD_ISTAT	TOT_COM	AREA_DEST	AREA1001	AREA1002	AREA1003	AREA7505	DIFF
	15002	46765764,1	44803317,4	2080364,8	0,0	531015,5	0,0	1962446,6
	15050	17216213,9	16824695,3	222037,5	0,0	96364,4	0,0	-655,29
Totale		63981978,0	61628012,7	2302402,3	0,0	627379,9	0,0	...

La mancanza di un esplicito riferimento alle zone omogenee (Zona A, B, C...) se ha come vantaggio quello di disgiungere la lettura dello strumento urbanistico dalla rigidità delle normative in materia urbanistica, comporta l'impossibilità di valutare sempre l'appartenenza dei singoli perimetri ad ambiti consolidati o ad ambiti di espansione. Inoltre la tavola di azzonamento del PRG viene confrontata con lo stato del suolo desunto dalla base cartografica (CTR Regione Lombardia) o da foto aeree al fine di verificare quali delle previsioni contenute nel PRG siano già attuate al momento della sua acquisizione. In base a tale lettura, viene attribuito al singolo poligono il reale stato.

In ragione di quanto appena indicato, attraverso il MISURC risulta difficile compiere verifiche ed elaborazioni in merito ad aspetti quantitativi legati al dimensionamento dei PRG in termini di superfici di espansione e di processi insediativi di urbanizzazione.

L'ultimo aspetto riguarda infine la mancanza di riferimenti ai parametri ed agli indici volumetrici contenuti nello strumento originale: la lettura del territorio attraverso il MISURC rende pertanto possibili analisi «bidimensionali», eludendo evidentemente elaborazioni riguardanti la capacità e il dimensionamento degli strumenti urbanistici.

Sulla base di queste considerazioni, al fine di migliorare ed ampliare lo stato della conoscenza del territorio, anche in termini di previsioni urbanistiche comunali, la Provincia di Milano ha recentemente avviato attività finalizzate all'acquisizione «fedele» degli strumenti urbanistici informatizzati secondo opportune logiche GIS, perfettamente integrabili con la struttura logica del MISURC, al fine di renderlo il più completo possibile e ancor più utile nei processi di pianificazione a scala vasta.

In particolare, in occasione dell'ultimo aggiornamento del MISURC (terzo aggiornamento 2003-2004), la Provincia di Milano ha definito alcune nuove specifiche tecniche per la realizzazione del mosaico, al fine di archiviare nella struttura dati anche le informazioni relative ai valori dei principali indici urbanistici indicati per le diverse zone omogenee nelle NTA dei PRG comunali. Nella fase di acquisizione dei dati e di compilazione delle schede di lettura dei PRG, i valori degli indici urbanistici vengono inseriti in appositi item aggiunti alla struttura delle tabelle MOS_PRG.CLA, <NOME_DAT>.CLA e <NOME_DAT>.CLA.DBF.

Gli indici considerati, qui riportati in elenco, sono quelli ritenuti sufficienti per la costruzione di un indice sintetico di «edificazione/edificabilità» delle aree:

- UT Indice di utilizzazione territoriale (mq/mq);
- UF Indice di utilizzazione fondiario (mq/mq);
- IT Indice di fabbricabilità territoriale (mc/mq),
- IF Indice di fabbricabilità fondiaria (mc/mq);
- VOL Volume (mc);
- SLP Superficie lorda di pavimento (mq);
- H Altezza massima (m);
- RC Rapporto di copertura (mq/mq).

L'utilizzo di questi nuovi dati del mosaico sarà presto sperimentato su un primo gruppo di Comuni già aggiornati in tal senso.

10.6. Diffusione del mosaico

In considerazione dello stato di maturità del prodotto dal punto di vista della struttura informatizzata, la Provincia di Milano ha orientato i propri sforzi in due direzioni: il continuo aggiornamento dei contenuti del MISURC e la divulgazione dello strumento verso altri soggetti. Il mosaico informatizzato, riferito all'intero territorio provinciale, è infatti oggetto di costante aggiornamento, nel tentativo di mantenere allineati i propri contenuti con gli strumenti urbanistici vigenti sul territorio. Attualmente la Provincia di Milano sta lavorando per avere un aggiornamento del MISURC praticamente continuo riferito alla totalità dei Comuni, in considerazione del fatto che, dall'approvazione del PTCP, gli strumenti urbanistici comunali vengono trasmessi alla Provincia per acquisirne il parere di compatibilità.

Risulta infatti quasi inutile sottolineare che, solamente in questo modo, il MISURC può continuare a svolgere un ruolo chiave nel campo della conoscenza delle evoluzioni del territorio, per quanto le dinamiche di sviluppo del territorio milanese spesso risultino ancor più rapide e difficilmente ascrivibili nel solo campo delle decisioni urbanistiche.

Ben più delicata risulta la questione legata alla divulgazione del mosaico. La Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale ha avviato da tempo specifiche azioni che hanno portato ad una prima pubblicazione del MISURC all'interno del proprio sito internet. La pubblicazione ha per ora riguardato elu-

sivamente delle tavole in formato immagine relativamente alle destinazioni funzionali e ai vincoli.

La pubblicazione, per quanto necessariamente limitata attualmente, è orientata a sensibilizzare altri soggetti, le amministrazioni comunali in prima battuta, anche con l'obiettivo di attivare un circolo virtuoso che aumenti il grado di qualità del dato e la sua frequenza di aggiornamento.

L'auspicabile diffusione del mosaico e l'utilizzo della legenda unificata faciliterebbero notevolmente le procedure di acquisizione e interpretazione degli strumenti urbanistici in fase di aggiornamento del mosaico stesso, riducendone sensibilmente i costi.

La Provincia di Milano ha avviato inoltre alcune piattaforme per la pubblicazione di informazioni territoriali attraverso strumenti WebGIS. Attraverso tali strumenti potrà essere resa disponibile anche una versione del MISURC di tipo interattivo, ovvero con la possibilità di consultare gli attributi dei dati visualizzati all'interno di una mappa. Potranno pertanto essere consultati una mappa e i relativi attributi anche con la possibilità di: eseguire alcune semplici elaborazioni spaziali tipiche degli applicativi GIS; stampare la cartografia visualizzata; scaricare file di stampa per porzioni del territorio provinciale in formato e in scala predefiniti; scaricare gli strati informativi del mosaico.

Dati il carattere specifico e la complessità delle informazioni da pubblicare attraverso tali strumenti WebGIS, la consultazione di tali mappe e la disponibilità degli strati informativi saranno inizialmente riservate a specifiche categorie di utenti, prevalentemente afferenti agli enti amministrativi.

Sempre con l'obiettivo di divulgare lo strumento del mosaico, la Provincia di Milano ha appositamente prodotto e distribuito, in allegato ad una pubblicazione, un compact disk interattivo, contenente gli strati del MISURC, con riferimento all'aggiornamento del 2000.

Il supporto informatico scelto consente di individuare, in linea di massima, le potenzialità della consultazione di un dato geografico attraverso strumenti GIS. Infatti, attraverso un apposito programma e la relativa interfaccia di consultazione, le informazioni del mosaico vengono visualizzate con la stessa grafica delle tavole del MISURC e sono possibili alcune interrogazioni di tipo spaziale.

Per quanto risulti impossibile modificare gli strati informativi contenuti nel CD, è lasciata la possibilità di eseguire alcune interrogazioni spaziali, tipica dei software GIS, con particolare riferimento alla consultazione del dato e dei relativi attributi, alla sovrapposizione di più strati informativi, alla stampa di cartografie con relativi attributi e legende.

11. La valutazione strategica del PTCP

Giorgio Baldizzone, Marco Banderali, Marco Broglia, Valentina Montemurri, Manuela Panzini

All'interno del processo di predisposizione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, sono state avviate alcune attività parallele finalizzate alla costruzione di uno strumento di valutazione delle scelte del piano stesso. La Valutazione Strategica (VaSt), intesa pertanto come uno dei sistemi di supporto alle decisioni, è stata compiuta anche grazie ad una serie di strumenti e procedure messi a disposizione degli uffici del SIT, con particolare riferimento alle procedure di analisi, elaborazione e trattamento dei dati territoriali.

11.1. La valutazione ambientale strategica

Gli obiettivi sullo sviluppo sostenibile sottoscritti all'Earth Summit di Rio de Janeiro del 1992 hanno sollecitato le nazioni partecipanti ad intraprendere azioni di vario tipo (provvedimenti legislativi, circolari, linee guida, rafforzamenti delle istituzioni ecc.) finalizzate a dare alle tematiche ambientali maggiore peso nelle decisioni di livello strategico. Il Manuale per la valutazione ambientale dei Piani di Sviluppo Regionale e dei Programmi dei Fondi Strutturali dell'UE definisce la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) come «un processo sistematico teso a valutare le conseguenze sul piano ambientale delle azioni proposte – politiche, piani o iniziative nell'ambito di programmi – ai fini di garantire che tali conseguenze siano incluse a tutti gli effetti, affrontate in modo adeguato fin dalle prime fasi del processo decisionale e poste sullo stesso piano delle considerazioni di ordine economico e sociale».

Molte delle caratteristiche della VAS sono dovute all'elevato grado di incertezza della valutazione e

al legame molto stretto con il processo politico di decisione. L'elevata incertezza è dovuta sia alla maggiore aleatorietà dei contorni del problema sia alla maggiore difficoltà di reperimento dei dati necessari a valutare anticipatamente le conseguenze ambientali delle decisioni di tipo strategico.

La valutazione ambientale dei progetti (Valutazione di Impatto Ambientale - VIA, internazionalmente nota come Environmental Impact Assessment - EIA) è ormai largamente praticata in molti Paesi nel mondo e si è dimostrata efficace al fine di migliorare il progetto ed assicurare una maggiore compatibilità con l'ambiente. Tra i limiti della procedura che ancora devono essere risolti alcuni sono legati alla mancanza di forme di valutazione ambientale sulle scelte strategiche prese a monte della fase progettuale. Le differenze che caratterizzano la VAS rispetto alla procedura di VIA per i progetti sono, come già detto, essenzialmente legate alla maggiore incertezza del processo politico e alla maggiore indeterminazione dei dati a disposizione. Queste comportano un approccio improntato alla massima flessibilità ed adattabilità, che sia facile ed accessibile e che permetta valutazioni qualitative e previsioni di massima.

La recente adozione da parte del Parlamento e del Consiglio dell'UE della nuova direttiva «Concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente» (n. 2001/42/CE del 27/06/01, meglio nota come direttiva VAS) individua nella valutazione ambientale un «[...] fondamentale strumento per l'integrazione di carattere ambientale nell'elaborazione e nell'adozione di piani, in quanto garantisce che gli effetti dell'attuazione dei piani [...] siano presi in considerazione durante la loro elabora-

zione e prima della loro adozione». La VAS riguarda i processi di formazione dei piani più che i piani in senso stretto: si tratta quindi di uno strumento di aiuto alla decisione (Decision Support System), più che di un processo decisionale in se stesso.

La VAS permette di giungere ad un processo in cui il piano viene sviluppato basandosi su un più ampio set di prospettive, obiettivi e costrizioni, rispetto a quelli inizialmente identificati dal proponente. Inserendo la VAS nel processo lineare «proponente-obiettivi-decisori-piano», in effetti si giunge ad una impostazione che prevede il ricorso a feedback in corso d'opera, rompendo il percorso lineare stesso, così da meglio calibrare l'intero processo. In effetti la VAS deve essere vista più come uno «strumento» di formulazione del piano che come un documento in senso stretto. Dal punto di vista operativo la VAS deve basarsi da un lato su metodologie semplici e mirate espressamente al livello strategico, dall'altro su banche dati organizzate, senza il cui supporto informativo è impossibile qualsiasi valutazione.

11.2. La valutazione strategica del PTCP della Provincia di Milano: criteri e metodi

Il processo di valutazione strategica del PTCP della Provincia di Milano è stato denominato con l'acronimo VaSt, intendendo con esso una Valutazione Strategica del Piano non solo dal punto di vista ambientale (riferendosi quindi alle procedure e alle metodologie della VAS), ma anche da quello più strettamente territoriale. Oltre ad esperienze internazionali, uno dei riferimenti concreti per la messa a punto delle linee metodologiche per la costruzione dello strumento di Valutazione Strategica (di seguito VaSt) del PTCP è stato il «Manuale per la valutazione ambientale dei Piani di Sviluppo Regionale e dei Programmi dei Fondi strutturali dell'Unione Europea» (Commissione Europea, DGXI Ambiente, Sicurezza Nucleare e Protezione Civile, agosto 1998).

La valutazione ambientale costituisce un importante strumento per l'integrazione delle considerazioni di carattere ambientale nell'elaborazione e nell'adozione di taluni programmi, in quanto garantisce che gli effetti dell'attuazione dei piani e programmi in questione siano considerati durante la loro elaborazione e prima della loro adozione. È in quest'ottica che si inserisce la VaSt del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano, che fa

propria l'ecosostenibilità, secondo una strategia di fondo trasversale a tutte le componenti del territorio e che costituisce una delle precondizioni per lo sviluppo degli obiettivi generali e specifici del PTCP. Per ecosostenibilità si intende l'assunzione di criteri di sviluppo sostenibile nella definizione di tutte le politiche di programmazione, con particolare attenzione alla riduzione della pressione da inquinamento, allo sviluppo della mobilità secondo criteri di minimizzazione degli impatti, alla promozione del risparmio energetico e dell'utilizzo di tecnologie innovative ecocompatibili alla reintroduzione di elementi naturalistici mediante la costruzione di una rete ecologica provinciale. L'assunzione, da parte del PTCP, dei temi dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile, quali principi base dell'azione pianificatoria, può consentire l'effettiva integrazione tra le tematiche ambientali e le scelte insediative e di sviluppo in generale. Infine la procedura di VaSt del PTCP prevede la messa a punto di strumenti e modelli previsionali che consentono di delineare scenari futuri, in funzione delle politiche territoriali ipotizzate, al fine di assegnare valori ad un set di indicatori, scelti sulla base della loro aderenza agli obiettivi generali e specifici individuati dal PTCP.

Dal confronto tra gli indicatori relativi alla situazione esistente e quelli relativi agli scenari futuri si ricavano informazioni utili sia ai tecnici, impegnati nella stesura del Piano, che ai decisori politici, necessitanti di elementi specifici per compiere le loro scelte.

Sono state sviluppate analisi qualitative e quantitative (cfr. Figura 11.1).

Le analisi qualitative si concretizzano attraverso due tipologie di strumenti:

- le matrici di controllo,
- i criteri di potenzialità territoriale.

Si è partiti dalla costruzione di una *prima matrice generale di controllo* (tra obiettivi generali e criteri generali), così da produrre indicazioni sull'impatto delle politiche di Piano sin dalle prime fasi di definizione delle stesse. Tali indicazioni hanno fornito gli elementi di strategicità che poi sono stati utilizzati quale fondamento nella costruzione della struttura del Piano. Oltre alle matrici, le analisi qualitative definiscono dei criteri di potenzialità territoriale espressi in funzione della idoneità del territorio ad accogliere attività residenziali e produttive o ad essere conservato

nel suo stato di naturalità. Successivamente i dati elaborati secondo i criteri sono stati georeferenziati e hanno dato origine a specifiche mappature. A tali mappe si sono sovrapposti i progetti di Piano.

Per quanto riguarda le analisi quantitative, la prima Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA) della Provincia di Milano, iniziata nel 1998 e pubblicata nel 2000, è divenuta elemento conoscitivo di base sia per la costruzione del Piano che per il processo di VaSt. Successivamente si è proceduto ad un'analisi degli indicatori assunti dalla RSA, al fine di ottenerne una selezione in funzione delle specifiche competenze dell'amministrazione provinciale in generale e di quelle del PTCP in particolare, unitamente a quelle comunali. Il set di indicatori prescelto è stato visto come strumentale alla valutazione del Piano e non alla rappresentatività dell'ambiente e del territorio provinciale, non volendo costruire una nuova RSA in forma ridotta ma un effettivo strumento valutativo del Piano. È stato così costituito un set di indicatori specifici per la valutazione di compatibilità delle azioni di Piano con gli obiettivi dello stesso. Il set è formato da 24 indicatori, di cui:

- alcuni coincidono con gli indicatori di sostenibilità destinati alla valutazione degli strumenti urbanistici comunali (si veda il paragrafo specifico);
- altri sono stati selezionati espressamente per la valutazione.

Il set di indicatori è stato costruito sulla base dell'articolazione dei tre sistemi strutturanti del Piano, il *sistema ambientale*, quello *insediativo* e quello *infrastrutturale*. Attraverso l'implementazione di un opportuno software «dashboard»¹, si sono ottenuti

¹ Il metodo *Dashboard of Sustainability* concettualmente è stato sviluppato a partire dai primi anni Novanta dal JRC della Commissione Europea con l'ausilio di ricercatori esterni e sotto l'egida dell'International Institute For Sustainable Development (Canada). Con la parola Dashboard si definisce specificamente il software (scaricabile da http://esl.jrc.it/envind/db_it.htm) sviluppato da Jochen Jesinghaus del JRC di Ispra (Varese, Italia). Una volta impostata la composizione generale degli indicatori/indici, questo software è in grado di visualizzare in un quadro sintetico lo stato attuale di una nazione, regione ecc. La Provincia di Milano ha intuito le potenzialità del sistema e, per la prima volta, lo ha applicato a fini valutativi non solo allo stato attuale ma ad un possibile stato futuro, aiutando fra l'altro il JRC a migliorarne l'implementazione, ad esempio, per aumentare la comunicabilità con l'uso di cartografie applicate al sistema degli indicatori.

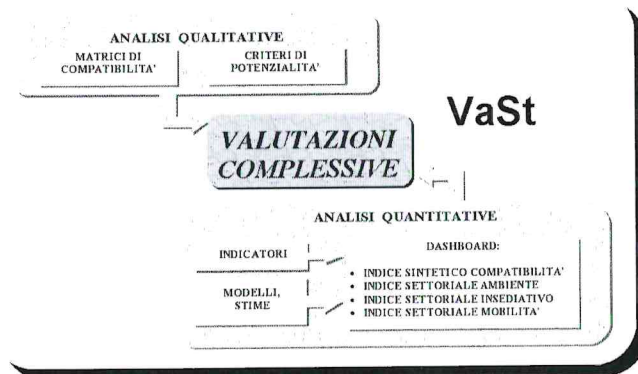


Figura 11.1 – Analisi e relativi strumenti del processo di VaSt

tre Indici Settoriali (insediativo, ambientale e mobilità) e un Indice Sintetico di Compatibilità.

Le risultanze numeriche degli indicatori derivano da elaborazioni tramite modelli di simulazione, ove possibile, e da stime derivanti da analisi comparative e da proiezioni temporali messe a punto da un «panel» di tecnici ed esperti di settore. Il tutto ha portato alla costruzione dei diversi scenari al tempo T0 (2002) e al tempo T1 (2010) di implementazione del Piano. Nell'ottica metodologica utilizzata, il processo di VaSt viene visto come dinamico, e, quindi, migliorativo, con eventuali ottimizzazioni degli strumenti in corso di utilizzazione anche in funzione del monitoraggio e delle valutazioni future. Sono infatti previste delle valutazioni in itinere, che seguano il monitoraggio del Piano anche con la produzione di documenti specifici e con rapporti periodici.

Sono stati inoltre introdotti alcuni indicatori di sostenibilità che, pur non esaustivi, sono stati individuati per misurare la sostenibilità delle previsioni rispetto alle problematiche più significative: elevata impermeabilizzazione dei suoli (che compromette la qualità e il regime idrogeologico dei corsi d'acqua); riuso del territorio urbanizzato; bassa dotazione di copertura vegetale (che ha riflessi anche sulla qualità dell'aria); frammentazione industriale (fra le cause principali della frammentazione del territorio); accessibilità alle stazioni di interscambio (incentivare il mezzo pubblico, ridurre la congestione); connettività ambientale.

Il PTCP ha individuato sette indicatori per misurare alcuni dei principali effetti di carattere territoriale derivanti dalle scelte di pianificazione comunale; in pratica mediante questi il Piano intende valutare, anche numericamente, la qualità delle previsioni contenute negli strumenti urbanistici comunali.

Gli *Indicatori di Sostenibilità* sono:

1. riuso del territorio urbanizzato;
2. permeabilità dei suoli urbani;
3. dotazione di aree verdi piantumate;
4. frammentazione degli insediamenti produttivi;
5. accessibilità alle stazioni ferroviarie e/o metropolitane: parcheggi di interscambio;
6. dotazione di piste ciclopeditoni;
7. connettività ambientale.

11.3. Le analisi qualitative

Qualsiasi luogo è il risultato di processi fisici, biologici ed antropici, dinamici e storici in continua evoluzione; tali processi divengono essi stessi valori (anche di carattere sociale) e rendono il luogo adatto a certi usi del suolo, singoli o multipli. Il problema che si pone è di individuare i caratteri che predispongono ad un certo uso piuttosto che ad un altro.

Le potenzialità di ogni luogo derivano dall'interazione dei processi naturali ed antropici che lo riguardano; individuandole si può definire l'uso migliore per ogni luogo; se i valori intrinseci non vengono compromessi da un certo uso, vuol dire che lo stesso è compatibile con il luogo; in alcuni casi sono compatibili usi multipli, tutti ugualmente accettabili; in altri casi è palesemente indicato un uso e sconsigliato un altro uso: occorre allora una scelta politica.

L'utilizzo della base informativa presente nel SIT attraverso software GIS diviene un procedimento governato e finalizzato alla «valutazione strategica» che consente una gestione intelligente e interattiva dei processi di conoscenza. Nel caso in oggetto si sono scelte tre tematiche specifiche:

- il tema della *conservazione* ovvero del mantenimento degli equilibri ecologici e dei processi che garantiscono tali equilibri;
- il tema del *produttivo* ovvero del mantenimento della localizzazione di attività che consentono un miglioramento dei tassi di produzione e dei livelli economici;
- il tema del *residenziale* che affronta il ruolo dello sviluppo sociale nello sviluppo sostenibile.

Tali tematiche risultano idonee a rappresentare le realtà evolutive del territorio provinciale e a trattare i tre elementi sostanziali della sostenibilità.

Lo strumento che consente la costruzione di una cartografia delle potenzialità è un GIS, il quale per-

mette di standardizzare ed aggregare criteri differenti connessi alle caratteristiche di un territorio. Nello strumento GIS la valutazione multicriteri (intesa come quella basata su una serie di criteri multipli) viene affrontata in due modi:

1. nel primo l'aggregazione dei criteri viene realizzata mediante un approccio booleano (secondo la logica vero-falso); tale logica di aggregazione dei valori territoriali è stata usata per la costruzione delle basi dati relative ai vincoli sovraordinati (D.Lgs. 490/99);
2. nel secondo, che si utilizza quando si ha un dato misurato che varia in continuo, occorre definire una standardizzazione mediante la quale operare la classificazione dei valori. Definita la logica di aggregazione, lo strumento consente di realizzare, mediante una successiva classificazione, la standardizzazione e sovrapposizione di tutte le basi dati.

Le cartografie delle potenzialità sono state ottenute tramite un processo di sovrapposizione (overlay) di tematismi, selezionati tra quelli disponibili, al momento dello sviluppo del PTCP, presso il SIT della Provincia di Milano.

Nel complesso i passi che hanno composto la procedura di overlay (cfr. Figura 11.2) possono essere così sintetizzati:

- scelta dei tematismi necessari alla definizione delle mappe tematiche;
- rasterizzazione dei tematismi vettoriali prescelti;
- riclassificazione degli elementi areali ottenuti mediante il processo di rasterizzazione;
- somma (sovrapposizione) degli elementi areali riclassificati.

Il processo di sovrapposizione è avvenuto utilizzando i tematismi, originariamente disponibili in formato vettoriale, in un formato raster² di più sempli-

² La semplificazione del processo di sovrapposizione mediante l'utilizzo del formato raster consiste essenzialmente nella definizione del quantitativo degli elementi areali partecipanti alla elaborazione che sono, nel caso della gestione in formato raster, di una numerosità fissata a seconda della dimensione prescelta delle celle, ed invece di una numerosità incontrollabile (funzione delle intersezioni degli elementi vettoriali di cui è composto il tematismo) nel caso dell'utilizzazione del formato vettoriale.

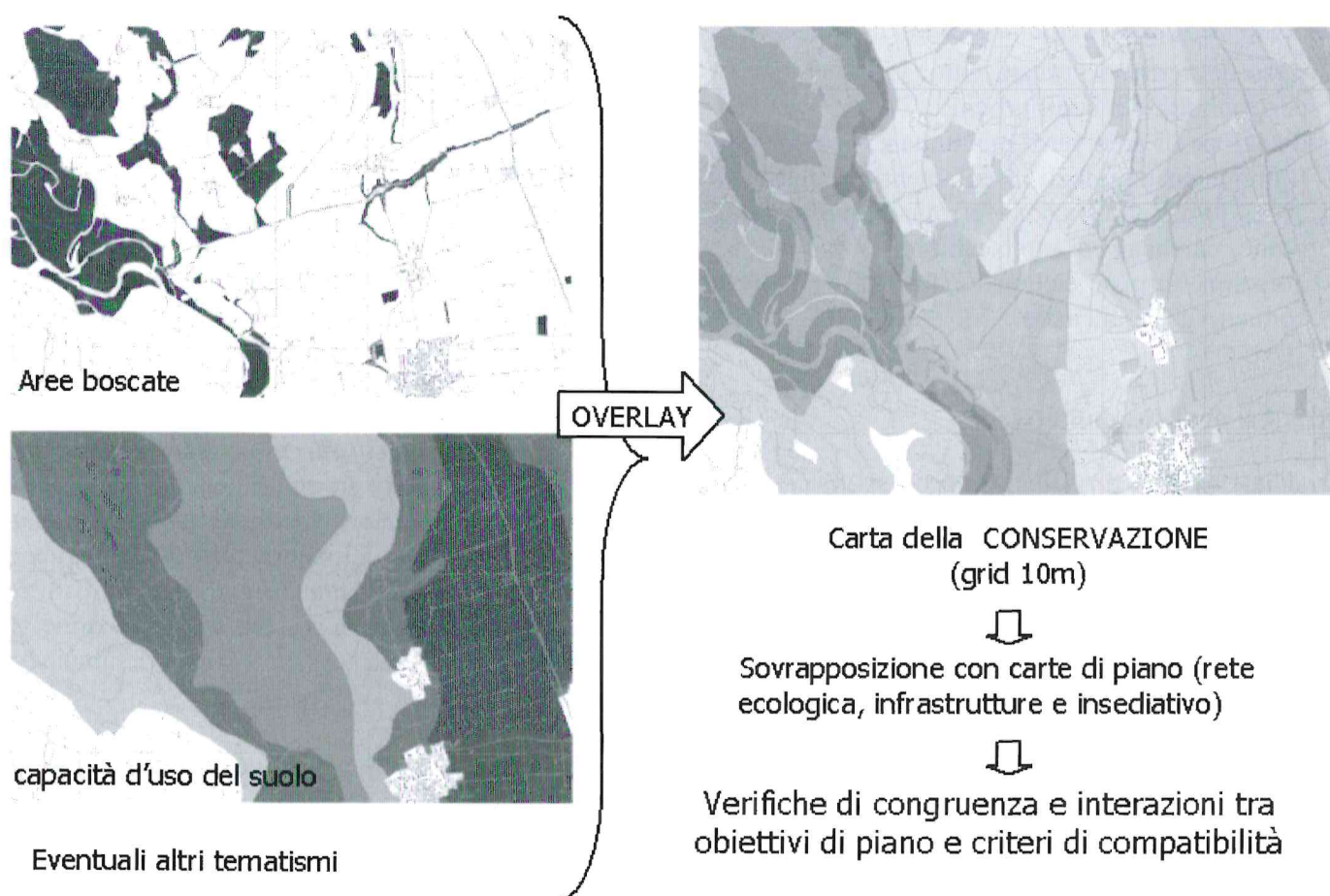


Figura 11.2 – Schema logico di redazione di una mappa di potenzialità: il caso della conservazione

ce gestione per le successive elaborazioni. Questa trasformazione, detta rasterizzazione, è stata ottenuta mediante un apposito software³ e consiste nella scomposizione degli elementi territoriali (lineari e poligonali) oggetto del singolo tematismo, in somma di elementi areali di maglia quadrata desiderata. Si è stabilito di operare con una maglia di 10x10 metri sulla base della volontà di garantire una scala massima di rappresentazione finale delle elaborazioni pari a 1:10.000. Quindi l'intero territorio provinciale è stato scomposto in celle (pixel) di dimensione 10x10 metri ad ognuno dei quali sono corrisposti tanti valori (attributi) quanti sono stati i tematismi selezionati per la costruzione della singola mappa. Gli attributi collegati all'elemento areale sono stati sia di tipo booleano (per esempio presenza od assenza di un certo vincolo) che di tipo continuo (per esempio caratteristiche relative alla litologia superficiale).

La successiva operazione di riclassificazione ha permesso di attribuire ad ognuna delle celle prima

definite, mediante la rasterizzazione, e quindi ad ognuno dei tematismi precedentemente selezionati, un valore numerico, che si è deciso compreso tra 0 e 10. Al termine di questa operazione se, ad esempio, per la definizione di una certa mappa si fossero selezionati 5 tematismi, ci si ritroverebbe ad avere, per ognuna delle celle frutto della rasterizzazione, a fronte di 5 operazioni di riclassificazione, 5 valori numerici compresi tra 0 e 10.

La metodologia utilizzata per l'attribuzione dei punteggi ad ogni valore dell'attributo del tematismo, e quindi ad ogni cella, si basa sul metodo del confronto a coppie dei possibili attributi. Nel confronto a coppie, supponendo di avere 3 possibili attributi per gli elementi che compongono un certo tematismo, questi vengono inseriti in una matrice come indicato nella Figura 11.3.

Ogni riga (ad esclusione della prima d'intestazione) contiene il confronto dell'attributo presente nella prima cella della riga stessa con gli attributi presenti nella prima riga della matrice. Il confronto avviene sapendo di avere a disposizione per ognuno dei

³ ArcView v.3.2 con estensione Spatial Analyst v.1.1.

	a	b	c
a	–	90	40
b	10	–	80
c	60	20	–

Figura 11.3 – Matrice dei confronti a coppie tra gli attributi a, b, c di un generico tematismo

confronti stessi un totale di 100 punti cosicché se nel confronto di «a» con «b» si attribuiscono 90 punti ad «a», nel confronto di «b» con «a» saremo obbligati ad attribuire a «b» 10 punti. Il punteggio totale ottenuto da ognuno degli elementi confrontati è pari alla somma dei valori delle celle che compongono la relativa riga come nel seguito evidenziato:

- *punteggio attributo a* = $p_a = 90 + 40 = 130$;
- *punteggio attributo b* = $p_b = 10 + 80 = 90$;
- *punteggio attributo c* = $p_c = 60 + 20 = 80$.

Il valore normalizzato attribuibile ad ogni cella del tematismo contraddistinta dall'attributo a, b o c viene infine ricavato dividendo il punteggio ottenuto dall'attributo diviso per il massimo punteggio ottenuto tra gli elementi e moltiplicando il risultato per 10.

- *punteggio normalizzato a* = $p_{na} = p_a * 10 / p_{max} = (130 * 10) / 130 = 10.0$;
- *punteggio normalizzato b* = $p_{nb} = p_b * 10 / p_{max} = (90 * 10) / 130 = 6.9$;
- *punteggio normalizzato c* = $p_{nc} = p_c * 10 / p_{max} = (80 * 10) / 130 = 6.1$.

Ultimo passaggio attuato è stata la sovrapposizione dei tematismi. Questa avviene sommando algebricamente, per ogni cella in cui è stata suddivisa la Provincia, i valori normalizzati a questa assegnata sulla base della metodologia appena descritta. Al termine della fase di sovrapposizione, ogni cella sarà contraddistinta da un valore compreso tra 0 e $n * 10$ (dove n è il numero di tematismi selezionati).

La definitiva ripartizione in un numero significativo di classi di potenzialità (per esempio 10), riscontrabili in una apposita legenda, si ottiene dividendo il range di valori delle celle, ottenuto mediante l'attuazione della metodologia sin qui mostrata, nel numero stabilito di classi (10 in questo esempio) di uguale ampiezza. Maggiore sarà il valore assunto dalla cella con riferimento ad una certa potenzialità e maggiore sarà quindi la potenzialità in tal senso.

11.4. Le analisi quantitative

La fase quantitativa punta a formulare bilanci ambientali della situazione esistente (lo stato al tempo zero: T0) e degli scenari futuri (gli stati ai tempi 1, n, n+1: T1, Tn, Tn+1), generati sia dalla realizzazione delle azioni di piano (per le tematiche di competenza del piano), che dalle trasformazioni territoriali indotte dalle logiche di sviluppo dei singoli Comuni (per le tematiche di competenza comunale). La fase quantitativa ha inizio con la selezione degli obiettivi di piano, generali prima, specifici poi, che si ritengono fondamentali e rappresentativi dei cambiamenti territoriali. In prima istanza gli obiettivi specifici vengono scelti sulla base della loro capacità di rappresentare i tre sistemi strutturali (infrastrutturale, insediativo e ambientale). Individuati gli obiettivi specifici di ognuno dei tre sistemi strutturanti, si è proceduto ad individuare un set di indicatori (riportati nella Tabella 11.1) rappresentativo dei tre sistemi.

I valori al momento T0⁴ si ottengono grazie all'interrogazione delle banche dati e alla consultazione di piani di settore. I valori al T1, invece, si stimano attraverso l'individuazione degli effetti generati sia dalle scelte di piano che dalle scelte di sviluppo comunali. Per stimare lo stato del territorio al T1 si sono utilizzate diverse metodologie a seconda della tematica considerata: quando esistono progetti specifici di piano se ne stimano gli effetti (per esempio l'indicatore della connettività ambientale è calcolato, al T1, attraverso il progetto di rete ecologica); quando si tratta di temi inerenti la mobilità si utilizza il modello di simulazione dei trasporti MOVETEMI; quando si tratta di tematiche di competenza non strettamente provinciale si portano i valori al T1 o al rispetto dei vincoli di legge (per esempio i servizi sovracomunali per abitante sono pari, all'anno 2010, a 17.5 mq/abitanti ex LR 1/2001). Una volta stimati gli effetti generati dalle scelte di piano, i differenti scenari che ne conseguono vengono comparati con la situazione T0, attraverso l'elaborazione di indici sintetici settoriali mes-

⁴ In questa prima VaSt, poiché sono state utilizzate diverse fonti, i dati al T0 presentano delle disomogeneità sia per quanto riguarda i metodi di raccolta, che i tempi di rilevamento e di aggiornamento; questo problema potrebbe essere risolto in una fase di aggiornamento delle valutazioni, che dovrebbe essere avvantaggiata dall'opera di sistematizzazione iniziata per la VaSt corrente.

Tabella 11.1 – Set di indicatori utilizzato

<i>Sistema della mobilità</i>		
M01	Tempo medio auto persona	rappresentativo dell'efficienza della rete infrastrutturale
M02	Tempo medio trasporto pubblico persona	rappresentativo dell'efficienza della rete infrastrutturale
M03	Quota modale pendolari	rappresentativo dell'efficienza della rete infrastrutturale e del livello di gradimento del trasporto pubblico rispetto al mezzo privato e dell'efficacia delle politiche di disincentivazione del mezzo privato attuate dal piano
M04	Dotazione di piste ciclopedonali	rappresentativo del livello di offerta di mobilità alternativa
M05	Dotazione di parcheggi in stazioni di interscambio	rappresentativo del grado di incentivazione dell'uso del mezzo pubblico come quello privato
<i>Sistema insediativo</i>		
I01	Comparti monofunzionali su superficie urbanizzata	rappresentativo del grado di monofunzionalità dei centri edificati e dunque della necessità di spostamento casa-lavoro-tempo libero
I02	Verde comunale per abitante	rappresentativo del livello di qualità insediativa dei centri urbani
I03	Abitazioni occupate sul totale del patrimonio edilizio	rappresentativo della dotazione di patrimonio edilizio libero e dunque di verifica della reale necessità di espansione residenziale
I04	Servizi sovracomunali per abitante	rappresentativo del livello di qualità insediativa dei centri urbani
I05	Area urbanizzata su superficie territoriale	rappresentativo del grado di impermeabilizzazione del territorio
I06	Aree in trasformazione a 500 mt dalle stazioni	rappresentativo della disponibilità di aree edificabili o da riutilizzare ad elevata accessibilità e dunque di edificazione prioritaria rispetto a territori meno accessibili
I07	Rapporto tra addetti e attivi	rappresentativo del grado di dipendenza dall'esterno e dunque della generazione o attrazione di pendolarismo
I08	Indice di frammentazione degli insediamenti produttivi	rappresentativo della disaggregazione sul territorio di comparti industriali di piccole dimensioni
<i>Sistema ambientale</i>		
A01	Area arborea su superficie territoriale	rappresentativo della dotazione di aree arboree sia dal punto di vista paesistico-ambientale che di fabbisogno in termini di bilancio del carbonio
A02	Percentuale di rifiuti smaltiti fuori provincia	rappresentativo della capacità di autocontenimento dello smaltimento rifiuti, del fabbisogno di impianti di smaltimento rifiuti e, più in generale, del principio di sostenibilità «think globally, act locally»
A03	Percentuale di territorio servito da impianti di depurazione delle acque	rappresentativo del fabbisogno di impianti di depurazione
A04	Percentuale di aree bonificate sul totale delle aree da bonificare	rappresentativo dello stato di degrado del suolo e del sottosuolo
A05	Percentuale di imprese a rischio di incidente rilevante certificate ISO 14000	rappresentativo del grado di attenzione e di rischio per la qualità ambientale del territorio
A06	Connettività ambientale	rappresentativo del grado di connessione del sistema delle aree verdi
A07	Percentuale di territorio coperto da siepi e filari	rappresentativo del grado di microconnettività tra le aree verdi e del grado di equipaggiamento vegetazionale
A08	Livello di criticità dell'aria	rappresentativo del livello della qualità dell'aria espresso da una serie di variabili rappresentanti le concentrazioni di CO, NO ₂ , SO ₂ , polveri e ozono, e dell'esposizione di popolazioni (animali e vegetali) e beni architettonici e ambientali
A09	Percentuale di rifiuti destinati alla raccolta differenziata	rappresentativo della capacità di recupero dei rifiuti e del fabbisogno di impianti di smaltimento rifiuti
A10	Percentuale di territorio agricolo destinato ad agricoltura biologica	rappresentativo del grado di applicazione di tecniche ecocompatibili e di salvaguardia delle acque di falda
A11	Percentuale di aree a tutela paesistica	rappresentativo del grado di tutela e salvaguardia del territorio non urbanizzato

si a punto da un apposito software, il «Dashboard». Questo metodo consente di verificare i cambiamenti tra T0 e T1, e soprattutto di comprendere se lo sviluppo indotto dalle trasformazioni territoriali si muove nella direzione della sostenibilità indicata dal piano. L'indice sintetico che si ricava dalle elaborazioni del Dashboard, esprime la compatibilità con gli obiettivi di piano, ed è denominato Indice Sintetico di Compatibilità – ISC. Essendo l'ISC desunto dagli obiettivi di piano, e gli obiettivi di piano a loro volta desunti da principi di sostenibilità ambientale, l'ISC indirettamente esprime il grado di compatibilità ambientale delle trasformazioni indotte dal piano stesso.

Lo sviluppo della fase quantitativa richiede, innanzitutto, che siano disponibili dati organizzati e congruenti su tutto il territorio provinciale e che sia

possibile disporre di strumenti modellistici adatti a simulare i diversi scenari che scaturiscono dalle scelte di piano. Funzionalmente agli indicatori, il processo di VaSt si è avvalso di banche dati informatizzate (SIT), di strumenti di simulazione (il modello di mobilità MOVETEMI), e di un software di elaborazione di sintesi dei dati (il Dashboard).

Le banche dati geografiche gestite dal SIT costituiscono un archivio organizzato, strutturato e documentato, dal quale sono stati estratti i dati che costituiscono la base sia per la costruzione delle mappe di potenzialità, che per il calcolo degli indicatori.

MOVETEMI comprende un grafo di rete completamente georeferenziato (cfr. Figura 11.4), derivato dalla Carta Tecnica Regionale in scala nominale 1:10.000 (CTR 1994), e un modello multimodale, comprensivo anche del trasporto pubblico.



Figura 11.4 – Il grafo completo della rete della viabilità e del trasporto pubblico

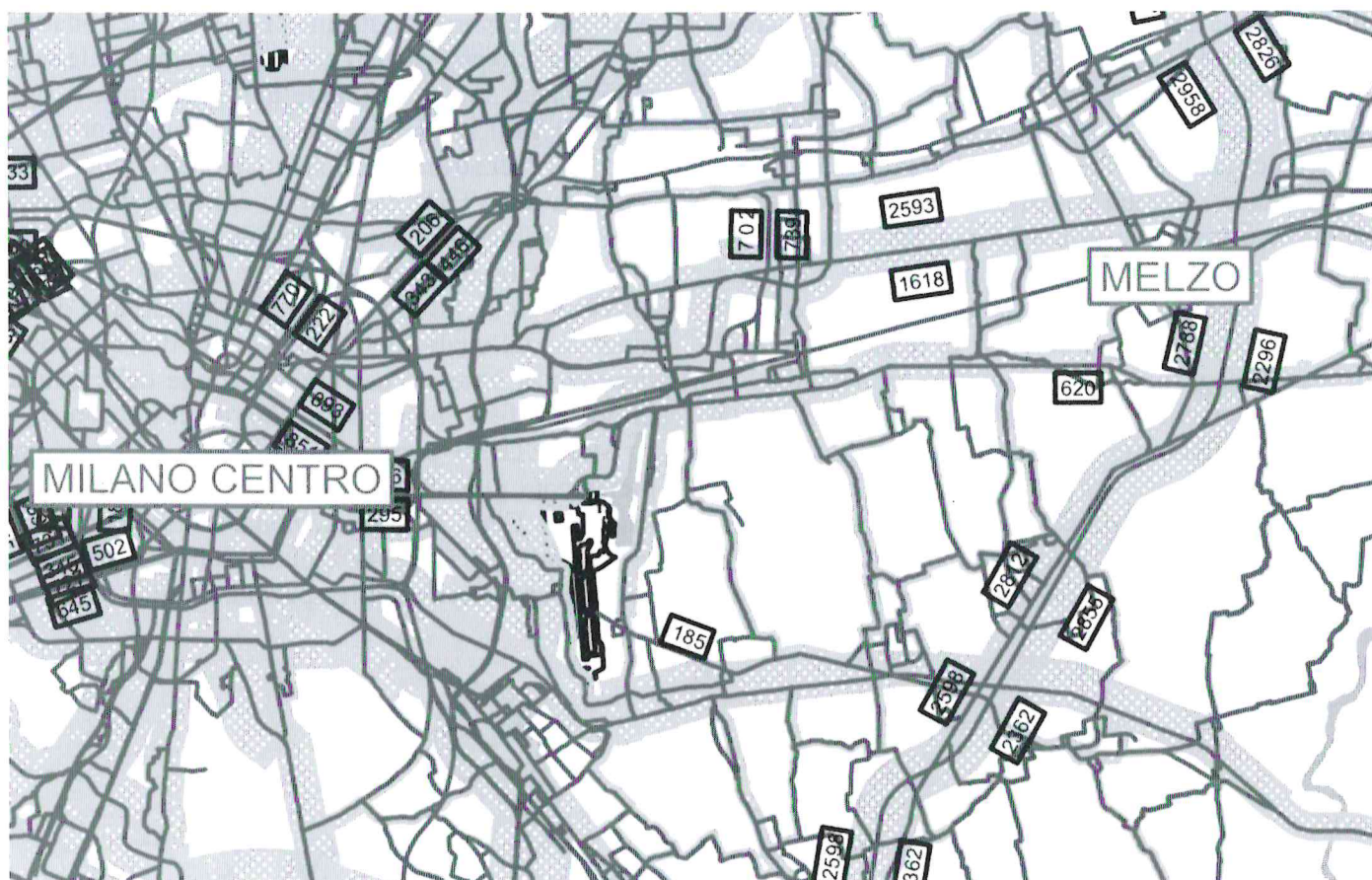


Figura 11.5 – Applicazione del modello viabilità dell'insediamento della Fiera di Milano a Rho-Pero

Esistono inoltre modelli (di generazione, distribuzione e scelta modale), che realizzano nel complesso un modello di domanda. La struttura dei modelli è stata basata sulle «catene di attività» individuali, ipotizzando che le scelte di viaggio siano in realtà dipendenti da un diario giornaliero di attività che le persone (classificate in categorie socioeconomiche) compiono. In questo modo è possibile formulare previsioni, in un campo pure molto variabile come quello del traffico, indagando sul comportamento della popolazione (cfr. Figura 11.5).

Il software di elaborazione di sintesi dei dati, il Dashboard, è basato sull'assunto teorico del benchmarking: esso infatti offre l'opportunità di individuare dei valori di riferimento o soglia, rispetto ai quali confrontare i valori degli indicatori e stabilire quindi la vicinanza o la lontananza di questi ultimi dagli obiettivi di piano. La comparazione tra il dato registrato e il valore soglia suggerisce qualcosa che va oltre le contingenze di un punteggio fornito da un trattamento di dati. L'obiettivo diviene la comprensione di cosa (azione/piano/programma/politica) e come hanno consentito quel risultato. Il Dashboard

elabora dati e li visualizza come due cerchi concentrici, attraverso un processo di aggregazione che va dal cerchio esterno a quello interno, passando quindi da una corona esterna di indicatori o indici ad uno interno di indici⁵ di sintesi riassuntivi. Per esempio, per il sistema ambiente, il cerchio esterno è composto dagli 11 indicatori rappresentativi di specifiche tematiche di settore, quello interno da un Indice Settoriale Ambiente costituito dalla media pesata delle valutazioni relative ai valori degli 11 indicatori sopracitati. Gli indici settoriali Ambiente, Insediativo, Mobilità vengono poi composti nell'indicatore sintetico di compatibilità (cfr. Figura 11.6).

Gli indicatori vengono inseriti nel programma attraverso una tabella Excel, in cui figurano i valori registrati dai singoli ambiti e le soglie di riferimento di positività e negatività.

Attraverso le elaborazioni del programma, i valori degli indicatori vengono rappresentati in termini di gradazione cromatica dal rosso – dove il rosso in-

⁵ Si ricorda che, secondo l'OCSE, un «indice» è una aggregazione di più «indicatori».

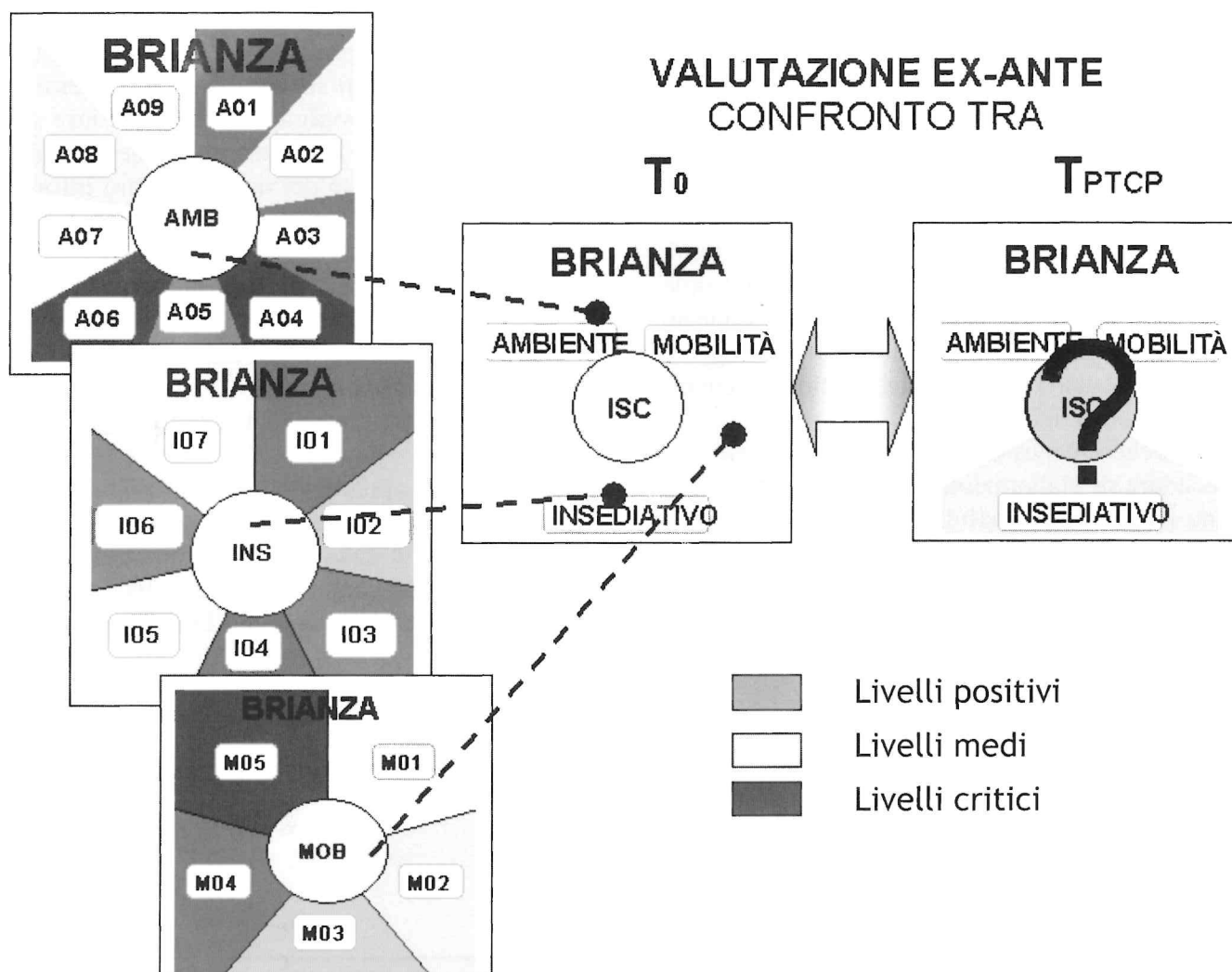


Figura 11.6 – Esempio di elaborazione di un Dashboard

tenso corrisponde a una valutazione molto negativa – al verde, che corrisponde a una valutazione molto positiva.

L'area occupata da ogni indicatore esprime il peso che questo riveste all'interno dell'indice di settore.

Ovviamente l'operazione di pesatura ha considerevoli, ma inevitabili, gradi di soggettività. Nel processo di VaSt della Provincia di Milano, si è scelto di attribuire a tutti gli indicatori lo stesso peso, demandando eventualmente a una fase successiva la ponderazione delle diverse tematiche.

11.5. Metodologia e procedure per il monitoraggio

La realizzazione della VaSt del PTCP di Milano ha comportato un lungo e ampio lavoro multidisciplinare. Questo sforzo ha permesso di realizzare una

delle prime esperienze nazionali di valutazione strategica, applicata peraltro alla principale area urbanizzata del Paese. La sfida principale consiste ora nel completare la sistematizzazione del processo e nell'implementare un costante monitoraggio dell'evoluzione del territorio.

Il monitoraggio, inteso come processo stesso di gestione del piano, deve pertanto basarsi sulla possibilità di raccolte dati e relative elaborazioni periodiche e ripetibili uguali a se stesse. Al tal fine è necessario garantire procedure semi automatizzate o automatizzate in grado di estrarre i dati informativi territoriali da supporto per il calcolo degli indicatori.

In questa fase l'apporto fornito dai Sistemi Informativi Territoriali risulta essere fondamentale non solo per le fasi di elaborazione ma, soprattutto, per le fasi di progettazione della metodologia di moni-

toraggio per quanto riguarda la definizione del trattamento dei dati.

Perché il monitoraggio possa permettere di valutare l'andamento del Piano Territoriale per verificare l'effetto raggiungimento degli obiettivi di piano, nel rispetto dei principi di matrice ambientale che hanno determinato le scelte strategiche, è necessario che i tempi di elaborazione dei dati raccolti siano minimi. Infatti, affinché il monitoraggio possa risultare utile ai decisori è necessario che i dati raccolti vengano messi a disposizione dei soggetti referenti o decisori nel più breve tempo possibile, anche sottoforma di restituzione grafica del Dashboard.

Ma perché ciò possa avvenire è necessario che le procedure di elaborazione e restituzione dei dati siano per quanto possibili automatizzate, ovvero basate su processi di calcolo sempre applicabili attraverso gli strumenti GIS. A loro volta queste procedure automatiche si basano sulla struttura infor-

matica dei dati. Risulta pertanto logico che per definire operazioni programmabili e ripetibili nel tempo la struttura dei dati sia costante e predeterminata al momento dello sviluppo delle procedure stesse. Ciò significa che, indipendentemente dal valore assunto da un attributo del dato, lo strato informativo da cui si deriva il valore deve essere stabile nel tempo.

È pertanto fondamentale determinare:

- il modo di organizzare i dati all'interno delle strutture di archivio;
- la struttura informatica dei dati impiegati per il monitoraggio;
- quali attributi appartenenti ai dati forniranno i dati di input delle procedure;
- le procedure di calcolo per determinare i dati di output delle procedure GIS che, a loro volta, diventano i dati di ingresso del Dashboard.

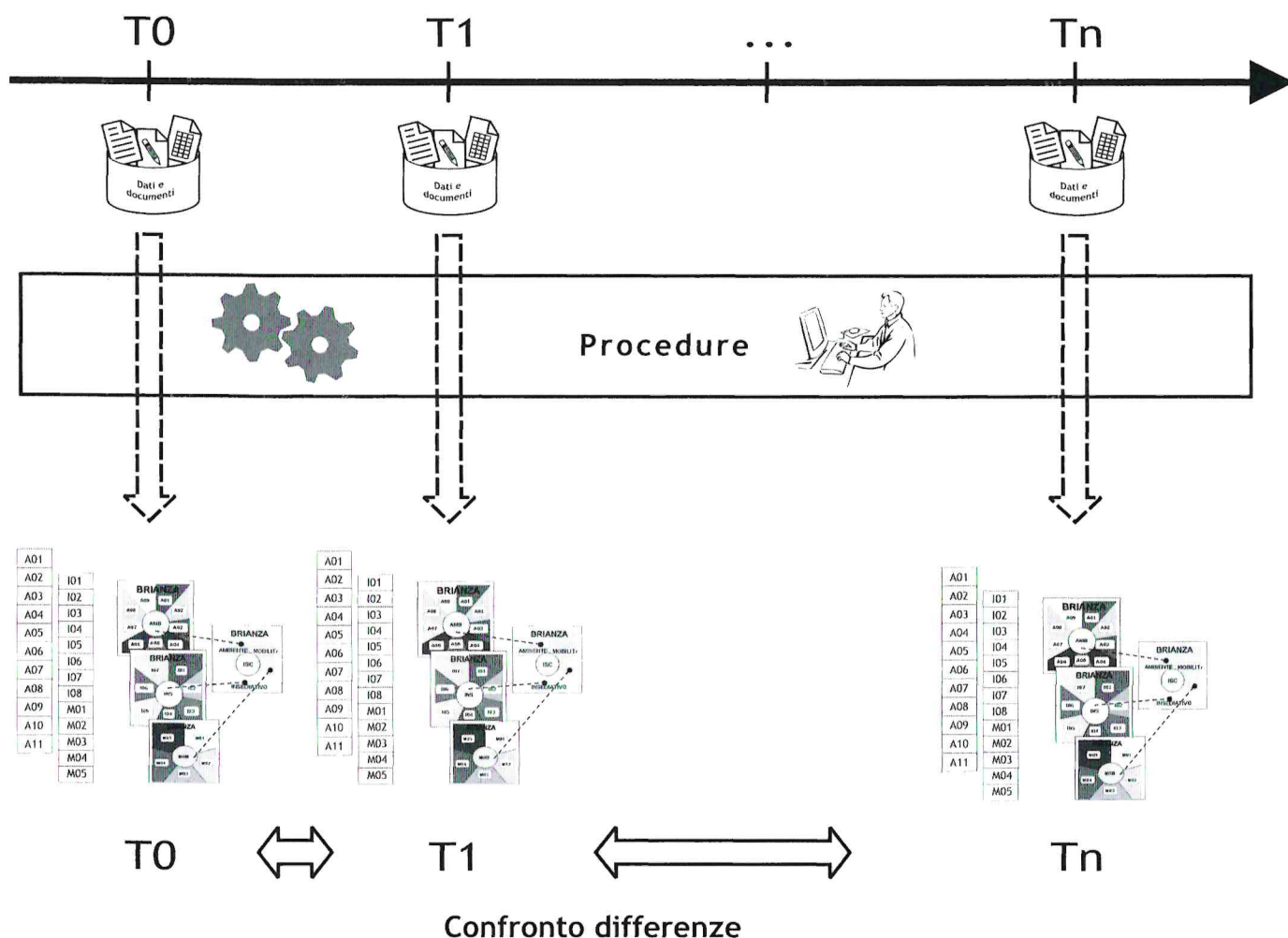


Figura 11.7 – Schema delle procedure per l'elaborazione dei dati

Con riferimento alla Figura 11.7, le fasi per l'elaborazione dei dati necessari alla Valutazione Strategica si basano sui seguenti punti.

Il primo è naturalmente costituito dall'insieme dei dati geografici, che vengono aggiornati, modificati, integrati e archiviati in base alle esigenze degli uffici provinciali e che pertanto costituiscono un elemento per definizione instabile. All'interno di questi dati geografici ne sono stati selezionati alcuni utili per la definizione del set di indicatori della VaSt e per il calcolo del singolo valore associato ad un istante temporale. È proprio su questo sottoinsieme della banca dati che devono essere definiti e stabiliti preliminarmente alle fasi di monitoraggio la struttura informatica e i parametri necessari per il calcolo del valore associato ad ogni singolo indicatore. Questo insieme di dati, contrariamente a tutti gli altri, deve necessariamente essere caratterizzato da una durata indeterminata associata ad una struttura informatica altrettanto stabile.

Il secondo elemento che contraddistingue le fasi di preparazione dei dati è costituito dalle procedure informative automatiche o semiautomatiche di cui abbiamo già accennato: tali procedure, una volta codificate e collaudate, sono conseguenti allo sviluppo di un'apposita programmazione informatica per lo sviluppo di specifiche applicazioni supportate dai software GIS, in grado di compiere elaborazioni ed estrazione dei dati in modo autonomo sulla base di dati di partenza e operazioni di calcolo pianificate.

Il terzo elemento è rappresentato dall'output delle procedure di elaborazione automatiche che costituiscono a loro volta un insieme di dati geografici associati al territorio. L'output è infatti ancora una volta un vero e proprio strato informativo GIS rappresentativo di un fattore di stato del territorio stesso.

Questo insieme di dati geografici rappresenta quindi un punto di partenza per una serie di elaborazioni e applicazioni tematiche, il quarto elemento della fase di elaborazione in esame.

Ovviamente l'esempio più ovvio risulta quello del Dashboard, ovvero di un metodo di rappresentazione e di confronto dei dati ottenuti dalle elaborazioni GIS. Ma altre applicazioni possono essere implementate sulla base delle stesse informazioni, quali, ad esempio, carte tematiche per ambiti geografici o per singolo Comune, sovrapposizione di questi dati con quelli derivanti da altre banche dati geografiche.

Questa fase di lavoro, appena descritta, si applica ogni volta che si vuole calcolare lo stato degli indicatori in un certo istante (cfr. Figura 11.8). Con un monitoraggio a regime la stessa procedura si applica tutte le volte con la stessa modalità dove:

- il sottoinsieme dei dati con cui calcolare gli indicatori si modifica ogni volta in termini di attributi ma non di struttura;
- le procedure automatiche restano invariate;
- l'output assume valori numerici di volta in volta differenti;

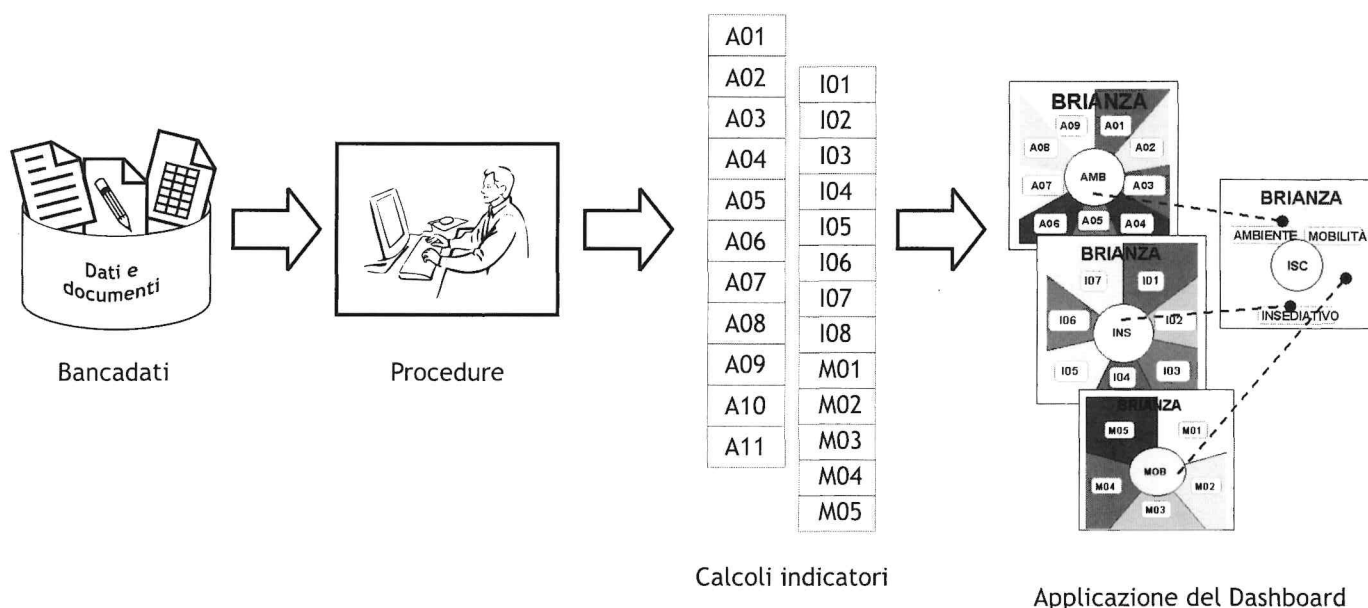


Figura 11.8 – Elaborazione dei dati per il monitoraggio

- le successive interpretazioni possono variare in base alle necessità.

Naturalmente la rappresentazione grafica degli indicatori è di volta in volta differente e confrontabile con gli obiettivi del PTCP, come più sopra descritto.

Un altro aspetto da tenere in considerazione per la gestione dei dati informatici territoriali riguarda la procedura di monitoraggio e la cadenza con cui vengono raccolte le informazioni.

Va infatti sottolineato che risulta importante, inoltre, definire l'intervallo temporale che intercorre tra una soglia di rilevamento e quella successiva, in modo da attribuire anche un arco di validità definita dei dati e dei valori degli attributi ad essi associati. In

questo modo è possibile predisporre un apposito archivio dei dati rilevati finalizzati ad ulteriori elaborazioni in merito i processi e alle dinamiche di trasformazione del territorio alla luce degli obiettivi strategici del PTCP.

A titolo di esempio è già ora possibile, a partire da basi informative dei mosaici informatici (MISURC), attraverso l'estrazione da parte dei sistemi GIS, estrarre informazioni spaziali e dimensionali e inserirle in un apposito database relazionale per il calcolo della superficie urbanizzata comunale. La superficie urbanizzata, ottenuta per aggregazione di singole «voci di legenda» permette, attraverso semplici operazioni gestite dallo stesso database, il calcolo degli indicatori I01 e I05.

12. Sviluppo di servizi Web-GIS per l'accesso alle basi dati geografiche: WEBSIT

Marco Broglia, Franco Comelli

Negli ultimi anni sono stati sviluppati strumenti software usualmente indicati con il termine Web-GIS che permettono un interessante grado di interazione tra DBMS, GIS, internet. Questi strumenti permettono in sostanza di pubblicare in internet basi dati geografiche residenti nella propria rete aziendale. Il client remoto, con un semplice browser html, disporrà di basilari operazioni per la fruizione del dato, ad esempio: zoom, pan, semplici interrogazioni di oggetti geografici, selezioni dalla mappa. Nel caso il client disponga di un opportuno software GIS, saranno possibili operazioni più evolute. L'attenzione di cui sono oggetto i software Web-GIS è testimoniata dal fatto che vengono sviluppati praticamente da tutte le tipologie di aziende: dalle multinazionali leader di mercato, ad aziende di livello nazionale, a piccole software house specializzate, fino ad arrivare al mondo dell'open source.

I numerosi compiti di gestione del territorio che competono agli enti locali e la necessità di erogare servizi tecnici e informativi ad un vasto pubblico trovano nella tecnologia Web-GIS un efficace ed efficiente strumento di supporto.

12.1. Obiettivi del progetto WEBSIT

In questo contesto, a fianco delle tradizionali competenze di un SIT, è progressivamente cresciuta l'importanza della diffusione dell'informazione geografica. Si tratta in realtà di un'attività particolarmente delicata, in quanto le informazioni (geografiche):

- possono essere diffuse in più forme (es.: tavole cartacee, file di plottaggio, dati digitali ecc.) e devono essere documentate fornendo i cosiddetti

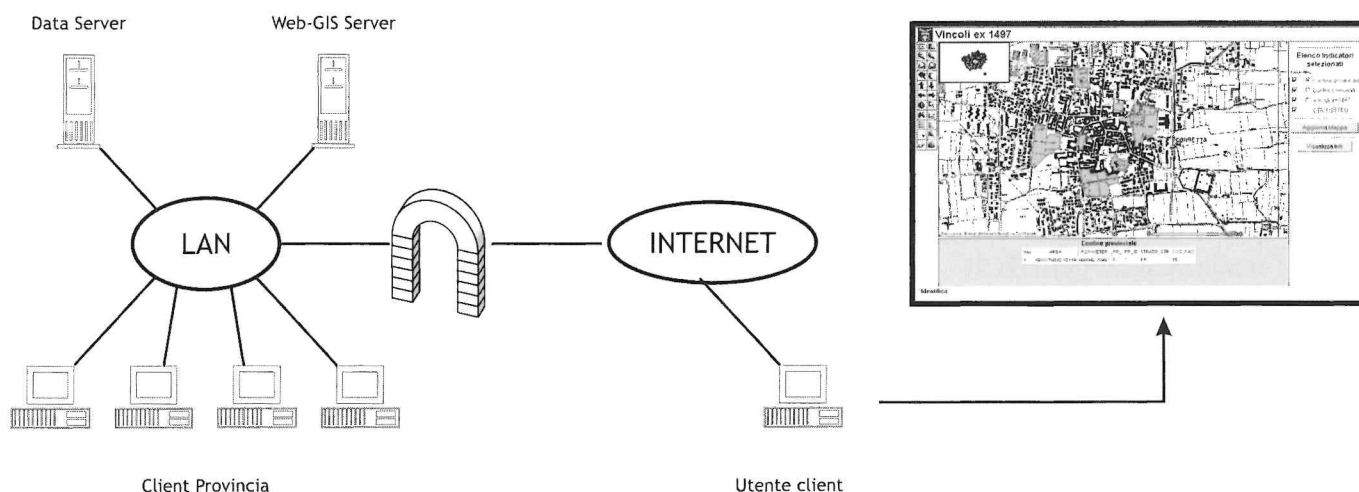


Figura 12.1 – Rappresentazione schematica di un sistema per la pubblicazione di dati geografici in internet

- metadati (aggiornamento, fonte, estensione, qualità, sistema di riferimento ecc.);
- sono spesso correlate con altri tipi di informazioni e documenti, quali, ad esempio, testi descrittivi, repertori, immagini;
- vengono richieste da numerosi utenti, di diverse tipologie (esempio: cittadini, amministrazioni pubbliche ecc.), per i quali può essere opportuno prevedere differenti gradi di accesso in funzione della tematica specifica;
- sono oggetto di particolari vincoli normativi, a volte tendenti a restringere le possibilità di accesso (es.: privacy), altre volte tendenti a garantirle (es.: accesso ai dati ambientali).

La Pianificazione Territoriale della Provincia di Milano, attraverso il suo servizio SIT, ha quindi sviluppato il progetto WEBSIT, con i seguenti obiettivi:

- sistematizzare la diffusione delle informazioni geografiche, mantenendo coerenza tra i vari oggetti che contengono le informazioni stesse;
- fornire un effettivo e semplicemente fruibile insieme di servizi di accesso all'informazione geografica, agli oggetti che la contengono e ai documenti ad essa correlati;
- servire numerosi utenti senza impegnare correntemente il personale degli uffici;
- poter diffondere informazioni in modo rapido ed economico.

12.2. Elementi di progettazione del sistema

È stato progettato un sistema flessibile, aperto, espandibile, così da potersi adeguare a vincoli normativi e a differenti politiche di diffusione. Il sistema, disponibile on line dall'autunno 2002, è un'evoluzione della banca dati territoriale già accessibile via intranet presso gli uffici della Pianificazione Territoriale, strumento rivelatosi di fondamentale importanza per le attività della direzione, in particolare per la realizzazione del PTCP.

Le principali scelte progettuali sono le seguenti:

- utilizzare il web come canale di comunicazione e diffusione, per massimizzare l'efficienza e il numero di utenti serviti;
- realizzare un catalogo delle informazioni geografiche e dei relativi documenti disponibili e attiva-

- re un motore di ricerca che supporti l'utente nell'individuazione degli oggetti di suo interesse;
- classificare gli utenti per poter differenziare in modo semplice e sistematico l'accesso ai diversi servizi, in particolare nell'attuale fase sono state individuate le categorie «soggetto privato», «ente pubblico», «Provincia di Milano»;
- supportare la gestione di tutti i tipi di oggetti correlabili al dato geografico (purché archiviabili in un file), prevedendo la possibilità di definire per ciascuno il grado di accessibilità;
- utilizzare tecnologie che permettano al client remoto di fruire dei servizi anche senza essere dotato di software specialistici GIS/DBMS.

Con l'apertura della propria banca dati territoriale al word wide web e la fornitura di servizi via internet (Web-GIS), l'ente intende generare uno strumento di supporto all'attività degli uffici provinciali e dei Comuni in tema di pianificazione e gestione del territorio. La possibilità di condividere ed analizzare attraverso il browser tutti i dati e le informazioni a disposizione degli uffici dovrebbe infatti stimolare, come dimostrano precedenti esperienze in diversi enti locali di gestione del territorio, l'instaurarsi di un «processo virtuoso» che porterà ad un progressivo e costante aumento della conoscenza del territorio e della qualità dei dati. Altri beneficiari del servizio saranno i professionisti che si occupano di territorio, nonché i cittadini. La maggior parte delle informazioni sarà infatti resa disponibile all'intera collettività.

12.3. Architettura del sistema

L'architettura del sistema è client-server: tutte le funzioni e i servizi vengono realizzati sul server e fruiti dai client remoti.

Dal *lato client* è possibile avere un semplice browser html. Il sistema si basa su standard html, tcp/ip. Diverse tipologie di client possono sfruttare i servizi forniti da ArcIMS, il software Web-GIS scelto dall'ente: browser html, browser Java, suite ArcGIS, ArcExplorer. Tutte le tipologie di client sopra elencate consentono di visualizzare ed interrogare le basi dati geografiche contenute in banca dati per le quali sia stata preparata la mappa interattiva. Le operazioni consentite all'interno del browser html sono quelle più semplici di un prodotto GIS: Pan, Zoom,

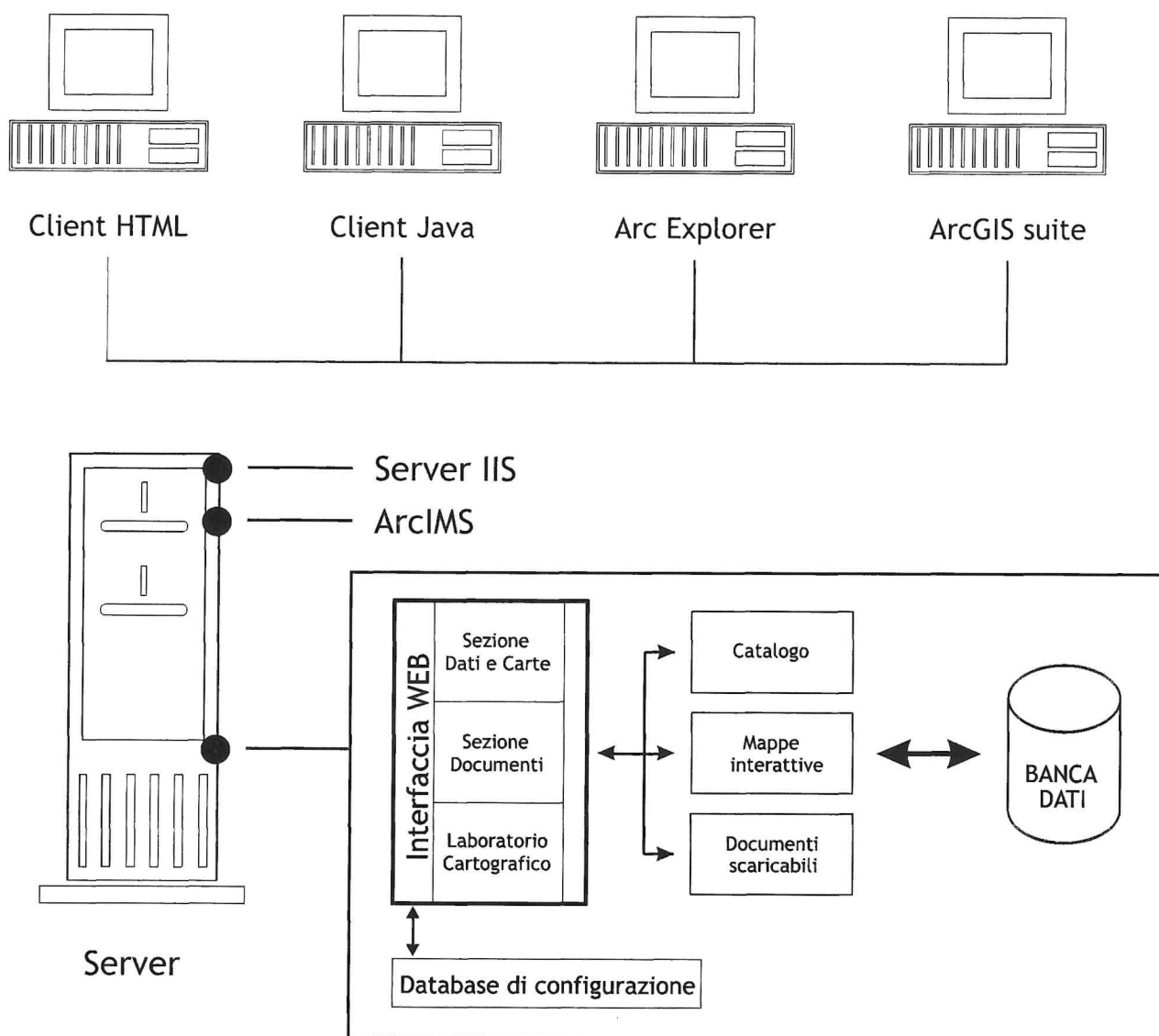


Figura 12.2 – L'architettura del sistema

Query, Buffer e Measure. È possibile pubblicare le mappe in modo da abilitare client più evoluti a svolgere altre funzioni.

Il lato server è composto da più elementi interconnessi tra loro.

Le *mappe interattive* sono ciò che nella terminologia di ArcIMS si chiama servizio. Permettono di rendere pubblicabili in internet sotto forma di mappa interrogabile e «navigabile» le basi dati geografiche. In pratica, sono gli strumenti che realizzano la fruizione remota dei dati geografici.

I *documenti scaricabili* sono tutti gli oggetti che contengono una «materializzazione» dell'informazione geografica (es.: file dati, file di plottaggio), che la descrivono (es.: metadati), oppure che trattano argomenti ad essa correlati (es.: articoli descrittivi,

relazioni sul territorio, immagini fotografiche, filmati).

Il *catalogo dati*, sviluppato tramite un database relazionale Access, contiene tutte le principali informazioni necessarie per una descrizione puntuale di ogni dato/mappa e di ogni documento caricati nel sistema e garantisce la possibilità di relazionare le due categorie di elementi. La relazione è in generale di tipo molti-a-molti, in quanto un dato può ovviamente avere molti documenti correlati e un documento può anche interessare più dati. Il catalogo contiene, per ciascun dato o documento, le operazioni fattibili su di esso dalle diverse categorie di utenti; in particolare per la mappa interattiva si tratta di definire la visualizzabilità mentre per i documenti è registrata la possibilità di effettuare il download. Esso go-

verna inoltre la pubblicazione in rete dei dati presenti all'interno della banca dati per i quali è disponibile la mappa interattiva. Il catalogo costituisce quindi la base informativa su cui operano il motore di ricerca e l'interfaccia nella sua funzione di fornire (o negare) l'accesso ai servizi del sito, e può essere aggiornato in remoto attraverso un'apposita interfaccia web.

La *banca dati geografica* dell'ente costituisce il cuore del sistema e contiene tutti gli elementi descritti finora:

- dati geografici contenenti al loro interno più livelli cartografici, sia raster che vettoriali, organizzati in shapefile, coverage, grid oppure librerie;

- documentazione tecnica (metainformazione) che descrive dettagliatamente ogni livello cartografico e ne garantisce un corretto utilizzo;
- documentazione divulgativa, anche di carattere multimediale, relativa ai diversi temi cartografici;
- file di plottaggio;
- il catalogo dati e documenti stesso.

L'*interfaccia web* permette all'utente di fruire degli elementi e servizi presenti nel sistema in modo semplice ed intuitivo. I percorsi di navigazione prevedono una sezione Dati e Carte, in cui l'utente consulta il catalogo per accedere alle mappe interattive; una sezione Documenti, in cui l'accesso al catalogo è orientato alla ricerca dei documenti correlati ai dati;

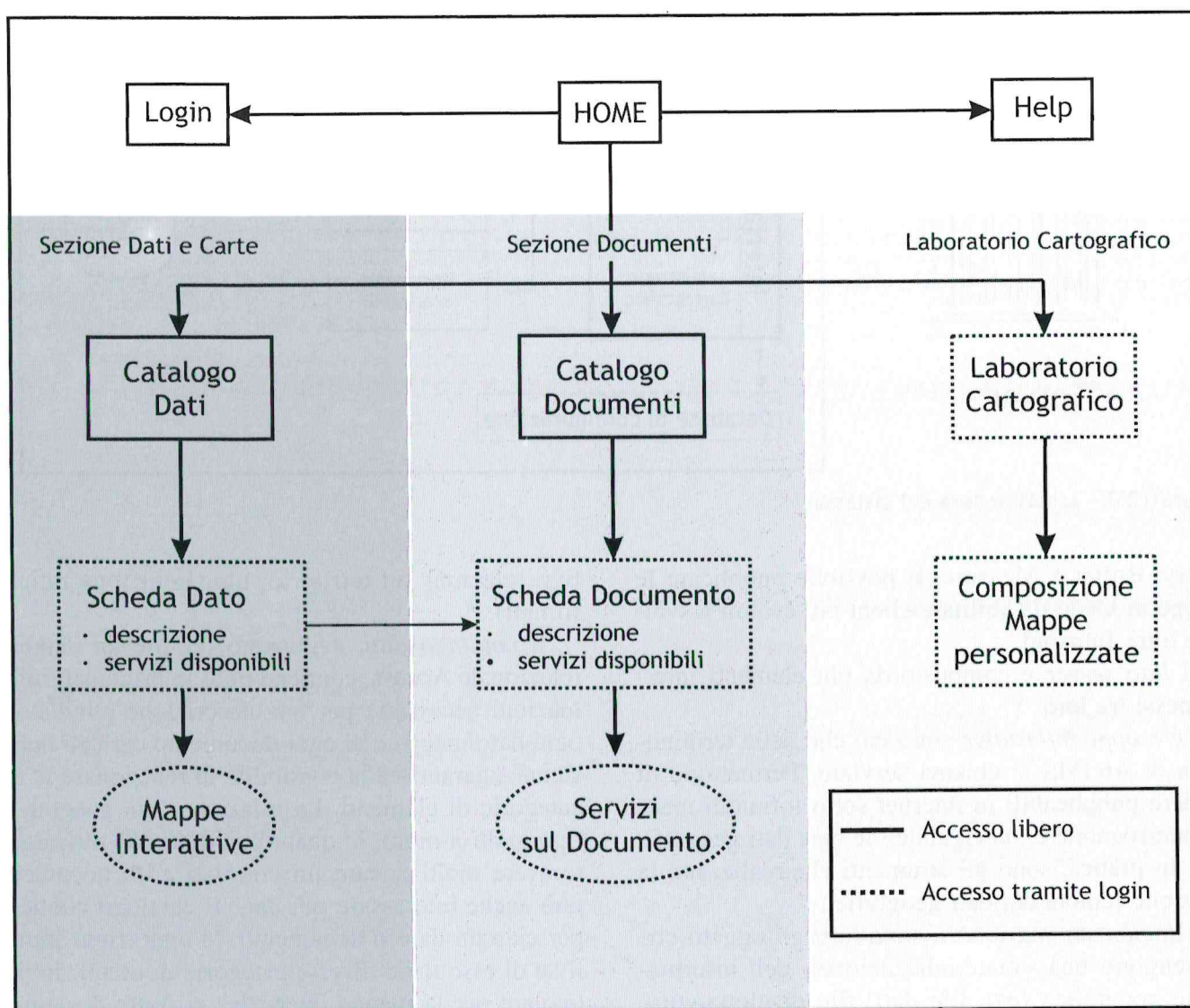


Figura 12.3 – Schema funzionale. I tre percorsi di navigazione principali Dati e Carte, Documenti e Laboratorio Cartografico sono in parte accessibili liberamente, in parte previo login

il Laboratorio Cartografico, in cui l'utente dispone di tutti gli strati cartografici e li può sovrapporre liberamente per creare mappe personalizzate. L'interfaccia fa largo uso della tecnologia Active Server Pages (ASP), che permette di governare il funzionamento del sito attraverso parametri contenuti in un database strutturato. I database su cui si basa l'interfaccia sono il catalogo (per le informazioni relative all'accesso a dati e documenti) e il database di configurazione.

Il *database di configurazione* del sistema consente di gestire alcuni parametri dell'interfaccia (form di output, attributi da visualizzare ecc.) senza necessità di interventi sul codice, facilitando la manutenzione del sistema e l'aggiornamento dell'interfaccia.

I *software webserver e Web-GIS* effettuano la pubblicazione internet/intranet del sistema, con la sua interfaccia web. In particolare, il Web-GIS è il componente che implementa le funzioni GIS legate alla mappa interattiva. Tra le principali caratteristiche, vi sono:

- la possibilità di visualizzare o nascondere ogni singolo strato cartografico e di effettuare selezioni e interrogazioni sia geografiche che alfanumeriche;
- l'individuazione sulla mappa degli oggetti selezionati e la tabulazione dei dati ad essi associati;
- la navigazione delle mappe analoga a quella consentita dai GIS (pan, zoom);



pagina 1 di 4		1 2 3 4 [>>]	27 voci
Nome [a-z]	Descrizione	Supporto	Ufficio Competente
Aree dismesse (PTCP)	Archivio delle aree dismesse della Provincia di Milano	Digitale	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Base dati geografica CT 10	Base dati geografica scala 1:10.000 - CT 10	Digitale	Regione Lombardia - Unità Organizzativa Attività Generali e Conoscenza del Territorio
Centri storici da IGM 1898	Perimetri dei centri storici e dei nuclei di antica formazione come da tavolette IGM 1898	Digitale	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Centri storici da IGM 1930-37	Perimetri dei centri storici come da tavolette IGM '30/'37	Digitale	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Comune di S. Giuliano M. - Aerofotogrammetrico	Aerofotogrammetrico del Comune di S. Giuliano Milanese maggio 2001 scala 1:5.000, scala 1:2.000 in formato dwg	Digitale	Comune di S. Giuliano Milanese - S.I.T. Comunale - Settore tecnico e sviluppo del territorio
Corridoi ecologici - nord Milano	Corridoi ecologici di connessione tra il Parco delle Groane ed il Parco della Valle del Lambro	Digitale	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Corridoi Ecologici nord ovest - Analisi	Analisi dei Corridoi ecologici di connessione tra i boschi del castanese ed il fiume Olona	Digitale/Cartaceo	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Corridoi Ecologici nord ovest - Idoneità	Idoneità faunistica nei Corridoi ecologici di connessione tra i boschi del castanese ed il fiume Olona	Digitale/Cartaceo	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
pagina 1 di 4		1 2 3 4 [>>]	27 voci



Figura 12.4 – La pagina iniziale della sezione Dati e Carte. Qui l'utente trova un elenco dei dati disponibili ed una loro breve descrizione

- la possibilità di associare ai singoli oggetti grafici documenti (es.: immagini, pagine html);
- la stampa di stralci cartografici;
- la disponibilità di una piccola mappa di riferimento, che rappresenta l'intero territorio con evidenziata l'area visualizzata nella mappa principale;
- la disponibilità di una legenda grafica.

12.4. Modalità di accesso e servizi offerti

Come emerge dallo schema funzionale, il sistema è costituito da tre *sezioni principali*:

- la sezione Dati e Carte, per la consultazione e l'interrogazione delle mappe interattive;
- la sezione Documenti, per la consultazione della parte documentale;
- il Laboratorio Cartografico, per la composizione di mappe personalizzate, che avviene selezionando gli strati desiderati all'interno dell'insieme dei dati pubblicati.

Vi sono poi due funzioni «di servizio», cioè l'help e la *login/registrazione*. Le parti del sito sono in par-

te accessibili liberamente, in parte previo login. Per poter usufruire di alcune tipologie di servizio, infatti, l'utente deve eseguire al primo accesso una semplicissima registrazione gratuita, che egli svolge on line in tempo reale e in completa autonomia. La registrazione permette di aggiungere al sistema il profilo dell'utente e quindi di differenziare e personalizzare i servizi in funzione della categoria di utente, effettuare analisi statistiche sull'accesso al sito, organizzare e gestire una mailing-list, attraverso la quale gli utenti del sito che lo desiderano verranno periodicamente aggiornati su nuovi dati o servizi resi disponibili.

Il sistema prevede tre *categorie di utenza*: dipendente della Provincia di Milano, dipendente di un altro ente pubblico, soggetto privato. Al momento della registrazione on line tutti gli utenti sono assegnati al livello base, cioè quello del soggetto privato. Per accedere ai livelli successivi gli utenti devono contattare l'amministratore di sistema che si occuperà di verificare la loro posizione e di destinarli all'opportuna categoria di utenza.

Le diverse categorie godono di differenti livelli di accesso ai servizi. Il livello riservato ai dipendenti della Provincia di Milano, in particolare, permetterà loro di utilizzare il sistema come un vero e proprio strumento di lavoro operando, per esempio, su aree riservate ai soli utenti effettivamente coinvolti nel processo di acquisizione ed elaborazione di nuovi dati.

Nella parte a libero accesso della *sezione Dati e Carte*, l'utente può consultare il catalogo dati, che si presenta inizialmente come un elenco tabellare di tutti i dati pubblicati, contenente per ciascun dato alcune informazioni generali (Nome, Descrizione, Supporto, Ufficio competente).

Per facilitare l'individuazione dei dati di interesse, il sistema può ordinare l'elenco in base a una qualsiasi delle sue colonne, con un semplice click sull'intestazione. È inoltre possibile effettuare ricerche, in modalità semplice (inserendo una parola da cercare in tutte le informazioni associate al dato) o di interrogazione avanzata (incrociando cioè informazioni relative a nome, anno di produzione, descrizione, ufficio competente, supporto). Il sistema restituisce l'elenco dei dati che soddisfano i requisiti richiesti.

Dall'elenco dati, cliccando sul nome del dato, si accede, previo login, alla *scheda del dato*, cioè una pagina che riporta una descrizione più approfondita

CENTRI STORICI DA IGM 1930-37	
Attributi Dato	
ID Dati	23
Nome	Centri storici da IGM 1930-37
Anno da	1930
Anno a	1937
Anno di produzione	1998
Descrizione	Perimetri dei comparti storici come da tavolette IGM '30/'37
Ufficio competente	Servizio Pianificazione Paesistica Ambientale
Referente contenuti	Arch. Claudia Dimaggio
E-mail referente	c.dimaggio@provincia.milano.it
Fonte	Cartografia IGM 1930-1937
Supporto	Digitale
Scala di acquisizione	1:10,000
Proprietà	Provincia di Milano, Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale
Stato	Ultimata
Note	

Figura 12.5 – La scheda tecnica fornisce una descrizione dettagliata del dato. Dalla stessa pagina è possibile attivare le diverse tipologie di servizio previste dal sistema

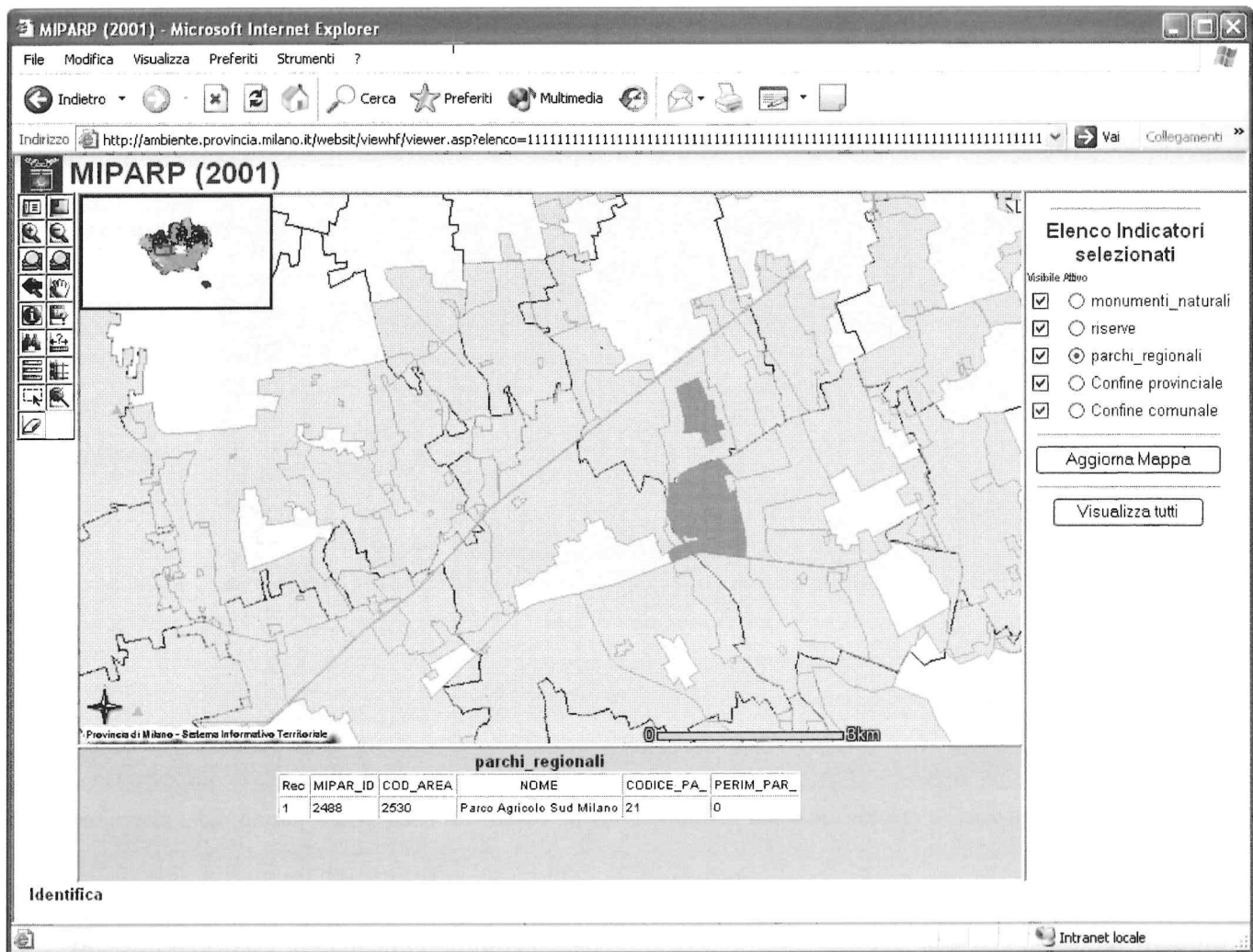




Figura 12.7 – In rete intranet le ortofoto in scala 1:10.000 possono essere utilizzate come sfondo della mappa interattiva

- *dati scaricabili*: per scaricare i dati cartografici, in formato vettoriale o raster.

La *sezione Documenti* è la parte del sito dedicata alla consultazione e all'eventuale download dei documenti caricati nel sistema. Essa è stata ideata per ospitare diverse tipologie di documenti, da quella prettamente testuale fino ad eventuali contributi multimediali a disposizione dell'ente. Per snellire la consultazione del sistema, si è scelto di non far comparire qui i documenti che possono essere considerati «accessori» di uno specifico dato geografico (metadati, file plot, file dati), i quali sono comunque già raggiungibili dalla sezione Dati e Carte. Nella sezione Documenti si trovano quindi tutti gli altri documenti correlati ai dati e anche documenti non correlati ad alcun dato, che possono però essere utili ad ampliare il quadro di conoscenze dell'utente su una determinata tematica o sulle attività dell'ufficio SIT più in generale, ad esempio, modelli di documenti utilizzati dal SIT o da altri servizi dell'ente, allegati tecnici.

L'impostazione della sezione Documenti è analoga a quella della sezione Dati e Carte.

Nella parte a libero accesso, l'utente può consultare il *catalogo documenti*, che viene presentato inizialmente come un elenco tabellare dei documenti pubblicati, contenente per ciascuno le informazioni generali (titolo, autore, tipo, anno, descrizione).

Anche qui, è possibile ordinare l'elenco in base a una qualsiasi delle sue colonne, effettuare ricerche, in modalità semplice o avanzata.

Dall'elenco documenti, si accede, previo login, alla *scheda del documento*, che riporta le informazioni associate al documento, l'eventuale immagine di copertina e fornisce l'accesso ai servizi disponibili per quel documento:

- download: per scaricare il documento, nei vari formati;
- indicazione della possibilità di consultare il documento presso gli uffici oppure presso la Biblioteca Isimbardi.

Infine, il *Laboratorio Cartografico*, concepito per garantire la possibilità di generare mappe personalizzate, composte cioè dalla sovrapposizione di diversi


Provincia di Milano



cerca nel sito

Home < Temi < Territorio e parchi < Pianificazione Territoriale - Sistema Informativo Territoriale

Home

Login
Registrazione

Dati
e Carte

Documenti

Laboratorio
Cartografico

Help

DOCUMENTI

pagina 1 di 2		1 2 [> >]		14 voci
Titolo [a-z]	Autore	Anno	Tipo	Descrizione
ambiti	Arch. Maddalena Gioia Gibelli	2000	Report	ambiti
Anagrafiche stradali	Ing. Enrica Arcesi	2003	Tabella	Relazioni tra i codici utilizzati nel modello e nomi e numeri delle strade
descrizione ambiti	Arch. Maddalena Gioia Gibelli	2000	Report	descrizione ambiti
elementi strutturali rete ecologica	Dott. Santolini	2001	Report	elementi strutturali rete ecologica
miPAPP_02	SIT	2003	Report	Relazione Miparp_02
Mosaico dei parchi della Provincia di Milano	Centro Studi PIM	2002	Report	Sintesi dei PTC dei Parchi; informazioni su parchi e NTA
Relazione	Arch. Maddalena Gioia Gibelli	2000	Report	Relazione
relazione rete ecologica	Dott. Santolini	2001	Report	relazione rete ecologica
pagina 1 di 2		1 2 [> >]		14 voci



Figura 12.8 – La pagina iniziale della sezione Documenti. Qui l'utente trova un elenco dei documenti pubblicati ed una loro breve descrizione

dati geografici presenti in banca-dati, scelti a piacere dall'utente. Per accedere al Laboratorio è necessario effettuare il login.

All'interno del Laboratorio, l'utente consulta la lista delle *mappe disponibili*. Per ciascuna mappa compaiono i relativi *livelli cartografici*, che l'utente può selezionare singolarmente ai fini della composizione della propria mappa. Nel Laboratorio compaiono le mappe interattive pubblicate nella sezione dati e carte. I livelli cartografici comuni a più mappe interattive (es.: confini comunali o provinciali, carta tecnica regionale) vengono omessi dalla specifica mappa e raccolti in una mappa dedicata chiamata «base».

Dopo aver effettuato la scelta dei livelli di interesse, l'utente attiva la composizione e visualizzazione della mappa interattiva che li contiene.

Provincia di Milano - Pianificazione Territoriale - Microsoft Internet Explorer

REPERTORIO DEI BENI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI

Attributi Documento	
ID Documenti	76
Autore	Servizio Pianificazione Paesistica
Titolo	Repertorio dei Beni paesaggistici ed ambientali
Anno	2002
Tipo	Technical report
Descrizione	Repertorio dei Vincoli dei Beni paesaggistici ed ambientali ai sensi del D. Lgs. 490/99
Immagine copertina (bassa definizione)	 Scarica

Figura 12.9 – La scheda del documento, accessibile tramite login. Da questa pagina si accede a tutti i servizi disponibili per il documento



Provincia
di Milano



cerca nel sito

Home < Temi < Territorio e parchi < Pianificazione Territoriale - Sistema Informativo Territoriale
Home

Login
Registrazione

Dati
e Carte

Documenti

Laboratorio
Cartografico

Help

LABORATORIO CARTOGRAFICO

SERVIZI:

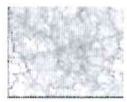
Base
Aree Dismesse
Carta Tecnica Regionale
Centri Storici 1888
Centri storici 1930-37
Dati statistici
Miparp 2001
Piante Monumentali
Piste Ciclabili
Vincoli idrogeologici
Vincoli paesistici D. Lgs. 490/99 art. 139
Vincoli storico-artistici ex D.Lgs. 490/99 art. 2

LIVELLI:

urbanizzato CT10	☐
bosco CT10	☐
area idrica CT10	☐
caschine CT10	☐
sedime aeroportuale CT10	☐
parco e giardino CT10	☐
tratta ferroviaria CT10	☐
strade principali CT10	☒
linee mm CT10	☐
corsi d'acqua CT10	☐
canali principali CT10	☐

LIVELLI VISIBILI:

Confine comunale
strade principali CT10
parchi regionali
riserve
beni artistici storici provin


Visualizza Mappa
con ortofoto


Visualizza Mappa

Figura 12.10 – L'ambiente di composizione della mappa personalizzata all'interno del Laboratorio Cartografico. Per ogni mappa, l'utente può decidere quali livelli rendere visibili

12.5. Elementi organizzativi

L'attivazione di nuovi servizi e l'introduzione di nuovi strumenti di lavoro in un ambiente di lavoro consolidato andranno con buona probabilità a modificare l'organizzazione esistente. Se non gestita correttamente, rischia di diventare un'operazione difficoltosa, arrivando anche al fallimento nei casi più difficili. Spesso si curano gli aspetti tecnici, quali, ad esempio, il dettagliare puntualmente le funzioni del sistema, progettare una buona architettura, acquisire una tecnologia affidabile, trascurando però che occorre anche porre molta attenzione agli *aspetti organizzativi*, al *contesto* degli uffici coinvolti. Tra gli elementi importanti da considerare, occorre valutare i seguenti:

- i nuovi servizi/strumenti da inserire devono rispondere ad un'effettiva necessità dell'ufficio e rispettare vincoli di natura organizzativa e giuridica;
- lo strumento si deve rivelare efficace (deve «funzionare») ed efficiente (deve migliorare il «rendimento» del processo cui si applica, cioè il rapporto tra risultati ottenuti ed energie immesse);
- devono essere definiti chiaramente i ruoli dei diversi soggetti coinvolti, tra i quali deve emergere una figura (anche esterna) in grado di padroneggiare le funzionalità dello strumento e deve essere definita una metodologia di lavoro comune.

I *ruoli degli uffici* della Pianificazione Territoriale che svilupperanno i servizi si sono delineati in mo-

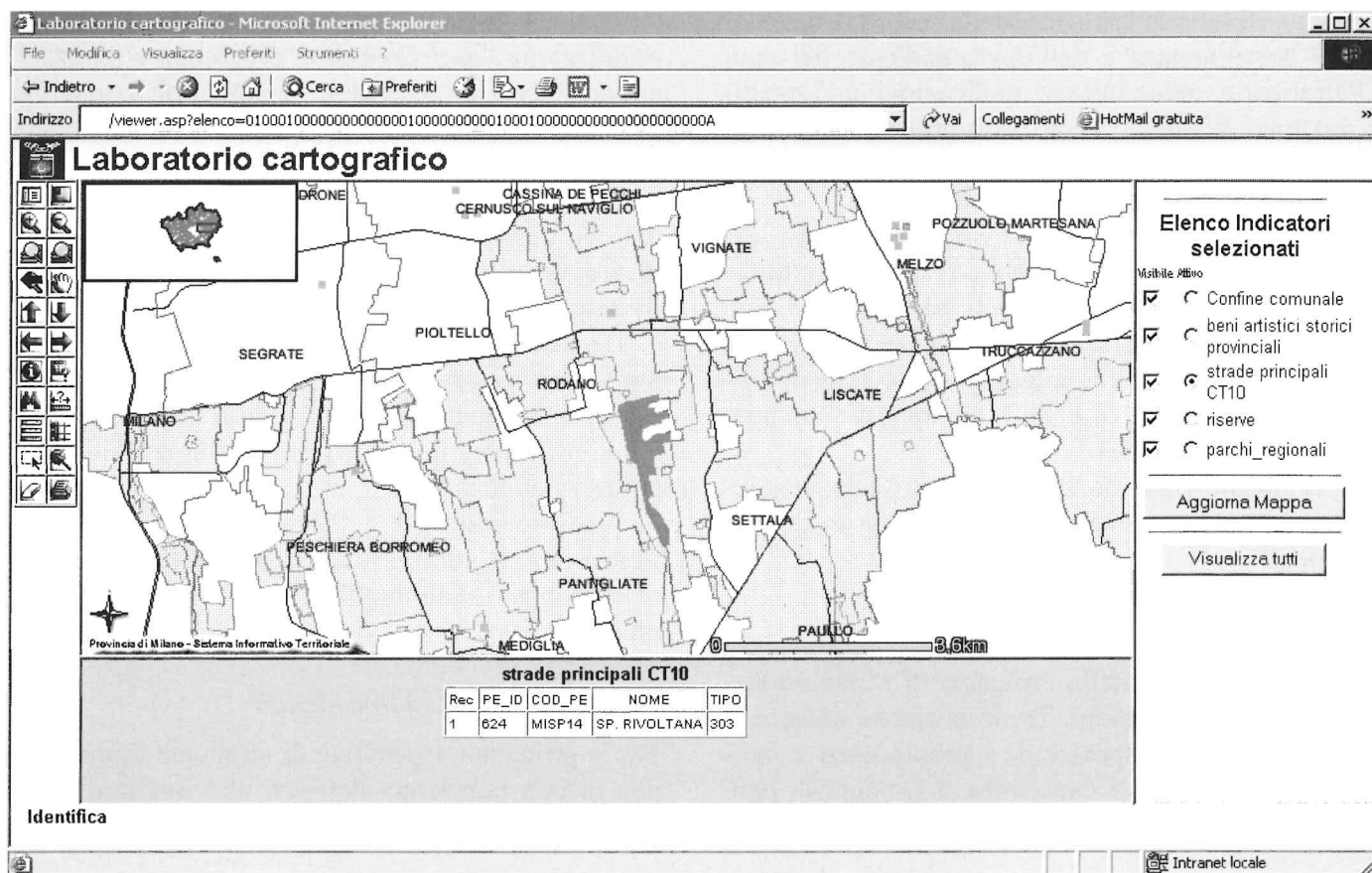


Figura 12.11 – L'ambiente di visualizzazione della mappa personalizzata all'interno del Laboratorio Cartografico. È possibile interrogare i livelli attivi

do naturale, in quanto il SIT si occuperà degli aspetti tecnici, di aggiunta di nuove funzioni e trattamento dei dati GIS, mentre gli uffici disciplinari, che sono i responsabili degli aspetti di pianificazione istituzionale, ambientale, infrastrutturale e paesistica, cureranno i contenuti da pubblicare. La pubblicazione effettiva avverrà a cura del Settore Sistemi Informativi della Provincia, che gestisce direttamente i server internet.

La *metodologia di lavoro* prevede, in estrema sintesi, i seguenti passi:

- gli uffici disciplinari, con il supporto SIT, decidono cosa pubblicare, selezionano i dati, scelgono i documenti, definiscono le informazioni associate a ciascun oggetto e la sua accessibilità;
- il SIT carica dati e documenti sul sistema, prepara le mappe interattive, attiva le funzioni e gli accessi;
- i referenti dei contenuti vengono avvisati che i servizi preparati sono disponibili in intranet e lo rimarranno per due settimane;

- successivamente, se non vengono sollevate eccezioni, i servizi vengono trasferiti in internet.

12.6. Conclusioni e sviluppi

Il SIT della Provincia di Milano, utilizzando l'attuale disponibilità tecnologica, ha sviluppato un sistema di accesso web a dati GIS e documenti correlati, con lo scopo di sistematizzare la diffusione delle informazioni e servire in modo efficace ed efficiente numerosi utenti. L'esperienza, impegnativa sotto più punti di vista (progettazione dell'architettura, definizione dei servizi e funzionalità, modalità organizzative), consente agli uffici di migliorare i propri strumenti di lavoro e i servizi offerti agli utenti. Si tratta in realtà di un'esperienza in continuo divenire, spinta dall'evoluzione tecnologica e dalle nuove richieste, indotte anche dalla presenza dei servizi attuali.

Dal giorno della sua messa in attività WEBSIT è sottoposto ad un costante controllo circa il funzio-

namento di tutte le sue parti, della corretta presentazione dei contenuti e dell'aggiornamento dei dati. D'altra parte, come tutte le applicazioni aggiornabili on line, WEBSIT viene sviluppato in quanto a quantità e aggiornamento dei contenuti cartografici e ampliamento delle funzionalità disponibili.

Correntemente in WEBSIT sono ospitati 16 servizi cartografici aperti al pubblico e ben 27 a disposizione dei funzionari provinciali. Molti altri sono in via di pubblicazione, tra cui i primi dati realizzati in collaborazione con le amministrazioni comunali provinciali che saranno ospitate in un apposito ambiente, descritto di seguito.

Per quanto riguarda l'ampliamento delle funzionalità disponibili, sono in corso sviluppi in quattro direzioni.

1. Sezione Comuni

Uno degli obiettivi della Provincia di Milano è fornire supporto ai Comuni. Tra le iniziative avviate, il SIT ha messo a disposizione i propri spazi e strumenti informatici per consentire ai Comuni di pubblicare nel web dati cartografici relativi al proprio

territorio. I dati sono stati integrati in WEBSIT e per ottimizzarne l'accesso è stata progettata e realizzata un'interfaccia di accesso di semplice fruizione che indirizza l'utente ai dati del comune prescelto, mantenendo attive tutte le funzionalità dell'applicazione.

In particolare è stata implementata una funzionalità che consente di aprire una mappa ad una scala di visualizzazione tale da mostrare il solo Comune di interesse.

L'aspetto grafico è lo stesso di WEBSIT, così come sono state preservate le modalità di consultazione dei dati (utenti con vari livelli di accesso) in modo da facilitare gli utenti nella familiarizzazione con la nuova applicazione.

A livello informatico il database contenente le impostazioni di configurazione per la pubblicazione delle mappe è stato modificato per ospitare i dati comunali.

2. Inserimento di multimedialità

Tra le principali aspettative di un utente riguardo ad una mappa pubblicata nel web vi è quella di poter acquisire informazioni sugli oggetti visualizzati sem-

Provincia di Milano Scopri la tua provincia Online

Home < Temi < Territorio e parchi < Pianificazione Territoriale - Sistema Informativo Territoriale Home

Login Registrazione **Dati e Carte** Documenti Laboratorio Cartografico Help

DATI E CARTE RELATIVI AL COMUNE DI RHO

pagina 1 di 1 2 voci

Nome [a-z]	Descrizione	Supporto	Ufficio Competente
Base dati geografica CT 10	Base dati geografica scala 1:10.000 - CT 10	Digitale	Regione Lombardia - Unità Organizzativa Attività Generali e Conoscenza del Territorio
Piano Regolatore Generale del Comune di Rho	PRG del Comune di Rho approvato con DGR n° 41192 del 29/01/1999 e successive varianti	Digitale	Comune di Rho, Area 3, Servizi per la qualità urbana, Pianificazione SIT

Ricerca semplice Ricerca avanzata Elenco completo

Figura 12.12 – Interfaccia di accesso alla sezione Comuni di WEBSIT

plicemente selezionandoli con il mouse, o al più impiegando uno degli strumenti di interrogazione proposti.

Di norma, ottenuta la selezione degli oggetti di interesse, i risultati vengono presentati in una semplice tabella le cui righe contengono gli attributi associati ai dati geografici; WEBSIT propone una vasta serie di tali strumenti di selezione e di presentazione dei risultati dell'interrogazione dei dati.

Questo sistema, sebbene di facile lettura, si mostra tuttavia troppo limitato rispetto alle esigenze che spesso si hanno in termini grafici e informativi, anche in relazione alle possibilità offerte oggi dalle applicazioni multimediali presenti nel web. Tali esigenze risultano particolarmente sentite in ambito di pianificazione del territorio, per quanto riguarda gli aspetti paesistici, infrastrutturali ecc.

In questa direzione è in via di implementazione in WEBSIT la possibilità di visualizzare mappe di

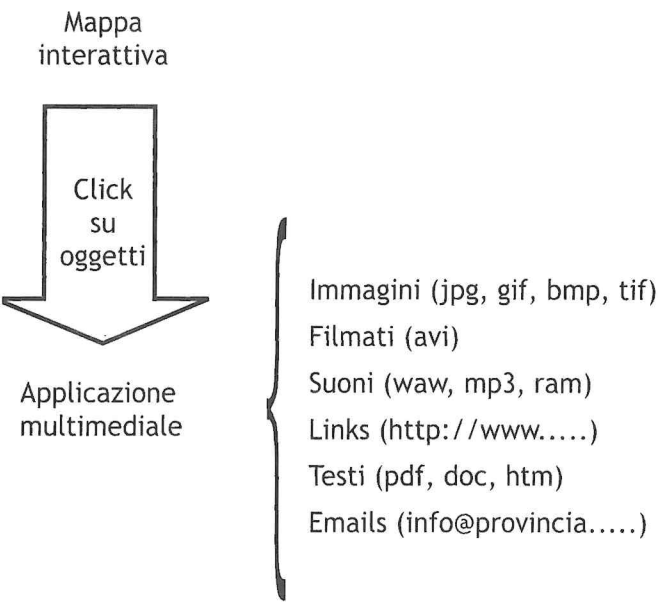


Figura 12.13 – Schema delle applicazioni multimediali in WEBSIT

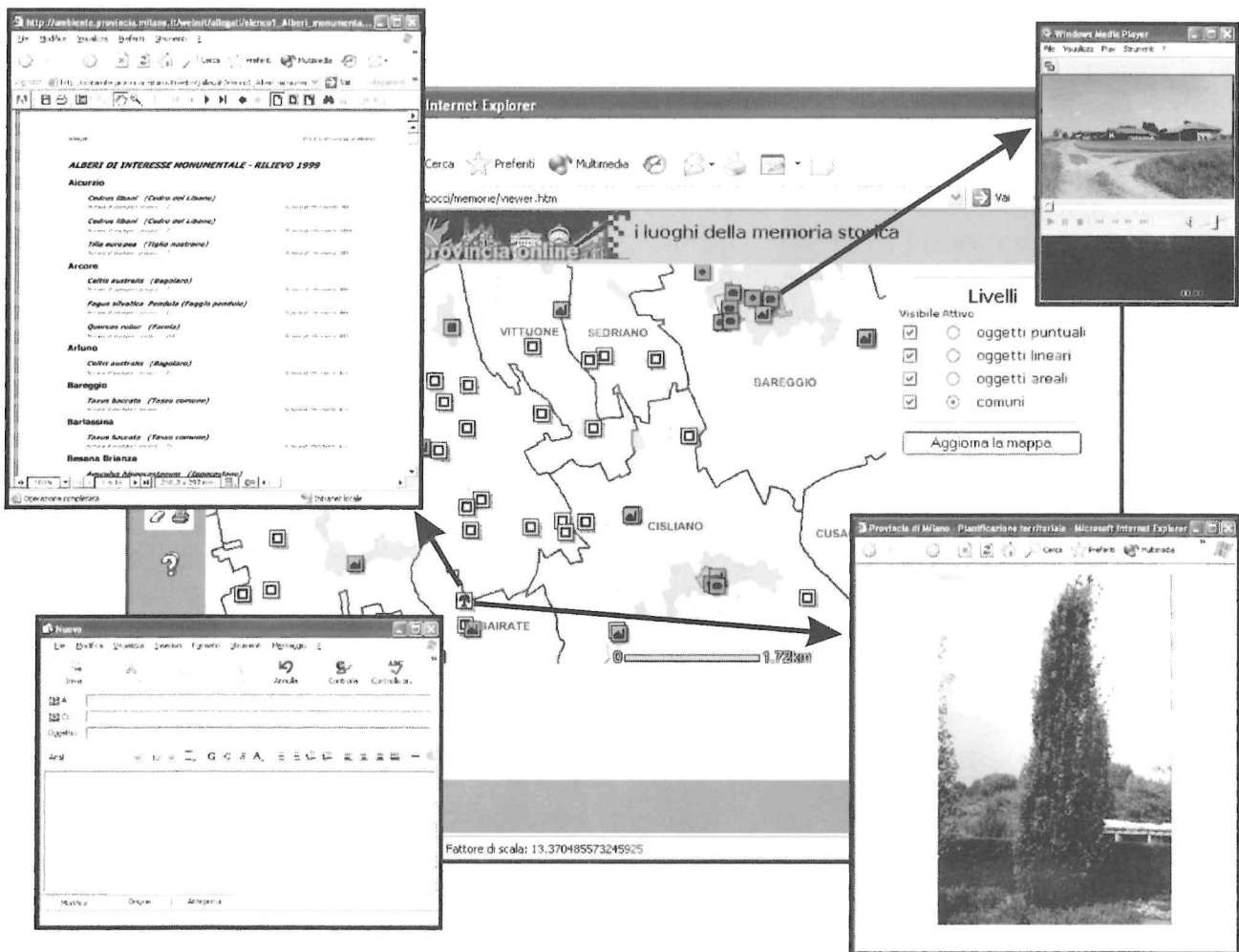


Figura 12.14 – Applicazioni multimediali in WEBSIT

namiche in cui sono integrate specifiche applicazioni multimediali che migliorino la lettura e l'interattività delle informazioni presentate con l'utente.

Tra queste vi sono immagini e filmati (es. elementi di interesse storico e paesaggistico), suoni, testi (es. normativa di Piano), link a siti web e spedizione di email.

3. Pubblicazione dati tavole PTCP

La continua evoluzione delle applicazioni server che pubblicano i dati geografici nel web sta portando a miglioramenti in termini di velocità di generazione delle mappe sul lato client (es. tramite internet browser) e soprattutto per quanto riguarda la qualità grafica del risultato ottenuto. Infatti, a differenza di qualche tempo fa, è ormai possibile ottenere la restituzione di una mappa internet con le stesse caratteristiche di quella delle potenti applicazioni GIS desktop, vale a dire con analoghe simbologie, retinature, colori.

Sulla base di queste considerazioni, una volta adeguati i sistemi software dei server, la Provincia di Milano si appresta a rendere disponibile al pubblico il servizio di consultazione dei dati impiegati per la realizzazione delle Tavole del PTCP.

Attraverso l'interfaccia di WEBSIT sono pertanto in corso di implementazione dei servizi cartografici che rispettano la grafica del PTCP come approvato il 14 ottobre 2003. La consultazione di questi servizi attraverso WEBSIT offre indubbiamente una serie di tangibili vantaggi rispetto alla lettura delle tavole in formato cartaceo o alla visualizzazione di un'immagine statica (jpg):

- i dati geografici sono, oltre che consultabili visualizzando le mappe, anche interrogabili sia dal punto di vista spaziale (selezione geografica), sia a livello alfanumerico, attraverso i contenuti dei relativi attributi tabellari (selezione alfanumerica);
- ad ogni dato, come già descritto, saranno collegate informazioni accessorie e multimediali, tra le quali sicuramente la normativa di piano;
- la possibilità di interrogazione dei dati attraverso gli strumenti di WEBSIT garantisce una più rapida soluzione ad un'ampia gamma di quesiti;
- tramite il laboratorio cartografico è poi possibile sovrapporre altri dati al PTCP per confronti, analisi, elaborazioni.

4. Area dati raster con ortofoto

Le mappe disponibili in WEBSIT sono realizzate impiegando per la maggior parte anche dati cartografici di tipo vettoriale (linee, punti, poligoni), e impiegano come base topografica la Carta Tecnica Regionale della Lombardia, che spesso, però, non consente l'identificazione dettagliata di tutti gli elementi contenuti nelle mappe.

Il concetto di «base topografica» viene in questo caso a prendere il significato di «sfondo topografico», quasi a sembrare che sia solo un ausilio alla consultazione dei dati.

In realtà, nell'ambito della pianificazione territoriale, sono spesso altre le basi su cui visualizzare e contestualizzare i dati geografici. Tra di esse ci sono naturalmente le ortofoto digitali, a colori o in bianco e nero, suddivise in base all'anno di ripresa; Inoltre, con l'approvazione del PTCP, è sorta la

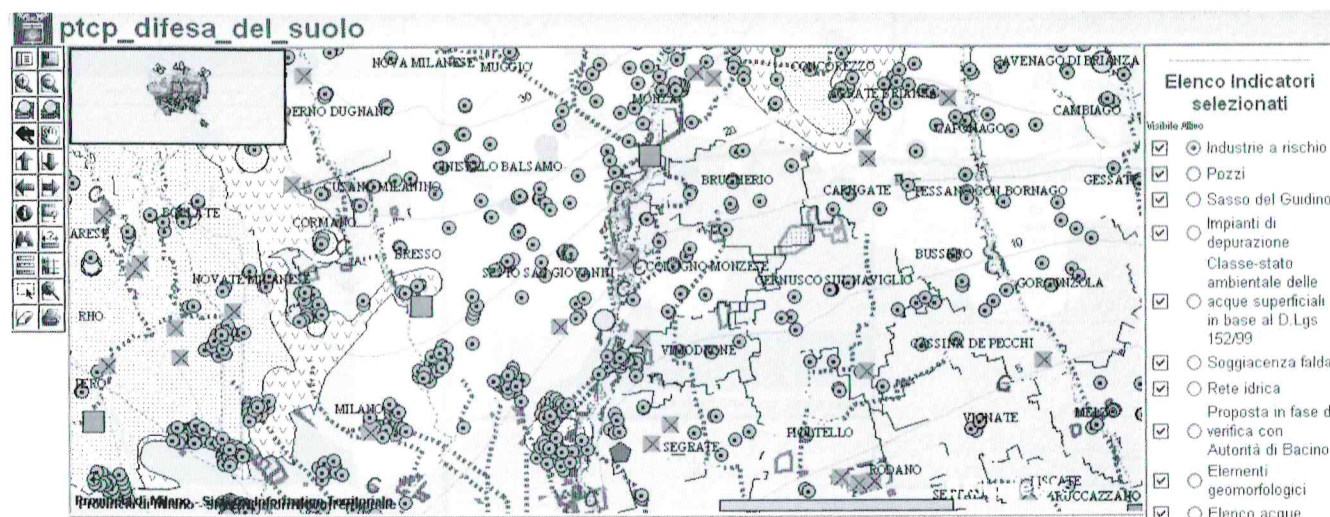


Figura 12.15 – Tavole del PTCP pubblicate con WEBSIT

necessità di rendere accessibili agli utenti anche altri servizi quali le stesse tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, non solo per quanto concerne i dati con cui sono state costruite, bensì nella loro versione ufficiale (copia digitale georeferenziata della versione cartacea).

Il formato di questi dati è raster, costituito cioè da una matrice di pixel georeferenziata, la cui visualizzazione attraverso i comuni software Web-GIS richiede a volte delle integrazioni per la gestione dei calcoli necessari per la generazione delle mappe.

Nella sua versione iniziale, queste possibilità non erano contemplate in WEBSIT.

In questo senso, però, una delle soluzioni più interessanti di WEBSIT, che finora era implementata solo nella versione intranet, era la possibilità di abbinare le ortofoto ai servizi cartografici o alle mappe costruite dagli utenti.

Visualizzare le ortofoto assieme a dati vettoriali consente un'interpretazione migliore delle informazioni, soprattutto quando si tratta di individuare o localizzare aree diffuse quali, ad esempio, le aree dismesse, le fasce di rispetto lungo i corsi d'acqua, oppure siti di particolare interesse storico o monumenti. L'elemento grafico della mappa viene ad essere contestualizzato nella realtà come la vediamo. Questa operazione di confronto è spesso stata fatta manualmente e già la sola possibilità di sovrapposizione

grafica ha consentito un risparmio di tempo non indifferente.

Da queste ed altre considerazioni si è pensato che un'applicazione web cartografica come WEBSIT, dovesse essere potenziata e dovesse offrire all'utenza anche la possibilità di disporre di una molteplicità di dati cartografici raster disponibili in tempi brevissimi e a dettaglio elevato, selezionabili a scelta allo stesso modo di quelli vettoriali. Si è voluto inoltre che lo stesso set di dati potesse essere impiegato come «sfondo» alle mappe in alternativa alla CTR.

La volontà di diffusione di un servizio utile e completo a tutti gli utenti del web e non solo al personale provinciale, unita alla soluzione di alcuni problemi tecnici legati alla protezione del materiale aerofotografico dallo scaricamento illegale, ha portato alla realizzazione del portale raster, evoluzione in via di completamento di WEBSIT pensata per la pubblicazione dei dati geografici di tipo raster assieme a quelli vettoriali. In esso è quindi possibile consultare, accanto ai comuni servizi, una serie di dati raster quali appunto la CTR, le ortofoto digitali a colori, le tavole del PTCP.

Le stesse carte sono consultabili anche in modo incrociato, impiegandole a propria scelta come sfondo a qualunque dei servizi cartografici disponibili in WEBSIT, amplificando le potenzialità di interrogazione e consultazione dei dati provinciali.

13. Il Progetto MOVETEMI

Marco Felisa

I modelli di simulazione del traffico rientrano nella disciplina dei cosiddetti Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD), materia che raggruppa vari strumenti di ausilio all'individuazione, alla valutazione ed alla scelta di strategie per risolvere problemi in situazioni fortemente complesse.

Nel caso del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano si è manifestata fin dalle prime fasi di analisi dello stato di fatto l'esigenza di dotarsi di uno strumento modellistico in grado di confrontare e verificare le scelte infrastrutturali e trasportistiche nel quadro della pianificazione territoriale.

Successivamente, è emersa l'esigenza di compiere valutazioni strategiche anche sulle scelte insediative ed urbanistiche, in modo da poter simulare e analizzare i risultati della pianificazione che col PTCP si stava impostando.

Ciò in funzione dello sviluppo di un processo di Valutazione Strategica delle scelte di piano che ha accompagnato tutta la fase di costruzione del PTCP, costituendo uno strumento di informazione e sistematizzazione delle informazioni, e divenendo supporto attivo dello sviluppo delle scelte del piano; le fasi del lavoro si sono estrinsecate attraverso la prefigurazione di differenti scenari che sono stati confrontati e valutati attraverso parametri ed indicatori quantitativi.

13.1. Costruzione di MOVETEMI, modello di assegnazione del traffico privato

Nel 1998 la Provincia ha avviato una serie di attività per la messa a punto di un modello di simulazione del traffico, con lo scopo di verificare l'efficienza e l'efficacia delle previsioni viabilistiche, simulando le scel-

te di percorso degli automobilisti; la rete, la domanda di mobilità e la zonizzazione erano acquisite da una precedente elaborazione del Centro Studi PIM.

Tale modello funzionava a «domanda rigida», assegnando cioè alla rete solo e sempre la matrice ricavata dal censimento ISTAT 1991 e aggiornata con rilevamenti più recenti. La rete medesima era rappresentata in modo schematico e non era georeferenziata; il modello non poteva quindi dialogare o essere integrato con altri dati, e non conteneva la rete del trasporto pubblico.

Un significativo salto di qualità nelle elaborazioni è stato compiuto a partire dall'anno 2000 con l'abbandono del grafo e della zonizzazione PIM e con la costruzione di un nuovo grafo di rete, completamente georeferenziato, derivato dalla Carta Tecnica Regionale vettoriale in scala nominale 1:10.000 (CTR).

Per lo sviluppo di questa seconda fase, è stata attivata una collaborazione tra la Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale e la Direzione Centrale Trasporti e Viabilità, con la costituzione di un gruppo di lavoro interdisciplinare che ha contribuito a diffondere all'interno dell'ente la conoscenza e la coscienza delle caratteristiche e delle potenzialità dello strumento.

13.2. Il grafo georeferenziato di MOVETEMI

L'operazione, assai complessa, è stata compiuta anche grazie ad appositi software creati ad hoc dai tecnici della Provincia in ambiente ArcInfo; si trattava di semplificare la CTR riducendo il numero di archi e di nodi, eliminando quelli «superflui»; successivamente la rete così ottenuta è stata caratterizzata associando ad archi e nodi tutte le informazioni necessarie al mo-

Tabella 13.1 – Caratteristiche del grafo georeferenziato, prima versione

Entità	Tipo di informazione associata
Archi	– Tipologia – Lunghezza (km) – Capacità (veicoli/ora) – Velocità di progetto (km/h) – Abilitazione trasporto pubblico – Pedaggio dei tratti autostradali
Nodi	– Tipologia – Capacità (veicoli/ora) – Perditempo per svolte (secondi)
Trasporto pubblico	– Percorso linee – Orario corse

dello. Per gli archi, si trattava di inserire dati relativi alla capacità ed alla velocità di progetto (la lunghezza è calcolata in automatico), per i nodi, la loro caratterizzazione come intersezioni stradali, con relativi perditempo per le manovre di svolta.

Il modello, per la prima volta multimodale, conteneva anche le indicazioni del trasporto pubblico, linee ferroviarie, metrò e bus; le corse erano inserite con il loro orario di passaggio.

Nella Tabella 13.1 sono sintetizzate le caratteristiche del grafo georeferenziato dell'offerta di trasporto messo a punto nella prima fase di modellizzazione del traffico.

Il modello, utilizzando una base derivata dalla CTR, poteva «dialogare» con tutte le informazioni a standard regionale, quali mosaici di PRG o di piani dei parchi, ed altri strati informativi presenti nel SIT della Provincia di Milano e della Regione Lombardia. Particolarmente interessante è la possibilità di integrare il modello trasporti con modelli di emissione di gas inquinanti da traffico, e di confrontare i dati con altre informazioni territoriali al fine di monitorare, ad esempio, l'esposizione della popolazione a tali rischi ambientali.

13.3. MOVETEMI, modello di domanda, modello di offerta, modello a quattro stadi

Un ulteriore, significativo, passo avanti nello sviluppo del modello di traffico è stato avviato nell'anno 2001, quando il modello di assegnazione è stato integrato e trasformato in un modello completo a quat-

tro stadi (generazione, distribuzione, scelta modale, assegnazione).

L'obiettivo del lavoro era arrivare a produrre matrici origine/destinazione a partire da dati territoriali, in modo da poter valutare anche le ricadute trasportistiche delle scelte territoriali ed urbanistiche del PTCP. Ciò soprattutto nella logica, utilizzata per la costruzione del PTCP, della verifica e della simulazione di differenti scenari, secondo i principi della Valutazione Strategica dei piani di area vasta. La disponibilità di numerosi e affidabili dati territoriali, inoltre, incoraggiava l'implementazione di un modello in grado di produrre matrici di spostamenti, dato questo invece assai «raro», statico, costoso e difficile da ricostruire tramite censimenti.

L'ipotesi che sta alla base dei modelli di traffico a quattro stadi è che i viaggiatori si muovano compiendo una serie di scelte: il motivo del viaggio, la frequenza con la quale compiere un viaggio, l'orario, la destinazione, il modo di trasporto (auto, treno, metrò ecc.) ed il percorso. Il modello simula tutte queste scelte, utilizzando algoritmi matematici basati sulla teoria comportamentale.

Il modello prende in considerazione la struttura socioeconomica della domanda e le caratteristiche infrastrutturali dell'offerta; attraverso una procedura che mette in relazione questi due «mondi» è possibile simulare differenti scenari. Le banche dati da utilizzare per la costruzione di un modello a quattro stadi sono quelle che caratterizzano la domanda e l'offerta: i soggetti che si spostano e le mete degli spostamenti; le strutture su cui avvengono gli spostamenti.

Da un lato, quindi, sono necessari dati socioeconomici quali le caratteristiche della popolazione (classi di età, categorie professionali ecc.), e del sistema delle attività produttive (addetti dell'industria, servizi, commercio ecc.); dall'altro la descrizione delle reti di mobilità (reti stradali, trasporto pubblico, corse ferroviarie e bus). Per «legare» il tutto, devono essere costruiti algoritmi che valutino la probabilità che un certo viaggiatore compia una serie di spostamenti, in certe fasce orarie, con certi mezzi, su determinati percorsi piuttosto che altri.

Per l'analisi della domanda si utilizzano tre modelli: generazione dei viaggi (stabilisce da ogni zona quanti viaggi partono), distribuzione (stabilisce il punto di arrivo dei viaggi), scelta modale (stabilisce quale mezzo viene scelto per compiere il viaggio).

I dati utilizzati per caratterizzare la domanda di trasporto, e quindi per generare i viaggi, sono di fonte ISTAT e ASPO: popolazione residente per classe di età e categoria professionale (dati aggregati per gruppi socioeconomici); addetti per categoria professionale.

Per una lettura «dinamica» dei dati dei residenti, volendo simulare situazioni future, è stata necessaria un'attenta lettura del MISURC, al fine di interpretare le dinamiche di sviluppo territoriali attraverso le previsioni urbanistiche comunali contenute nel mosaico informatizzato dei piani regolatori.

«Leggendo» tale strumento è stata stimata, anche se per via parametrica, l'evoluzione degli insediamenti, per individuare i Comuni con crescita urbanistica maggiore e quelli meno dinamici. Si è quindi rilevato che la popolazione residente nel capoluogo

cresca in media meno di quanto previsto dall'ISTAT per l'intera regione Lombardia, mentre quella residente nell'hinterland ed in alcuni poli di eccellenza cresce più della media.

Il concetto alla base del modello di generazione è la «catena di attività»: le scelte di viaggio dipendono da un «diario» giornaliero di attività che le persone, classificate in gruppi socioeconomici ed in classi di età, compiono.

Le catene di attività sono costituite dalla sequenza di attività che una persona compie nel corso di un giorno, ad esempio, «uscita-da-casa/ritorno-a-casa». Le catene possono comprendere anche più funzioni, ad esempio, casa-lavoro-acquisti-casa, e sono dette in questo caso «catene composte». Per lo sviluppo del modello i dati relativi alle catene di attività sono state acquisite dall'indagine ATM 1995, che fornisce anche informazioni circa la «possibilità» che un determinato gruppo socioeconomico effettui una catena di attività piuttosto che un'altra.

Nella Tabella 13.2 sono sinteticamente indicate le caratteristiche della «domanda» analizzate dal modello.

Sulla base della probabilità che un soggetto appartenente ad un gruppo socioeconomico compia una certa catena, su quella del suo luogo di residenza e su quella della localizzazione delle «mete» che il soggetto deve raggiungere, il modello genera una serie di relazioni tra zone, corrispondenti ad una sequenza di viaggi; tale fase, detta di distribuzione, costituisce il secondo passaggio di modellizzazione degli spostamenti, ed è ancora scollegata dall'offerta, cioè dalle reti. In questa fase il modello, sempre sul-

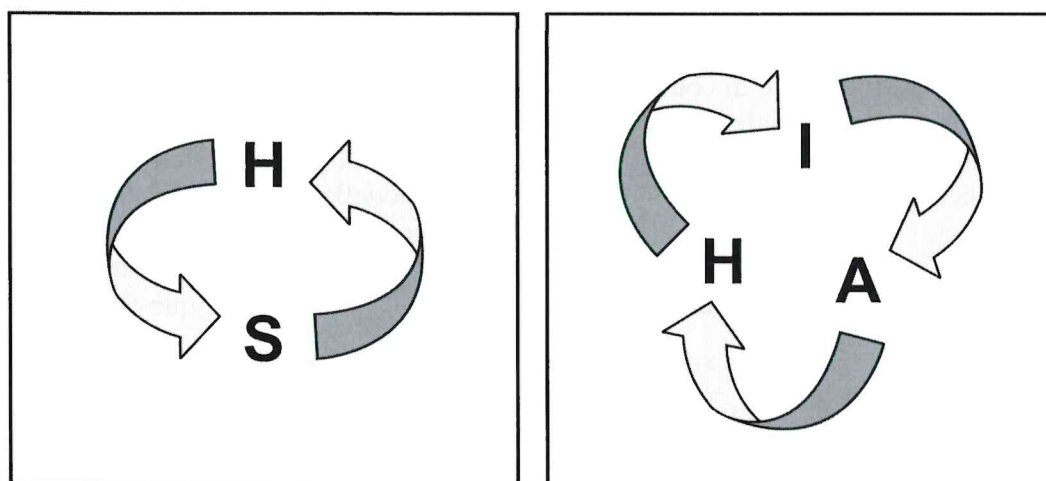


Figura 13.1 – Sequenze di attività

Tabella 13.2 – Caratteristiche della domanda analizzata

Categoria	Tipo di informazione	Fonte dati
Popolazione residente	– Classi di età	– ISTAT
	– Categoria professionale	– ISTAT
	– Disponibilità auto	– ACI
	– Evoluzione	– ISTAT / MISURC
Addetti	– Categoria professionale	– ISTAT
	– Evoluzione	– ISTAT
Unità locali	– Tipologia	– ISTAT
	– Dimensioni	– ASPO
Catene di attività	– Diario giornaliero spostamenti	– ATM 1995

la scorta dei diari rilevati dall'indagine ATM 1995, distribuisce nell'arco della giornata i vari spostamenti.

La Figura 13.2 spiega come funzionano i modelli di generazione e distribuzione del traffico, sulla base delle caratteristiche della popolazione residente e della localizzazione delle unità locali e degli addetti.

Nella fase successiva viene simulata la scelta del mezzo di trasporto, sulla base di informazioni relative alla domanda (età, categoria professionale, e disponibilità di automobile) e dell'offerta (presenza ferrovie, bus ecc.); il modello tiene conto dei tempi di viaggio, considerando però che esiste un «correttivo» determinato dalla differente propensione di al-

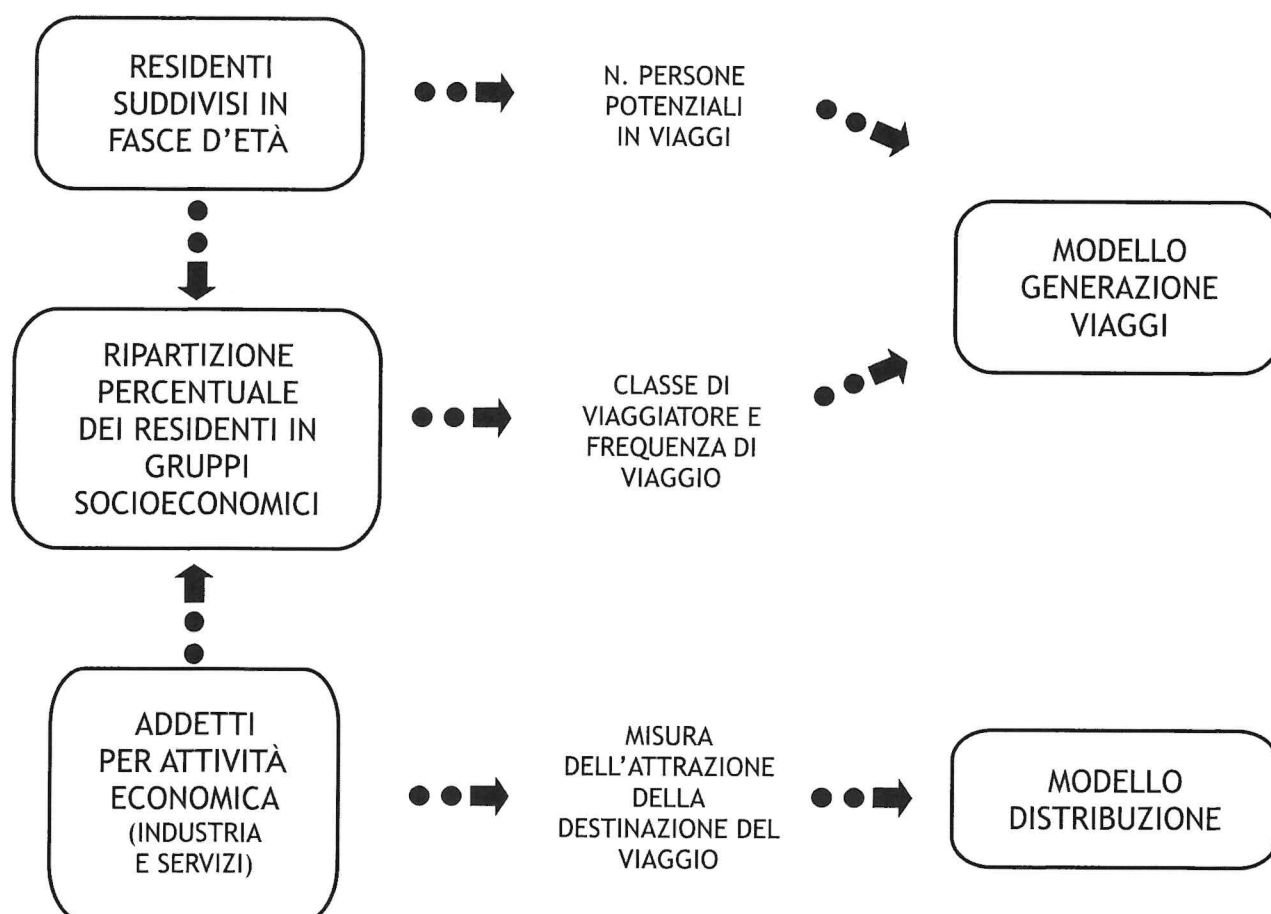


Figura 13.2 – Funzionamento dei modelli di generazione e distribuzione del traffico

cuni gruppi socioeconomici ad utilizzare il mezzo pubblico.

Con la successiva fase, detta assegnazione, i viaggi vengono rapportati con l'offerta, cioè «caricati» sulla rete; il modello, attraverso successive iterazioni, simula il comportamento del viaggiatore, che, trovato l'itinerario più breve in condizioni di congestione, opta per una strada alternativa, magari più lunga. Tale operazione è detta assegnazione. L'ultima fase riguarda la cosiddetta calibrazione, cioè il confronto dei dati ottenuti dalla simulazione con informazioni rilevate sulla rete; tramite «aggiustamenti» matematici e nuove iterazioni, la simulazione viene «avvicinata» alla realtà rilevata.

Nel lavoro della Provincia di Milano di implementazione del modello a quattro stadi, oltre all'inserimento di tutte le informazioni della domanda, sono state anche affinate le caratteristiche dell'offerta, migliorando il grafo georeferenziato costruito già nell'anno 2000. La Tabella 13.3 riassume le caratteristiche del grafo prodotto in questa fase.

13.4. Potenzialità del modello a quattro stadi

Col completamento del progetto MOVETEMI, comprendente il modello a quattro stadi, è possibile effettuare diverse ed interessanti simulazioni. È possibile valutare diversi scenari infrastrutturali alternativi, composti di nuove strade, nuove metropolitane,

stazioni ferroviarie ecc., e verificare a domanda costante quali sono gli esiti degli interventi previsti. È anche possibile simulare nuovi scenari di domanda, tenendo conto delle ricadute che l'evoluzione di popolazione e attività economiche, siano esse naturali o governate dai piani, possono determinarsi sul sistema della mobilità.

In pratica è possibile simulare scenari anche molto complessi come quello definito dal PTCP, con un quadro di riferimento per nuove infrastrutture, e normative che disciplinano le possibili evoluzioni degli insediamenti.

Nell'esempio che segue si traccia una sintesi del lavoro di Valutazione Strategica del PTCP, svolto anche grazie alla disponibilità di strumenti come MOVETEMI.

13.5. L'applicazione dei modelli nella valutazione strategica degli scenari di piano

La prima applicazione del modello a quattro stadi è stata effettuata su un ipotetico «scenario anno 2010», immaginando per quell'epoca il PTCP completamente attuato.

Pur nella consapevolezza dei limiti legati alla quantità di variabili da considerare, sono state effettuate valutazioni integrate, stimando da un lato l'evoluzione della domanda in funzione di nuovi scenari infrastrutturali (generazione, distribuzione e

Tabella 13.3 – Caratteristiche del grafo georeferenziato, versione finale

Entità	Numerosità e tipo di informazione associata
Archi	– 4.000 archi connettori tra zone di traffico e grafo – 17.000 archi orientati, con associate informazioni circa la lunghezza, la capacità (veicoli/ora), la velocità di progetto, le funzioni di costo (per le autostrade a pedaggio), eventuale denominazione della strada
Nodi e zone di traffico	– 370 zone di traffico, di cui 16 nel Comune di Milano, 5 in quello di Monza, 3 a Rho, 2 a Sesto San Giovanni, 2 a Cinisello Balsamo, altre 183 per i restanti Comuni della provincia, e le rimanenti per le aree esterne alla provincia – 6.000 nodi, con associata la tipologia di intersezione che essi rappresentano (incroci a precedenza, semaforizzati, roatorie ecc.) – oltre 30.000 manovre di svolta agli incroci, con associato il relativo perditempo
Trasporto pubblico	– 1.500 fermate del trasporto pubblico (stazioni ferroviarie, metrò, bus) – 4.000 corse di trasporto pubblico, con indicazione dei percorsi e degli orari di passaggio alle fermate, desunti dall'orario ufficiale pubblicato dalla Regione Lombardia, relative alla fascia di punta mattutina (6,00-9,00)

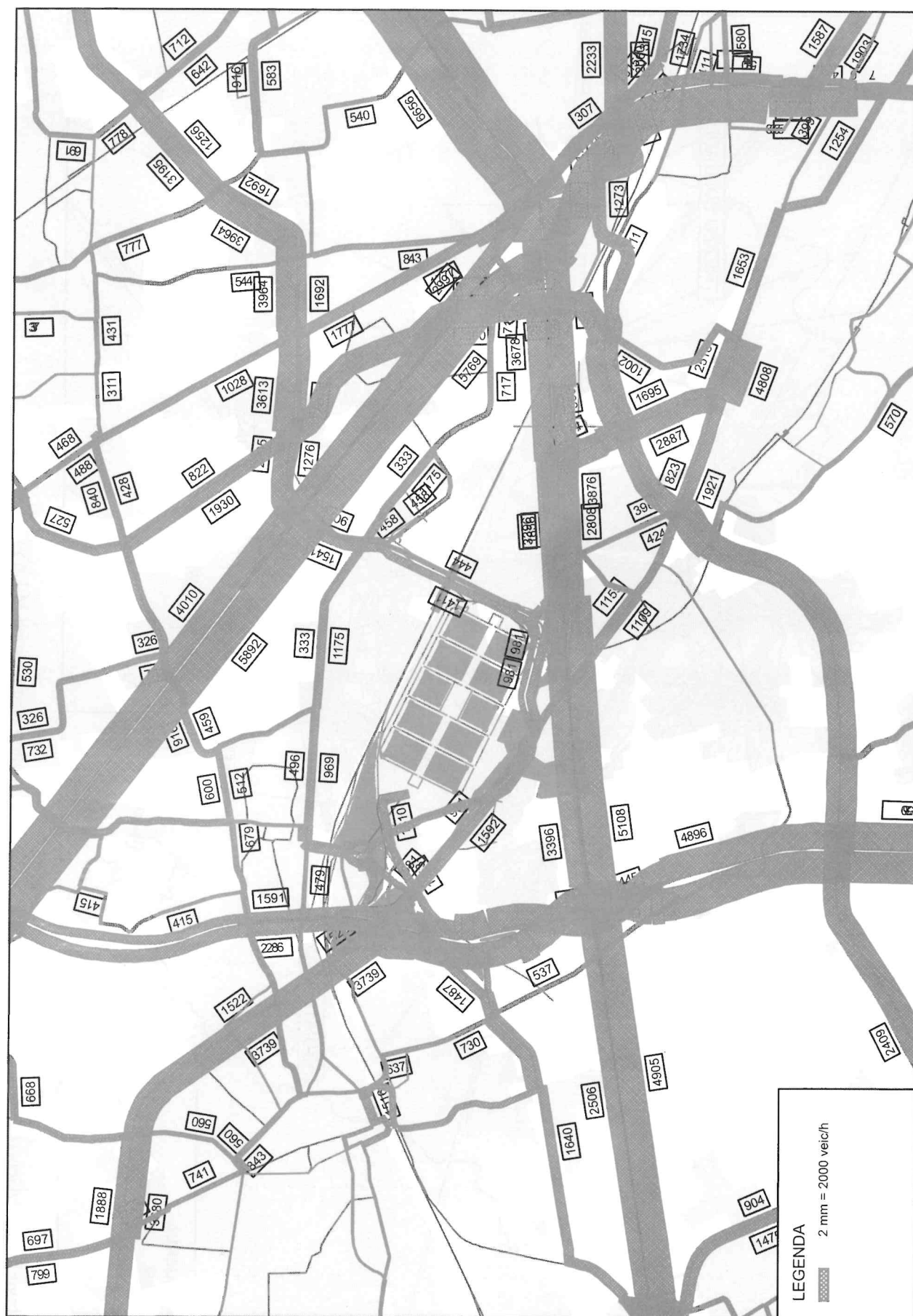


Figura 13.3 – Esempio di assegnazione dei flussi alla rete

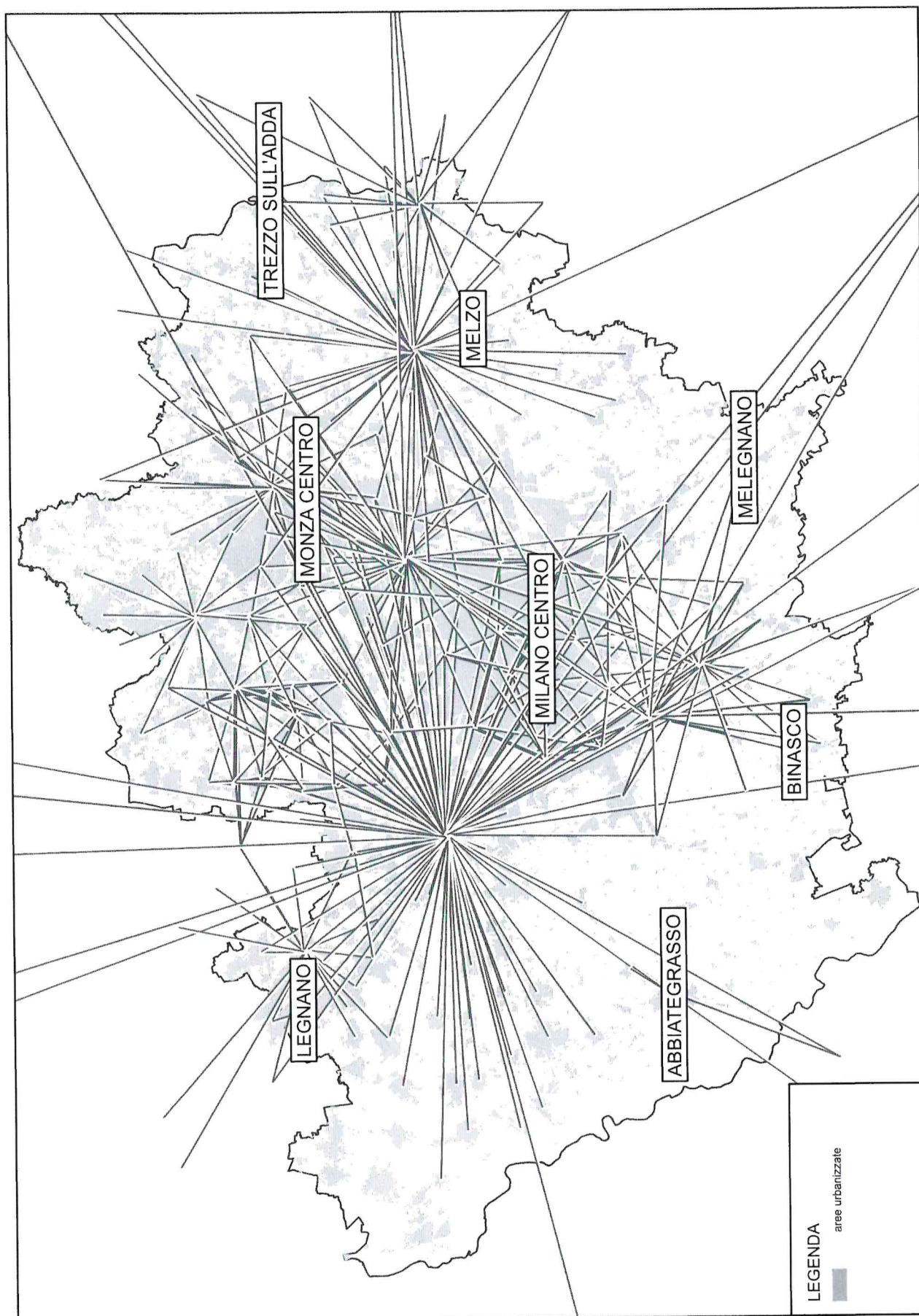


Figura 13.4 – Generazione e distribuzione degli spostamenti, esclusa destinazione Milano

scelte modali), dall'altro le ricadute dei nuovi insediamenti sulla domanda di trasporto (generatori e/o attrattori di traffico).

È importante sottolineare che la complessa modellizzazione delle scelte strategiche definite dal Piano Territoriale di Coordinamento ha rappresentato parte centrale del processo di Valutazione Strategica del PTCP. Anche in funzione dello sviluppo di tale strumento, per la valutazione del PTCP è stata eseguita una doppia simulazione: una ricostruzione modellistica dello stato di fatto ed una simulazione della «situazione a piano attuato»; in tal modo si sono confrontati dati ed indicatori, e verificata, attraverso una lettura incrociata dei parametri, la bontà e la rispondenza dei risultati agli obiettivi delle politiche di piano.

La rappresentazione dello scenario al tempo attuale, detto t_0 , o *base*, costituisce parte integrante della calibrazione del modello di domanda, ed è riferimento e termine di confronto per i successivi scenari. La parte più complessa è stata la ricostruzione modellistica dello scenario futuro, al tempo detto t_{PTCP} .

Sono state apportate variazioni di tipo infrastrutturale e territoriale alla configurazione dello stato di fatto, modificando i dati di input che rappresentano l'offerta di trasporto (strade, trasporti pubblici) e la domanda di trasporto (residenti, addetti).

Per quel che riguarda i dati di input relativi alla domanda, è stata affrontata una complessa serie di analisi sui dati disponibili. Sono stati analizzati il trend demografico ed economico stimati dall'ISTAT e le ipotesi di pianificazione derivanti dalle indicazioni del PTCP, ovvero una quantificazione di massima degli interventi di rilevanza sovracomunale che il PTCP ipotizza; è stato anche considerato che il PTCP individua «centri sovracomunali» per i quali è prevista la localizzazione di funzioni di importanza sovracomunale.

In pratica si è ipotizzato che cambino la popolazione residente, la localizzazione e la quantificazione delle attività produttive (ovvero degli addetti) e che cambi la ripartizione tra occupati, non occupati e studenti, ovvero tra gruppi socioeconomici; tutto ciò avrà effetti sulla tipologia di catene di viaggi. Viceversa si è ipotizzato che non cambino la ripartizione tra le attività giornalmente svolte da ciascun gruppo socioeconomico e la sequenza e l'orario dei viaggi.

Per quanto riguarda i residenti, la quantificazione assunta dal modello è stata calcolata, in prima ap-

prossimazione, analizzando le previsioni delle superfici di espansione residenziale previste dai PRG (fonte MISURC), al fine di ottenere un dato disaggregato per Comune, facendo così emergere differenti tendenze per ciascun ambito territoriale. I risultati sono stati in seguito normalizzati col valore medio di crescita stimato dall'ISTAT per la popolazione della Regione Lombardia al 2010, ottenendo in definitiva alcuni parametri che legano l'incremento di superficie residenziale all'aumento dei residenti.

Si è valutato che la variazione media della popolazione regionale si attesti al 2010 intorno al 3% e, riferendo tale dato alle analisi MISURC, sono stati stimati i seguenti incrementi: Comune di Milano +1,7%, hinterland +4,3%, resto della Provincia +3,1%, resto della regione Lombardia +3%.

Le elaborazioni ISTAT per classi di età mostrano inoltre alcuni fenomeni significativi rispetto alla generazione di domanda di mobilità, ed in particolare: la popolazione maggiore di 14 anni ha un incremento pari al 2,7%; la popolazione al di fuori dall'età lavorativa (età superiore a 65 anni) aumenta del 25%; la fascia giovane (18-26 anni) diminuisce del 20%.

È stata inoltre elaborata una procedura che permette di modificare l'appartenenza alle classi socioeconomiche degli individui a seguito dei cambiamenti intervenuti sulla popolazione, sia per quel che riguarda la futura ripartizione in classi di età, sia per la differente disponibilità di posti di lavoro, condizioni che possono verificarsi a seguito della nuova configurazione delle attività economiche. I dati implementati per la stima dello scenario al 2010 ipotizzano comunque nel complesso una società stabile.

Per quel che riguarda gli attrattori, ricordando che la loro quantificazione è basata sulla stima degli addetti per attività economica, è stata compiuta un'analisi altrettanto complessa.

È stato applicato un principio di sovrapposizione basato su tre fattori:

1. trend di sviluppo tendenziale delle attività economiche nel settore produttivo e terziario;
2. stima del numero di addetti generati dallo sviluppo dei «centri di rilevanza sovracomunale» individuati dal PTCP;
3. stima del numero di addetti generati dall'insediamento di attività all'interno delle «aree di rilevanza sovracomunale» individuate dal PTCP.

Per quel che riguarda il primo fattore, è stata analizzata l'evoluzione 1991-1996 delle attività economiche (fonte ASPO), che evidenzia un decremento medio delle attività industriali in Milano ed hinterland di circa il 15% ed una crescita dello stesso ordine di grandezza del settore terziario. Nello scenario futuro la stessa fonte prevede un rallentamento del calo degli addetti nell'industria (-5%) ed una minore crescita anche nell'andamento positivo del terziario (+5%).

Per quel che riguarda il secondo fattore, cioè i comuni ai quali il PTCP riconosce un ruolo di polarità urbana, è stato considerato che il piano stesso «concede» la facoltà di utilizzare una maggior quantità di suolo, e quindi di avere maggiori quote di espansioni insediative.

Per quel che riguarda infine il terzo fattore, cioè gli ambiti territoriali per la localizzazione di funzioni di tipo sovracomunale individuati dal PTCP, è stato considerato che il piano ricostruisce il quadro programmatico degli interventi concertati, con indicazioni utili ai fini delle simulazioni sulla mobilità.

Complessivamente, lo sviluppo delle attività economiche ai fini della determinazione della relativa attrattività delle zone risulta stimato come segue:

- trend evolutivo statistico, -5% produttivo, +5% servizi e terziario;
- centri rilevanza sovracomunale, +1% produttivo, +2% servizi e terziario;
- aree rilevanza sovracomunale, variabile a seconda dell'intervento.

Per quel che riguarda le infrastrutture di trasporto, e cioè la ricostruzione del quadro dell'offerta nello scenario t_{PTCP} , sono state «semplicemente» inserite nel modello tutte le opere previste dalla tav. I del PTCP, e sono stati considerati gli orari del trasporto pubblico previsti da Provincia e Regione Lombardia.

Dopo aver ricostruito le banche dati di input, il lavoro di modellizzazione è stato relativamente sem-

plice. In realtà si è trattato di scegliere «solo» quali scenari simulare; anche ai fini dell'esplorazione della sensibilità del modello, sono stati creati scenari intermedi, che prevedessero, ad esempio, solo uno sviluppo dell'offerta (più strade, più ferrovie) o solo modifiche della domanda (diversa distribuzione della popolazione).

13.6. Conclusione

Non è oggetto di questa pubblicazione l'analisi di dettaglio dei risultati, per la quale si rimanda al Quaderno del Piano Territoriale n. 21, Mobilità e Territorio, Provincia di Milano 2003.

Si ritiene tuttavia importante evidenziare come, attraverso elaborazioni complesse ma scientificamente corrette, sia stato possibile simulare i risultati di una pianificazione territoriale e trasportistica di scala provinciale.

Inoltre, è particolarmente importante sottolineare come lo strumento di supporto alle decisioni MOVETEMI, utilizzato ed integrato nella procedura di Valutazione Strategica del PTCP, sia effettivamente entrato nel processo di costruzione del piano. Piano che contiene al suo interno riferimenti espliciti, anche normativi, agli strumenti ed alle procedure ora descritte e, attraverso il meccanismo degli indicatori di sostenibilità, «invita» tutti i comuni ad utilizzare metodi e tecnologie di questo tipo per l'analisi e la gestione dei complessi processi territoriali.

Va infine ricordato che, tra le attività istituzionali degli uffici, vi è anche l'assistenza a comuni ed enti che lavorano sul territorio, per la messa a disposizione e l'utilizzo di questi strumenti. Anche nelle procedure di espressione di parere sui piani regolatori, attivate con l'approvazione definitiva del PTCP, gli strumenti di supporto ed i modelli di simulazione giocano un ruolo importante, soprattutto nelle fasi preliminari e nell'impostazione delle scelte strategiche.

14. L'archivio degli Strumenti Urbanistici Comunali (DB STRUC)

Franco Comelli, Sara Pace

A seguito dell'attribuzione alle Province delle nuove competenze in materia di pianificazione del territorio e in particolare a partire dal 1999/2000 per la Provincia di Milano, ovvero da quando ha preso avvio il processo di costruzione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) ai sensi della legge regionale n. 1/2000, è nata l'esigenza di approfondire la conoscenza dello stato fisico e dello stato di diritto del territorio dei 188 Comuni della Provincia, in primo luogo attraverso l'analisi degli strumenti urbanistici comunali vigenti.

Gli uffici provinciali hanno quindi condotto nel 1999 un'indagine presso le amministrazioni comunali, finalizzata a costruire un quadro di riferimento aggiornato delle previsioni urbanistiche locali. Tale indagine ha inoltre consentito di reperire la documentazione urbanistica comunale (Azzonamento, Tavola dei vincoli, Norme Tecniche di Attuazione) necessaria alla realizzazione del Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC) e alla creazione di un archivio cartaceo dei piani comunali. Prima di allora non esisteva infatti un vero e proprio archivio provinciale dal momento che i Comuni erano tenuti a trasmettere alla Provincia esclusivamente le varianti urbanistiche redatte ai sensi della legge regionale n. 23/1997 (le cosiddette varianti semplificate ad approvazione comunale).

Nel 2000 l'obiettivo era dunque quello di organizzare un archivio provinciale degli strumenti urbanistici comunali, catalogando le numerosissime varianti semplificate pervenute alla Provincia a partire dal 1997 e le altre varianti urbanistiche trasmesse dai Comuni in risposta all'indagine del 1999. A livello informatico i dati erano organizzati, dai tecnici del Servizio pianificazione urbanistica e programmazione infrastrutture, in tabelle MS Excel (.xls) che, di-

stinguendo le varianti semplificate dalle altre varianti e organizzando i Comuni secondo 12 raggruppamenti (corrispondenti ai 12 ambiti territoriali definiti dal PTCP), riportavano i seguenti dati del Piano Regolatore Generale (PRG) vigente e delle relative varianti:

- tipo strumento (PRG, Variante generale, Variante parziale ecc.);
- tipo provvedimento (adozione, controdeduzione osservazioni, approvazione ecc.);
- tipo atto (delibera di Consiglio Comunale, delibera di Giunta Regionale ecc.);
- numero e data atto (estremi della delibera di Consiglio Comunale ecc.).

Le tabelle fornivano anche informazioni relative alla documentazione urbanistica presente nell'archivio cartaceo e a quella già utilizzata e riportata nel MISURC.

In questa prima fase il «database non era un database», bensì un foglio di calcolo, aggiornabile sistematicamente, ma con procedure complesse e tempi lunghi, solo per le varianti semplificate. Questo strumento veniva utilizzato nell'ambito delle attività di sviluppo del PTCP come fotografia al 2000/2001 dello stato della pianificazione comunale e del MISURC che, completato nel dicembre 1999, era però già «vecchio» per alcuni Comuni.

L'evoluzione verso un vero e proprio database relazionale è stata indotta da una serie di circostanze.

In primo luogo stava aumentando in modo considerevole il numero di nuovi strumenti urbanistici comunali in arrivo in Provincia, anche in ragione delle nuove disposizioni regionali circa l'obbligatorietà per i Comuni di trasmissione alle Province

di tutti i piani comunali. Si rendeva pertanto necessario sviluppare un sistema di aggiornamento più semplice e veloce rispetto a quello impostato nel foglio di calcolo; si stava poi avviando l'attività di aggiornamento del MISURC, che richiedeva in primo luogo di verificare puntualmente lo stato del mosaico rispetto allo stato della pianificazione comunale vigente; inoltre si stava avvicinando la conclusione dell'iter di approvazione del PTCP e occorreva pertanto predisporre uno strumento di supporto alla organizzazione e alla gestione delle istruttorie per l'espressione del parere di compatibilità ai sensi del comma 18 articolo 3 della legge regionale n. 1/2000.

Per far fronte a tali nuove esigenze era necessario utilizzare un prodotto informatico adeguato e «personalizzato». Il Servizio gestione sistema informativo territoriale (SIT) è quindi entrato in gioco a supporto del Servizio pianificazione urbanistica e programmazione infrastrutture per costruire in collaborazione quella che oggi è un prezioso strumento di archiviazione in continuo aggiornamento e costante sviluppo.

14.1. Il progetto

Il compito del SIT è quello di trattare banche dati geografiche, tuttavia il progetto di realizzazione del database degli Strumenti Urbanistici Comunali (DB STRUC) ha visto le competenze del personale del SIT coinvolte nella realizzazione di una base dati non geografica e nello sviluppo di procedure puramente informatiche.

Per meglio rispondere alle esigenze descritte in precedenza, è stato predisposto un team di lavoro composto da esperti di pianificazione provenienti dal Servizio pianificazione urbanistica e programmazione infrastrutture e dal SIT, con il compito di definire una banca dati in grado di:

- raccogliere ed organizzare le informazioni relative al flusso continuo di strumenti urbanistici comunali trasmessi dai Comuni alla Provincia;
- servire da supporto per le attività connesse alle procedure di valutazione della compatibilità dei piani comunali con il PTCP;
- costituire una comoda risorsa condivisa per la consultazione e l'individuazione degli strumenti comunali presenti nell'archivio cartaceo generale;

- consentire ai funzionari del Servizio pianificazione urbanistica e programmazione infrastrutture una facile e guidata estrazione delle informazioni e in un formato utile per la distribuzione agli uffici, al pubblico, agli altri enti.

14.1.1. I requisiti principali

In base alle necessità emerse riguardo alle esigenze sopra elencate è stata effettuata un'analisi dei requisiti dello strumento che ha determinato le seguenti scelte di indirizzo progettuale:

- realizzare un archivio strutturato e interrogabile in modo semplice ed immediato;
- condividere, cioè rendere visibile ed accessibile l'archivio a tutti i funzionari della Pianificazione Territoriale;
- prevedere la possibilità di aggiornarlo secondo le esigenze;
- fornire supporto alla gestione dell'iter delle istruttorie PTCP;
- consentire l'accesso contemporaneo di più utenti;
- limitare alcune attività ad alcuni utenti e quindi realizzare una differenziazione degli accessi alle varie sezioni;
- avere come output una serie di report sintetici;
- dotare l'archivio di un'interfaccia «user friendly».

14.1.2. Progettazione concettuale: schema Entità-Relazioni delle entità principali

L'impianto concettuale del DB STRUC deriva dallo studio delle varie fasi inerenti l'archiviazione manuale dei dati e dalle relazioni tra i principali documenti di cui è necessario tenere traccia nel processo.

Generalizzando in modo estremamente semplificato l'iter documentale di uno strumento comunale, sono state individuate le principali entità coinvolte secondo questo flusso:

- ogni Comune è dotato di uno strumento urbanistico generale vigente, e da una serie di sue varianti;
- l'iter di approvazione di uno strumento urbanistico passa attraverso più fasi (adozione, controdeduzioni osservazioni ecc.) a cui sono associate le relative informazioni documentali anch'esse oggetto di archiviazione;

- dal momento in cui il PTCP della Provincia di Milano è divenuto operativo, prima del provvedimento di approvazione, ogni strumento urbanistico comunale deve essere assoggettato alla verifica di compatibilità con il PTCP;
- l'istruttoria di verifica della compatibilità si articola in varie fasi e si conclude con l'espressione di un parere da parte della Giunta Provinciale.

Da ciò si è strutturato lo schema concettuale, formalizzato secondo il modello Entità-Relazione e mostrato in Figura 14.1.

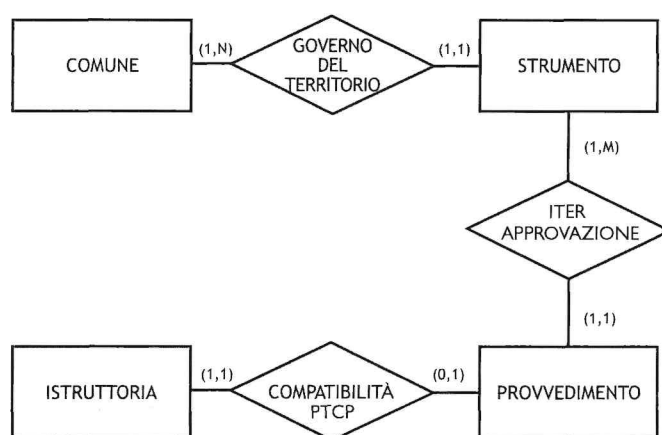


Figura 14.1 – Schema E-R dell'archivio DB STRUC

Le entità principali definite sono pertanto le seguenti.

- **COMUNE**: rappresenta tutti i dati relativi ad uno dei 188 Comuni della Provincia di Milano. I suoi attributi si riferiscono al nome e codice Istat, ad informazioni relative al tavolo interistituzionale, alla documentazione archiviata.
- **STRUMENTO**: rappresenta tutte le informazioni relative allo strumento urbanistico comunale. I

suoi attributi si riferiscono al Comune di appartenenza, alla descrizione del contenuto e allo stato attuale dello strumento urbanistico.

- **PROVVEDIMENTO**: rappresenta i dati relativi ad ogni singolo provvedimento associato ad uno strumento urbanistico. I suoi attributi si riferiscono allo strumento di appartenenza, al tipo di atto, al tipo di provvedimento, nonché ai dati del protocollo provinciale del ricevimento della documentazione.
- **ISTRUTTORIA**: comprende tutte le informazioni sull'istruttoria di verifica della compatibilità con il PTCP. I suoi attributi si riferiscono alla cronistoria del procedimento di compatibilità PTCP e alla descrizione del contenuto degli atti ad essa associati.

14.1.3. Progettazione logica: descrizione delle tabelle principali

Per la realizzazione dell'archivio si è scelto di impiegare il DBMS Access, il cui modello logico di riferimento è di tipo relazionale. Secondo questo modello le entità sono state tradotte in tabelle poste in relazione tra loro.

Le tabelle appartengono a tre aree: le *tabelle principali*, che traducono le entità principali; le *tabelle di LUT*, che contengono i valori relativi ai domini di alcuni campi e le *tabelle di amministrazione*, che supportano la gestione delle funzionalità del sistema.

Le *tabelle principali* sono 4 e costituiscono il cuore informativo del database; in particolare:

- **TAB_COMUNI**: contiene informazioni relative ai 188 Comuni della provincia (cfr. Tabella 14.1). È legata alla tabella TAB_STRUMENTI per mezzo del campo *COD_ISTAT*;

Tabella 14.1 – Attributi della tabella TAB_COMUNI

Attributo	Tipo	Descrizione
CODICE_ISTAT (chiave primaria)	intero	Codice Istat del Comune
NOME	stringa	Nome del Comune
ID_TAVOLO	intero (LUT)	Codice del Tavolo interistituzionale

Tabella 14.2 – Principali attributi della tabella TAB_STRUMENTI

Attributo	Tipo	Descrizione
ID_STRUMENTO (chiave primaria)	intero	Identificativo dello strumento urbanistico
CODICE_ISTAT (chiave esterna)	intero	Codice Istat del Comune
TIPO_STRUMENTO	stringa (LUT)	Tipo di strumento (PRG, Variante Generale...)
OGGETTO	stringa	Oggetto dello strumento urbanistico comunale
STATO_STRUC	stringa (LUT)	Stato dello strumento urbanistico comunale (storico, vigente)
Altri attributi		

Tabella 14.3 – Principali attributi della tabella TAB_PROVVEDIMENTI

Attributo	Tipo	Descrizione
ID_PROVVEDIMENTO (chiave primaria)	intero	Identificativo del provvedimento
ID_STRUMENTO (chiave esterna)	intero	Identificativo dello strumento urbanistico
TIPO_ATTO	stringa (LUT)	Tipo di atto (delibera del consiglio comunale, delibera giunta regionale)
N_ATTO	stringa	Numero delibera consiglio comunale
DATA_ATTO	stringa (LUT)	Data del provvedimento
TIPO_PROVVEDIMENTO	stringa (LUT)	Tipo di provvedimento (adozione, controdeduzione osservazioni, approvazione...)
N_PROT_PROV	stringa	Numero protocollo provinciale di ricevimento documenti
N_FASC_PROV	stringa	Numero fascicolo provinciale
DATA_PROT_PROV	data	Data protocollo provinciale
COD_ARCHIVIO_PROV	stringa	Codice di archiviazione dei documenti
STATO_STRUC	stringa (LUT)	Stato dello struc (vigente, storico)
CODICE_PIANO	intero	Codice MISURC del provvedimento
DOCUMENTAZIONE	stringa	Note relative allo stato della documentazione
Altri attributi		

- TAB_STRUMENTI: contiene informazioni relative ai dati generali degli strumenti urbanistici (cfr. Tabella 14.2); è collegata alla TAB_COMUNI per mezzo del campo *COD_ISTAT* e alla TAB_PROVVEDIMENTI per mezzo del campo *ID_STRUMENTO*;
- TAB_PROVVEDIMENTI: tratta le informazioni relative ai singoli provvedimenti dell'iter di approvazione degli strumenti urbanistici (cfr. Tabel-

la 14.3). È collegata alla TAB_STRUMENTI per mezzo del campo *ID_STRUMENTO* e alla TAB_ISTRUTTORIE_PTCP per mezzo del campo *ID_PROVVEDIMENTO*;

- TAB_ISTRUTTORIE_PTCP: contiene le informazioni relative alle istruttorie di verifica della compatibilità con il PTCP (cfr. Tabella 14.4). È collegata alla TAB_PROVVEDIMENTI per mezzo del campo *ID_PROVVEDIMENTO*.

Tabella 14.4 – Principali attributi della tabella TAB_ISTRUTTORIE_PTCP

Attributo	Tipo	Descrizione
COD_ISTRUTTORIA (chiave primaria)	intero	Identificativo del provvedimento
ID_PROVVEDIMENTO (chiave esterna)	intero	Identificativo dello strumento urbanistico
RL	booleano	Indicatore di provenienza documentazione dall'archivio della Regione Lombardia
REFERENTE_PROVINCIALE	stringa	Referente provinciale per l'istruttoria
REFERENTE_COMUNALE	stringa	Referente comunale
DATA_PROT_PRO_LETTERA	data	Data richiesta parere provinciale
DATA_RICH_INTEGR	data	Data richiesta integrazioni alla documentazione
DATA_ARR_INTEGR	data	Data arrivo integrazioni alla documentazione
DATA_LET_AVVIO_PROC	data	Data di spedizione lettera avvio procedimento
DATA_RIUNIONE_ISTRUTTORIA	data	Data riunione istruttoria
DATA_AVVIO_PROC	data	Data avvio procedimento
DATA_MAX_PARERE	data	Termine ultimo per l'espressione del parere
N_DELIBERA	stringa	Numero delibera giunta provinciale di espressione parere
DATA_DELIBERA	data	Data delibera giunta provinciale di espressione parere
SEGRETERIA_PARERE_PROPOSTO	stringa (LUT)	Proposta di parere alla giunta provinciale (Compatibilità, Compatibilità condizionata, Incompatibilità)
PARERE_ESPRESSO	stringa (LUT)	Parere espresso dalla giunta provinciale (Compatibilità, Compatibilità condizionata, Incompatibilità)
DATA_SPEDIZIONE	data	Data spedizione parere giunta provinciale
DOCUMENTAZIONE	stringa	Note relative allo stato della documentazione
Altri attributi		

Le LUT (dall'inglese Look Up Table) sono semplici tabelle che contengono l'elenco dei valori possibili (dominio) di un corrispondente campo in un'altra tabella. Le LUT del DB STRUC sono attualmente 11, ma il loro numero è variabile in funzione delle esigenze di controllare l'inserimento dati nel database utilizzando liste chiuse. La struttura è simile per tutte ed è costituita da 2 a 3 campi:

- campo dominio: contiene i valori univoci che l'utente vede proposti nelle caselle a discesa nelle maschere di inserimento dati. Rispetto

all'impiego di semplici caselle di testo, questa modalità di supporto all'utente ha come effetto, oltre ad una rapidità di compilazione, anche l'uniformazione delle informazioni inserite ad uno stesso standard, facilitando l'interrogazione del database;

- campo testo esteso: in alcuni casi la casella di scelta rapida, anziché mostrare la stringa sintetica del dato da inserire (come verrà inserita in tabella), ne propone una versione «estesa» per dare chiarezza in lettura (ad esempio, anziché VG, viene mostrato Variante Generale);

- campo ID: nei casi in cui il dominio contiene valori di testo troppo lunghi, si è preferito codificarli attraverso un id univoco che rappresenta la chiave della tabella LUT.

Alcune importanti tabelle LUT del DB STRUC sono:

- LUT_TIPO_STRUMENTO: contiene i valori (stringhe di testo) relativi al tipo di strumento urbanistico sia in forma sintetica (PRG, VG, var PRG ecc.) che in forma estesa (Piano Regolatore Generale, Variante Generale, Variante Parziale ecc.);
- LUT_TIPO_PROVVEDIMENTO: contiene i valori (stringhe di testo) relativi al tipo di provvedimento solo in forma estesa (adozione, controdeduzione osservazioni, approvazione, approvazione con modifiche d'ufficio ecc.);
- LUT_TIPO_ATTO: contiene i valori (stringhe di testo) relativi al tipo di atto amministrativo (delibera CC, delibera GR ecc.);
- LUT_TAVOLI: contiene i nomi dei Tavoli interistituzionali PTCP (Milano, Rhodense, Brianza, Magentino ecc.).

Le *tabelle di amministrazione* sono attualmente 5 e vengono gestite essenzialmente da parte del sistema che ne inserisce i record in modo automatico, in base agli eventi. Sono:

- ADM_CONNECTION: in ogni istante traccia il Comune e l'utente che ne sta attualmente consultando i dati per bloccare eventuali accessi da parte di altri utenti al fine di evitare danni ai dati dovuti a contemporanea scrittura;
- ADM_UTENTI: contiene gli utenti abilitati all'accesso in scrittura alle tabelle principali;

- ADM_LOG: registra tutti gli accessi al database (utenti, ora di accesso, di uscita, Comune, modifiche ecc.) per poter individuare rapidamente la causa di eventuali alterazioni dei dati e fornire supporto immediato ai funzionari;
- ADM_LOG_SEGRETERIA: traccia gli accessi al database da parte della segreteria;
- ADM_LOG Aggiornamenti: traccia la generazione automatica del report riepilogativo scaricabile dalla intranet provinciale.

14.2. Caratteristiche dell'applicazione

Il DBMS Access, con il quale il database è stato implementato, è sicuramente uno strumento versatile e semplice da utilizzare, ma offre soluzioni limitate alle esigenze progettuali. Sicuramente la principale delle quali riguarda i criteri di protezione dei dati dalla cancellazione accidentale e l'impossibilità di stabilire dei criteri di accesso alle varie sezioni. Questi problemi sono stati in parte risolti tramite la realizzazione di moduli in VBA (Visual Basic for Applications) associati a eventi o form del database. Le caratteristiche dell'applicazione realizzata sono molte e di seguito verranno descritte alcune delle principali.

- *Livelli di utenza.* Il database contiene informazioni importanti a cui non tutti devono avere accesso, e viene impiegato da una molteplicità di utenti che devono avere diversi diritti di accesso alle varie sezioni. I livelli di utenza definiti sono quattro i cui permessi sono descritti in Tabella 14.5. I criteri di accesso sono realizzati per mezzo di porzioni di codice VBA associate alle maschere.

Tabella 14.5 – Livelli di utenza dell'applicazione

Profilo	Operazioni consentite	Controllo incrociato password/utente
Amministratore	Accede alle sezioni di amministrazione e a tutte le altre	Sì
Istruttore	Accede alle sezioni di inserimento dati e a tutte le altre non di esclusiva proprietà di amministratore	Sì
Segreteria	Accede alle sezione di consultazione e alla modifica di alcuni dati	Sì
Consultatore (Pianificazione Territoriale)	Accede alle sezione di consultazione	No

Per una maggior sicurezza, all'avvio dell'applicazione viene richiesta una password, che il sistema associa in automatico all'utente connesso. La combinazione di utente e password determina i diritti per quell'utente.

- *Accesso multiplo.* Un requisito del database è offrire agli utenti la possibilità di poter operare contemporaneamente sui dati in esso contenuti. Sebbene MS Access gestisca la multiutenza, è stato ritenuto opportuno consentirla soltanto in fase di consultazione dei dati. L'accesso alle sezioni di aggiornamento dei dati invece viene regolato via codice VBA e vieta ad un utente di sovrascrivere o alterare i dati relativi ad un intero Comune se a quel determinato Comune è connesso in modifica un altro utente.
- *Amministrazione.* Per consentire la gestione degli accessi multipli, il controllo incrociato delle password e degli utenti connessi e mantenere un log degli accessi sono state realizzate una serie di tabelle con relative maschere di visualizzazione che vengono gestite solo dall'utente amministratore.
- *Filesystem e backup.* Il database in formato mdb è archiviato nell'area condivisa del server UNIX del SIT. Ciò consente di definire le proprietà di accesso all'applicazione limitandole ai soli utenti del gruppo locale della pianificazione territoriale. Di esso è realizzato un backup fisico quotidiano in un'area protetta dello stesso server. All'utenza non è consentito l'accesso alla struttura del database (tabelle, report, form ecc.), ma è stata realizzata una serie di maschere di accesso.
- *Criteri di design grafico e strutturale.* L'aspetto visivo delle maschere dell'applicazione è stato realizzato tenendo conto di precisi criteri grafici volti a facilitare la fruizione da parte degli utenti. In quest'ottica:

Figura 14.2 – Esempio di maschera di accesso

Descrizione contenuto	Report	Tabella
Report Strumenti urbanistici comunali vigenti	visualizza	visualizza
Report Istruttorie PTCP adottato	visualizza	
Report Istruttorie PTCP	visualizza	visualizza
Report Istruttorie PTCP - approvazioni comunali	visualizza	visualizza
Report Istruttorie PTCP - approvazioni	visualizza	visualizza
Report gestione istruttorie	visualizza	visualizza
Report programma GIUNTA Provinciale	visualizza	visualizza

esci

Figura 14.3 – Esempio di maschera di accesso ai report

- l'utente accede ai dati archiviati nelle tabelle solo attraverso le maschere dell'applicazione;
- l'apertura e chiusura delle maschere è sincronizzata (quelle non attive si chiudono) ed ogni maschera ha una struttura grafica costante, comprendente una chiara intestazione e un tasto per la chiusura/sospensione dell'attività corrente e il ritorno alla sezione precedente;
- le maschere sono di due diverse categorie a cui sono associati colori diversi: le maschere di consultazione, di accesso, di riepilogo sono verdi e i campi degli attributi hanno sfondo verde chiaro. Le maschere di inserimento hanno colore rosa con sfondo dei campi di inserimento gialli;
- l'inserimento dei dati è guidato attraverso la scelta tra valori preimpostati, autogenerati e in alcuni casi con l'ausilio di maschere di auto-composizione; è possibile sospendere l'inserimento dei dati a qualunque livello oppure solo temporaneamente e riprenderlo successivamente mantenendo in memoria i dati già compilati;
- il salvataggio dei dati nelle tabelle non è consentito se alcuni campi di attributi definiti obbligatori non sono stati completati.
- *Impianto consultazione e inserimento dati in maschere.* Lo schema di funzionamento del database è realizzato attraverso un sistema di maschere e report che traggono i contenuti dalle tabelle o da query e presiedono all'inserimento ed alla consultazione dei dati. Nessun utente, a parte l'amministratore, può accedere alla struttura interna del database in modo diretto. Le uniche modalità previste sono quelle guidate attraverso le ma-

Provincia di Milano - Direzione di Progetto Pianificazione Territoriale
Elenco Strumenti Urbanistici Comunali - ISTRUTTORIE COMPATIBILITA' PTC
Espressione Parere di Compatibilità ai sensi del comma 18, art.3 - L.R. n. 1/2000

Comune	Referente Provinciale	Strumento Urbanistico Comunale	Oggetto Variante	(2) RL	(1) Data avvio procedim.	termine espressione parere	Delibera Giunta Provinciale Espressione
PESSANO CON BORNAGO	Arch. Rosa Anna Voce Tel: 02.7740.3050	Variante parziale adozione dalla C.C. n. 39 del 29/09/2003	Adeguamento alla norme relative ai distributori di carburante (D.Lgs. 32/98)	☐	05/11/2003	02/02/2004	n. 91503 del 17/12/2003 compatibilità
CAVENAGO DI BRIANZA	Arch. Nausicaa Pezzoni Tel: 02.7740.5148	Variante Generale controdeduzione osservazioni dalla C.C. n. 32 del 20/07/2002		☒	10/11/2003	07/02/2004	n. 55 del 04/02/2004 compatibilità condizionata
SEGRATE	Arch. Rosa Anna Voce Tel: 02.7740.3050	Variante parziale adozione dalla C.C. n. 97 del 23/07/2003	Individuazione area di espansione mista.	☐	12/11/2003	09/02/2004	n. 91603 del 17/12/2003 compatibilità condizionata
TRUCCAZZANO	Arch. Rosa Anna Voce Tel: 02.7740.3050	Variante parziale controdeduzione osservazioni dalla C.C. n. 68 del 29/10/2002	Adeguamento alla Lr. 1/2001, Piano dei servizi - RIR - Nuove previsioni d'espansione interessanti le SP 14 e la SP 39.	☒	13/11/2003	10/02/2004	n. 3304 del 28/01/2004 compatibilità condizionata
SENAGO	Ing. Sara Pace Tel: 02.7740.3082	Variante Generale controdeduzione osservazioni dalla C.C. n. 61 del 27/10/2003		☐	14/11/2003	11/02/2004	n. 6004 del 04/02/2004 compatibilità condizionata
SESTO SAN GIOVANNI	Ing. Sara Pace Tel: 02.7740.3082	Variante Generale controdeduzione osservazioni dalla C.C. n. 37 del 09/07/2003		☐	17/11/2003	14/02/2004	n. 7904 del 11/02/2004 compatibilità condizionata
LISCATE	Arch. Rosa Anna Voce Tel: 02.7740.3050	Variante Generale adozione dalla C.C. n. 75 del 23/12/2002		☐	18/11/2003	15/02/2004	n. 7204 del 11/02/2004 compatibilità condizionata
VAREDO	Arch. Nausicaa Pezzoni Tel: 02.7740.5148	Piano attuativo di interesse sovracomunale adozione dalla C.C. n. 58 del 15/10/2003	Piano di Lottizzazione industriale in frazione Valera.	☐	18/11/2003	15/02/2004	n. 914 del 17/12/2003 compatibilità
VAREDO	Arch. Nausicaa Pezzoni Tel: 02.7740.5148	Piano attuativo di interesse sovracomunale adozione dalla C.C. n. 57 del 15/10/2003	Piano di Lottizzazione produttivo con rotonda su Monza-Saronno.	☐	18/11/2003	15/02/2004	n. 34 del 29/01/2004 compatibilità
BOVISO MASCIAGO	Arch. Emanuela Coppo Tel: 02.7740.3067	Variante Generale adozione dalla C.C. n. 44 del 06/11/2003		☐	19/11/2003	16/02/2004	n. 75 del 11/02/2004 compatibilità condizionata
SOVICO	Arch. Emanuela Coppo Tel: 02.7740.3067	Variante Generale adozione dalla C.C. n. 49 del 30/10/2003		☐	19/11/2003	16/02/2004	n. 77 del 11/02/2004 compatibilità condizionata

(1) Data avvio procedimento: data di protocollo provinciale di ricevimento della richiesta del Parere di Compatibilità ovvero delle relative integrazioni documentali.
Termine per espressione parere: 90 giorni dalla data di avvio procedimento (45 giorni per i P.II Lr. 3/04).
Per le Varianti parziali "Sportello Unico" il parere è espresso nell'ambito delle attività della Conferenza dei Servizi.
(2) Strumenti Urbanistici Comunali che alla data di entrata in vigore del PTCP risultavano già trasmessi alla Regione Lombardia.

Aggiornamento 22/04/2004 - Pagina 1 di 13

Figura 14.4 – Esempio di report generato dal DB STRUC

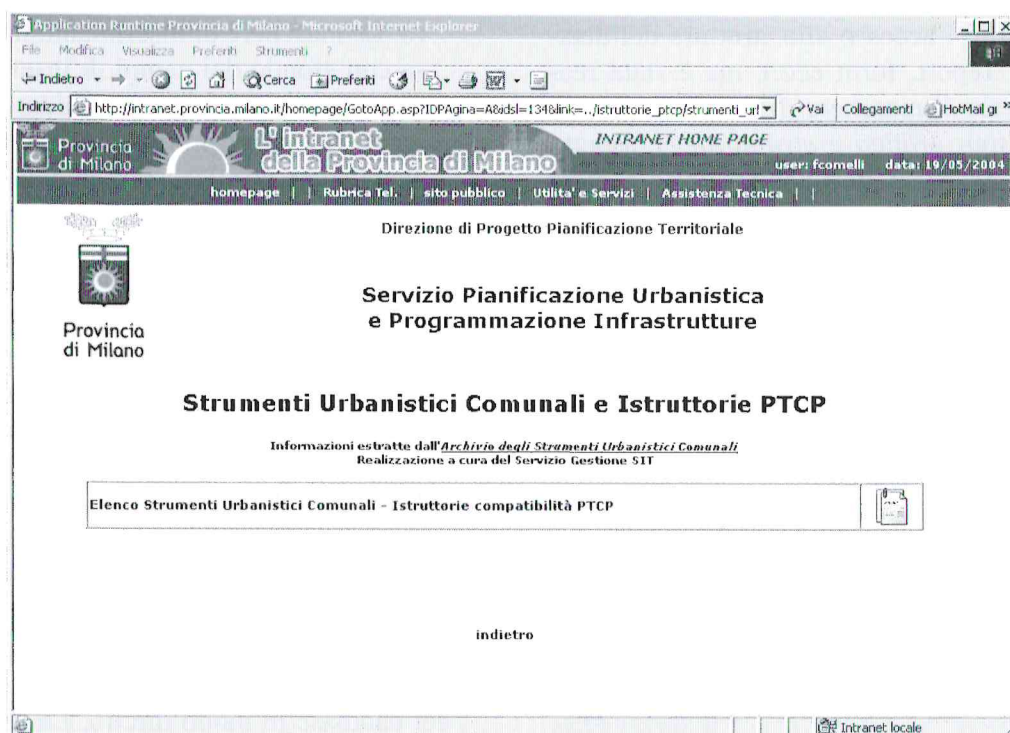
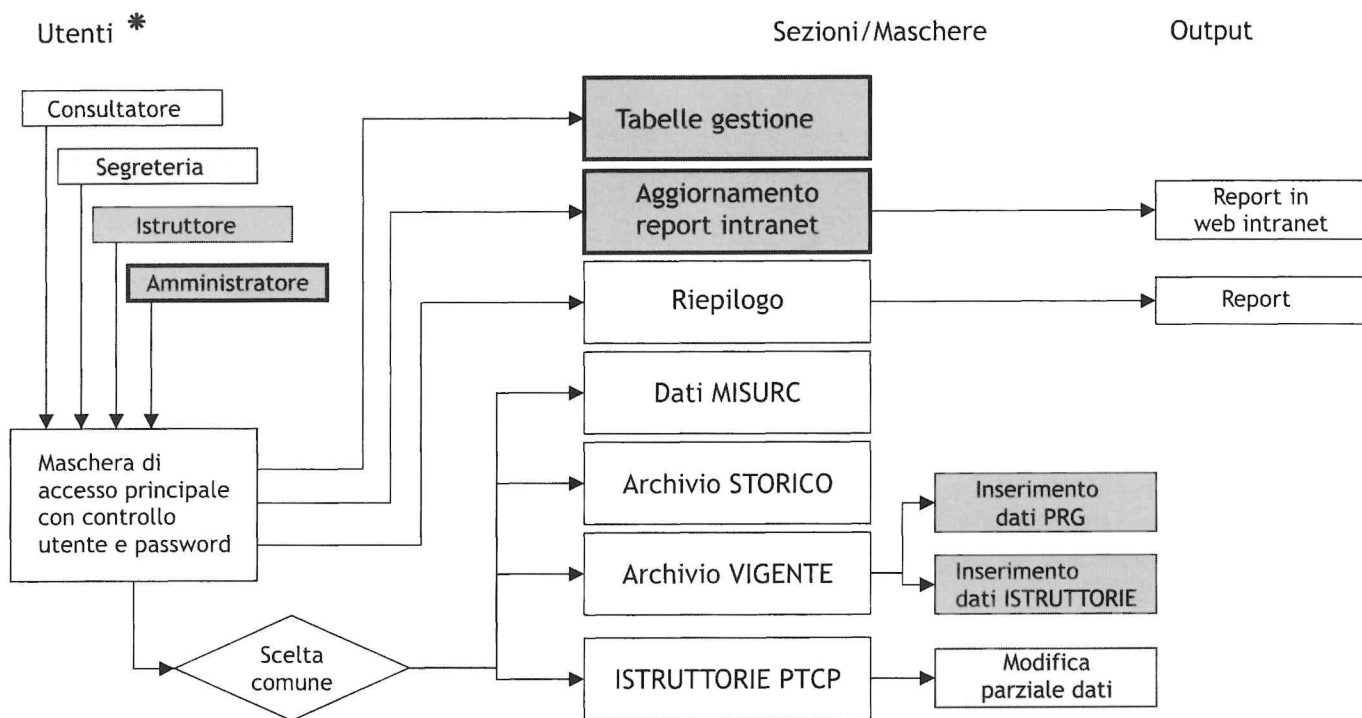


Figura 14.5 – Pagina web intranet da cui si accede al report in formato pdf



* Diritti di accesso alle sezioni o output decrescenti da utente "amministratore" (grigio scuro bordato) a "consultatore" (bianco). Le sezioni o output in bianco sono visibili a tutti.

Figura 14.6 – Schema di accesso al DB STRUC ed accessibilità alle sezioni da parte di vari livelli di utenza

schere. L'applicazione consta di molte maschere inquadrare nelle seguenti categorie funzionali:

- maschere di accesso (cfr. Figura 14.2): selezionando un elemento si accede ad una sezione precisa;
 - maschere di consultazione: mostrano i dettagli dell'oggetto selezionato;
 - maschere di inserimento dati: memorizzano i valori scritti dall'utente per poi inserirli nelle apposite tabelle;
 - maschere di riepilogo: sono quelle visibili all'amministratore e mostrano informazioni sull'accesso;
 - maschere di report (cfr. Figura 14.3): presentano il set di report disponibili con le relative tabelle esportabili.
- *Impianto report.* In output al database è stata predisposta una serie di report consultabili in un'apposita sezione di cui è possibile ottenere anche il relativo formato tabulare. I report hanno un formato standard e mostrano i risultati di specifiche richieste o query al database. In particolare, relativamente all'applicazione del DB STRUC alle

Istruttorie PTCP, sono stati predisposti diversi livelli di reportistica calibrati in funzione delle esigenze dei diversi utilizzatori: il report «gestione istruttorie ptcp» per i tecnici istruttori della Pianificazione Territoriale, il report «istruttorie ptcp» per i direttori, il report «programma di giunta» per l'assessore e, il report «istruttorie ptcp-intranet» che consente agli uffici della Pianificazione Territoriale di fornire nell'arco di 24 ore le informazioni sulle istruttorie ai colleghi degli altri uffici provinciali.

- *Pagina di accesso intranet.* Una particolare applicazione del database riguarda l'impiego di un sito web, ospitato nella intranet provinciale, per la pubblicazione di dati riepilogativi il cui accesso è libero per tutti i funzionari dell'ente. Attualmente agli utenti è consentito visualizzare e quindi stampare un report riassuntivo (in formato pdf) relativo alle istruttorie di compatibilità ptcp in itinere (cfr. Figura 14.5). L'aggiornamento del report è quotidiano e viene effettuato in modo automatico dal DB STRUC direttamente sul server intranet. È allo studio la progetta-

Figura 14.7 – Maschera di accesso al database

zione di un vera e propria interfaccia web di accesso diretto al database sia in consultazione che in inserimento dati.

14.3. Funzionamento dell'applicazione

Lo schema di Figura 14.6 mostra i principi di funzionamento dell'applicazione sviluppata.

Quando un utente avvia l'applicazione, accede ad una maschera principale di accesso, illustrata in Figura 14.7, in cui deve inserire la propria password. In base ai diritti di accesso assegnatigli dal sistema, potrà accedere alle sezioni proprie ed a quelle di un utente con inferiori diritti. Ad alcune sezioni si accede dal form principale senza ulteriori scelte, mentre alle maschere di consultazione e inserimento dati deve essere prima definito il Comune di interesse.

Questo database è stato progettato e successivamente sviluppato in modo tale da poter essere consultato e facilmente aggiornato direttamente dai funzionari della Pianificazione Territoriale, attraverso una serie di maschere che permettono l'inserimento di nuovi dati (nuovi strumenti urbanistici, nuovi provvedimenti, nuove istruttorie ecc.) e la modifica dei dati precedentemente inseriti.

L'accesso, per coloro che intendono aggiornare l'archivio, viene autorizzato attraverso l'inserimento di un codice utente; mentre per tutti coloro che vogliono solamente consultare i dati archiviati, l'accesso è libero.

Una volta effettuato l'accesso, è possibile scegliere il Comune che si intende visualizzare da un apposito menu a tendina contenente i nomi dei 188 Comuni appartenenti alla Provincia di Milano, e si

Figura 14.8 – Maschera principale

avvia la maschera principale del Comune selezionato, come ad esempio nella Figura 14.8.

Tale sezione è strutturata in due parti principali: una parte riguarda le informazioni generali quali il nome ed il codice Istat del Comune, l'ultimo codice dello strumento urbanistico inserito nel Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali (MISURC), la documentazione presente negli archivi della Provincia, eventuali note; un'altra parte riguarda le informazioni di natura più strettamente urbanistica quali gli estremi dello Strumento Urbanistico attualmente vigente, ed eventualmente gli estremi dell'ultima variante approvata, nonché i bottoni di accesso alle altre sezioni di consultazione e di aggiornamento del DB STRUC.

Da questa maschera è infatti possibile accedere direttamente alle sezioni di approfondimento del DB STRUC riguardanti i seguenti temi:

- l'archivio storico, contenente informazioni relative a tutti gli Strumenti Urbanistici antecedenti il PRG vigente;
- l'archivio contenente informazioni relative a tutti gli Strumenti Urbanistici in vigore in data successiva al PRG vigente;
- l'archivio delle istruttorie Provinciali effettuate o in itinere (suddivise nelle due sezioni secondo lo stato di approvazione del PTCP);
- lo stato di aggiornamento del MISURC;
- la sezione di riepilogo contenente i report preimpostati dal sistema.

archivio degli STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI
Comune di RHO

SCHEDA PROVVEDIMENTI
STRUMENTI VIGENTI

Tipo Strumento	Art. Lr.23/97 e Leggi di riferimento	Data provv	Istr
var PRG l.r. 23/97	art. 2 c. 2 lett. f	06/05/2003	
var PRG l.r. 23/97	art. 4 a	11/06/2003	
var PRG l. 1/78		20/06/2003	
var PRG		26/02/2004	I

nuovo strumento modifica strumento elimina strumento *seleziona con il mouse*

Oggetto dello Strumento Urbanistico Comunale

Sistemazione del bacino del fontanile Cagnola.

Tipo atto	Numero atto	Data atto	Tipo provvedimento	Istr
delib. C.C.	51	04/04/2002	adozione	
delib. C.C.	99	02/12/2002	controdeduzione osservazioni	
delib. G.R.	13445	20/06/2003	approvazione con prescrizioni	

nuovo provvedimento modifica provvedimento elimina provvedimento *seleziona*

nuovo provvedimento modifica provvedimento elimina provvedimento *seleziona*

esci

Figura 14.9 – Maschera di consultazione strumenti urbanistici

La sezione dell'*archivio storico* contiene l'elenco e le informazioni relative a tutti gli strumenti urbanistici antecedenti il PRG vigente.

La sezione dell'*archivio vigente* contiene l'elenco e le informazioni relative a tutti gli strumenti successivi al PRG vigente, ordinati secondo la data di approvazione dello stesso come meglio illustrato dalla Figura 14.9.

Selezionando un singolo strumento urbanistico si attivano in maniera automatica i campi relativi all'oggetto e compaiono tutti i relativi provvedimenti e le informazioni connesse (cfr. Figura 14.10).

A fianco degli strumenti oggetto di verifica di compatibilità compare la lettera «I».

Nella sezione relativa alle *istruttorie* sono elencati tutti gli strumenti che sono stati oggetto della procedura di istruttoria provinciale.

In questa maschera di visualizzazione, selezionando un singolo strumento oggetto di istruttoria, si ottengono informazioni dettagliate circa l'istruttoria in oggetto (quali la data di richiesta parere, la data di eventuale richiesta di integrazione, la scadenza per l'espressione del parere, la data di espressione del parere stesso, il tipo di parere espresso).

La sezione relativa ai report, a cui si accede a partire dalla maschera di accesso principale, contiene una serie di schede riepilogative contenenti i dati più significativi riguardanti lo stato della pianificazione comunale e le istruttorie provinciali suddivise per Comune, per singolo istruttore ed una più generale

archivio degli STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI
Comune di RHO

SCHEDA PROVVEDIMENTI
STRUMENTI VIGENTI

Tipo Strumento	Art. Lr.23/97 e Leggi di riferimento	Data provv	Istr
var PRG l.r. 23/97	art. 2 c. 2 lett. f	06/05/2003	
var PRG l.r. 23/97	art. 4 a	11/06/2003	
var PRG l. 1/78		20/06/2003	
var PRG		26/02/2004	I

nuovo strumento modifica strumento elimina strumento *seleziona con il mouse*

Oggetto dello Strumento Urbanistico Comunale

Sistemazione del bacino del fontanile Cagnola.

Tipo atto	Numero atto	Data atto	Tipo provvedimento	Istr
delib. C.C.	51	04/04/2002	adozione	
delib. C.C.	99	02/12/2002	controdeduzione osservazioni	
delib. G.R.	13445	20/06/2003	approvazione con prescrizioni	

nuovo provvedimento modifica provvedimento elimina provvedimento *seleziona*

DETTAGLIO PROVVEDIMENTI

Fonte: SP

Codice Archivio Provinciale

Codice Misurc

Note

Documentazione in archivio: Delib. G.R.

Numero fascicolo

Numero protocollo

Data protocollo

esci

Figura 14.10 – Maschera di consultazione provvedimenti

comprendente l'intero territorio provinciale. Alcuni dei report presentano le stesse informazioni anche in formato di tabella per consentirne l'eventuale salvataggio ed impiego con altri software da parte dei funzionari.

14.4. Prospettive e sviluppi futuri

Il DB STRUC è un'applicazione «giovane» che ancora può e deve subire numerosi miglioramenti. Dopo la sua ultimazione è stata avviata una fase di test durante la quale tutte le procedure sono state verificate in modo attento e puntuale. Le principali hanno riguardato l'inserimento dei dati in modo corretto, la generazione dei report riepilogativi, le procedure di generazione automatica dei valori di alcuni campi, la gestione della multi utenza, il salvataggio corretto dei dati.

L'esigenza di rendere operativa l'applicazione in tempi brevi, unita alla complessità delle operazioni da verificare, ha portato ad accelerare la «messa in produzione del DB STRUC. Attualmente, quindi, sono in via di definizione le linee di sviluppo per i prossimi mesi.

Naturalmente una preziosa indicazione è venuta dal confronto «diretto» con gli utenti che è stato reso possibile grazie alla stretta collaborazione del personale coinvolto.

Un'importante linea di sviluppo riguarderà la realizzazione di un'interfaccia web per l'accesso, la consultazione e l'inserimento dei dati. In questo modo l'accesso sarà garantito a tutti attraverso il brow-

ser web, evitando di avviare l'applicazione direttamente attraverso il DBMS Access con il rischio di causare indirettamente danni ai dati.

A questo proposito, dal punto di vista informatico, saranno implementate delle ulteriori tabelle di amministrazione che consentiranno la registrazione dei dati modificati in modo tale da poterli ripristinare in seguito ad un'accidentale cancellazione o alterazione.

Per assecondare le numerose esigenze di interrogazione del DB STRUC è in via di progettazione una

sezione apposita per l'autocomposizione di query direttamente gestita dall'utente che potrà poi utilizzare i dati nel formato più consono alle proprie esigenze.

Infine, il layout grafico delle maschere sarà affinato ulteriormente per rendere più chiara la consultazione dei dati riportati. Sono previste una manualistica dettagliata e la predisposizione di un help online a disposizione degli utenti per illustrare il funzionamento e le numerose possibilità di interrogazione di questo utile strumento di supporto alla pianificazione provinciale.

15. Diritto, Pubblica amministrazione e nuove tecnologie nella società dell'informazione e della comunicazione

Alberto Giana

La rivoluzione tecnologica che caratterizza la nostra epoca rappresenta uno dei più formidabili momenti evolutivi della società moderna, in grado di apportare rilevanti e diffusi benefici all'intera organizzazione economica e sociale.

Anche la Pubblica amministrazione, struttura essenziale per la vita della comunità, può oggi disporre di tecnologie informatiche e telematiche che le consentono di elevare la qualità e l'usufruibilità dei servizi che fornisce all'utenza. L'utilizzazione del web, gli strumenti hardware e le applicazioni software, gli acquisti basati sulle aste on line, l'introduzione del documento informatico e della firma digitale, l'attivazione della fattura elettronica, l'uso del protocollo informatico e dell'archiviazione ottica, l'adozione in generale di una politica di automazione e digitalizzazione dell'attività della PA consentono lo svolgimento di un'azione pubblica più efficace, efficiente, celere, economica e trasparente.

L'Unione Europea ha individuato nell'*eGovernment*, nell'informatizzazione della Pubblica amministrazione, una delle priorità del Piano d'azione *eEurope* 2005, quale strumento determinante per consentire agli enti di meglio svolgere i procedimenti amministrativi e di cooperare tra loro, ai cittadini di accedere agevolmente, con meno oneri e in tempi rapidi, ai servizi pubblici e di instaurare un contatto diretto con gli amministratori, alle imprese di incrementare la propria produttività e competitività.

Al fine di predisporre un'armonizzazione dell'attività legislativa nazionale e di evitare soluzioni normative discordanti che impediscano che il beneficio delle nuove tecnologie avvenga in condizioni eque, adeguate e non discriminatorie, il legislatore europeo è nel tempo intervenuto con diversi atti e recente-

mente, con la direttiva 2002/21/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002, ha istituito un nuovo quadro normativo comune per le reti e i servizi di comunicazione elettronica, nel cui ambito si collocano quattro direttive settoriali:

- direttiva 2002/20/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002, relativa alle autorizzazioni per le reti e i servizi di comunicazione elettronica (direttiva autorizzazioni);
- direttiva 2002/22/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002, riguardante il servizio universale e i diritti degli utenti in materia di reti e di servizi di comunicazione elettronica (direttiva servizio universale);
- direttiva 2002/19/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002, concernente l'accesso alle reti di comunicazione elettronica e le risorse correlate e all'interconnessione delle medesime (direttiva accesso);
- direttiva 2002/58/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 luglio 2002, attinente al trattamento dei dati personali e alla tutela della vita privata nel settore delle comunicazioni elettroniche (direttiva relativa alla vita privata e alle comunicazioni elettroniche).

Da parte sua, il legislatore italiano a partire dall'inizio degli anni Novanta del secolo scorso ha avviato un profondo processo di modernizzazione della Pubblica amministrazione, anche attraverso l'introduzione, nell'ordinamento e nell'organizzazione burocratica, di nuovi strumenti di lavoro offerti dalla tecnologia. A seguito della riforma del titolo V, parte II della Carta fondamentale, operata con la legge co-

stituzionale 18 ottobre 2001, n. 3, il nuovo art. 117, c. 2, lett. r, attribuisce alla potestà legislativa esclusiva dello Stato la materia del coordinamento informativo statistico e informatico dei dati dell'Amministrazione statale, regionale e locale. La Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per l'innovazione e le tecnologie, con direttiva 18 dicembre 2003, ha tracciato le linee guida in materia di digitalizzazione dell'Amministrazione per l'anno 2004.

In Italia è in pieno corso di svolgimento un processo di costruzione dello «Stato in Rete», un ente più moderno, efficiente, trasparente e democratico. I cittadini italiani stanno familiarizzando sempre più con i servizi on line che le Pubbliche amministrazioni mettono loro a disposizione. Una recente indagine ha rilevato che nel 2003 erano circa 3.200 i siti web della Pubblica amministrazione e che quasi un quarto della popolazione italiana ha utilizzato le connessioni in rete degli uffici pubblici, centrali e periferici. E lo scenario appare ancor più interessante se si pone mente ai numerosi progetti di eGovernment in fase di start up in tutte le Regioni italiane.

Questo crescente ricorso alle tecnologie dell'informazione e comunicazione (ICT) comporta non solo un recupero di efficienza e un incremento della produttività degli uffici pubblici, ma anche un aumento della velocità di gestione e trasmissione delle informazioni, oltre che un enorme risparmio di tempo e di denaro. L'ICT è una leva importante per la trasformazione e l'ammodernamento del Paese, in quanto pone i cittadini al centro dell'azione amministrativa, nel loro ruolo di contribuenti che si aspettano creazione di valore pubblico, di clienti che vogliono ottenere servizi migliori, di soggetti politici che intendono partecipare alla gestione della cosa pubblica.

Ma oltre a mettere a disposizione del cittadino nuove e allettanti opportunità, la diffusione della più avanzata tecnologia lo espone anche a nuovi rischi e pericoli.

Basti porre mente al fatto che per mezzo di internet gli operatori economici possono tracciare una mappa dettagliata dei gusti e delle preferenze degli utenti, vittime inconsapevoli di un commercio di dati dalle dimensioni potenzialmente planetarie. Vi sono poi, per citarne solamente alcune, le insidie derivanti dalla possibilità di reperire indirizzi di posta elettronica, di tenere memoria dei collegamenti in rete o dei siti web visitati da una determinata persona. Infine, come non stigmatizzare il fenomeno dello

spamming, consistente nell'inviare messaggi di posta elettronica, generalmente a carattere pubblicitario e commerciale, senza alcuna preventiva richiesta da parte del destinatario?

Insomma, attraverso la rete e i media chiunque può insinuarsi in maniera più o meno subdola e lecita nella sfera privata di altri ed esercitare su di essi un potere, spesso abusivo.

15.1. Banche dati

Si consideri che ogni giorno soggetti pubblici e privati costituiscono e alimentano banche dati, locuzione con cui si individua un insieme di dati sistematicamente e metodicamente organizzati e archiviati in modo tale da consentire la rapida consultazione, trattamento ed estrazione di informazioni.

Nell'ambito delle proprie finalità istituzionali, le Pubbliche amministrazioni realizzano, sviluppano e gestiscono – direttamente o indirettamente – banche dati per mezzo di sofisticati sistemi di elaborazione, e si dotano di reti di trasmissione per garantirne il collegamento. Ogni Amministrazione detiene in tal modo presso di sé una più o meno cospicua quantità di dati relativi a persone fisiche e giuridiche, di cui, in determinate occasioni e ricorrendo precise condizioni, è tenuta a darne visione a terzi.

Rispetto ai dati raccolti nelle banche dati, ciascun centro di interessi – individui, collettività, Pubblica amministrazione, imprese – può di volta in volta assumere diverse posizioni: di produttore, gestore, diffusore, utente, oggetto dei dati. In questo alternarsi di prospettive, l'individuo gioca più ruoli perché, oltre a essere il soggetto cui i dati si riferiscono, spesso ne beneficia, in modo diretto, come fruitore dei servizi che da quelle informazioni dipendono e, in via indiretta, come soggetto interessato alla corretta circolazione delle informazioni nel mercato in cui egli si muove come consumatore.

Tra i contrapposti interessi dei diversi centri di imputazione spesso sorgono conflitti. La nostra è un'epoca caratterizzata dal desiderio di tutela del singolo, ma anche dal progresso tecnologico. Affinché non si arrivi a un indiscriminato prevalere di una sull'altra, tra le diverse posizioni occorre trovare un coordinamento, mediante l'attribuzione di situazioni giuridiche soggettive.

L'obiettivo è duplice: tutelare il soggetto durante il trattamento dei suoi dati e al contempo consentire

che il trattamento avvenga in modo corretto, e dunque che avvenga. Per tale ragione il modello normativo accolto postula un bilanciamento degli interessi contrapposti, permettendo il trattamento dei dati personali purché non contrastante con i diritti e le libertà fondamentali, *in primis* con la dignità dell'uomo.

Vediamo allora come l'ordinamento realizza questo equilibrio, muovendo le mosse dall'analisi della disciplina delle banche dati, per poi occuparci delle norme che tutelano la privacy e di quelle che garantiscono l'accesso alle informazioni.

15.2. Diritto d'autore

Le banche dati sono concepite dal legislatore comunitario e da quello nazionale come un bene oggetto di diritti e a esse viene apprestata protezione secondo una logica proprietaria, assoggettandole alla disciplina del diritto d'autore.

La scelta operata dal legislatore è stata quindi quella di ricondurre la tutela delle banche dati all'interno di un diritto già collaudato e sperimentato, qual è il diritto d'autore, disciplina a cui si deve fare riferimento per verificare se possano trovare giustificazione le limitazioni e i vincoli alla consultazione delle banche dati, all'utilizzo delle informazioni, alla loro rielaborazione e al loro reimpiego.

Il diritto d'autore e i diritti connessi sono essenziali per la creazione intellettuale. La loro protezione contribuisce alla salvaguardia e allo sviluppo della creatività nell'interesse di autori, interpreti, esecutori, produttori e consumatori, nonché della cultura, dell'industria e del pubblico in generale. Per esercitare la loro attività creativa e artistica, gli autori, gli interpreti, gli esecutori devono ricevere un adeguato compenso derivante dall'utilizzo delle loro opere, come pure i produttori per poter finanziare tali creazioni. Gli investimenti a ciò destinati sono infatti considerevoli, e una protezione giuridica dei diritti di proprietà intellettuale è indispensabile al fine di consentire a tali soggetti un soddisfacente rendimento dei loro investimenti. Ecco perché l'ordinamento ha riconosciuto la proprietà intellettuale quale parte integrante del diritto di proprietà.

All'autore o all'inventore l'ordinamento attribuisce, in un regime di concorrenza, la possibilità di trarre benefici economici dalla propria opera, se questa è idonea a produrne, accordandogli il diritto esclusivo di sfruttarla – direttamente o indirettamen-

te (cedendo o dando in licenza ad altri il diritto patrimoniale) – nelle attività produttive e commerciali svolte nei confronti di terzi.

Ma affinché le banche di dati pubbliche siano proteggibili in forza del diritto di autore, è necessario che ricorra il requisito della creatività, vale a dire che la bancadati possa considerarsi, per la scelta o la disposizione del materiale, una creazione intellettuale della PA.

La disciplina sul diritto d'autore è fissata, nelle linee generali, dal codice civile (artt. 6-10 e 2575 ss. c.c.) e in modo dettagliato dalla legge 22 aprile 1941 n. 633 «Protezione del diritto d'autore e di altri diritti connessi al suo esercizio», nel tempo integrata e modificata per adeguarla alle nuove tecnologie. Il diritto di proprietà intellettuale è stato infatti messo in crisi dal nuovo contesto tecnologico, in cui lo sfruttamento dell'opera o dell'ingegno trova un limite nella legislazione antitrust di vari Paesi e in cui i beni immateriali dell'ingegno e il lavoro creativo degli autori vengono posti a portata di accesso di miliardi di persone collocate in diversi angoli del pianeta. La disciplina del diritto d'autore italiana di cui alla l.n. 633/41 (le cui disposizioni non si applicano ai testi degli atti ufficiali dello Stato e delle Amministrazioni pubbliche, sia italiane che straniere) è stata quindi aggiornata all'evoluzione tecnologica, da ultimo con la legge 18 agosto 2000, n. 248 «Nuove norme di tutela del diritto d'autore» e con il D.Lgs. 9 aprile 2003, n. 68, di attuazione della direttiva 2001/29/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002 sull'armonizzazione di taluni aspetti del diritto d'autore e dei diritti connessi nella società dell'informazione, la quale si basa, sviluppandoli e integrandoli, su principi e regole già definiti dalle direttive in vigore in tal campo, rinvenibili nelle direttive 91/250/CEE del Consiglio del 14 maggio 1991 relativa alla tutela giuridica dei programmi per elaboratore (attuata con D.Lgs. del 29 dicembre 1992, n. 518), 92/100/CEE del Consiglio del 19 novembre 1992 riguardante il diritto di noleggio, il diritto di prestito e taluni diritti connessi al diritto d'autore in materia di proprietà intellettuale (recepita con D.Lgs. del 16 novembre 1994, n. 685), 93/83/CEE del Consiglio del 27 settembre 1993 concernente il coordinamento di alcune norme in materia di diritto d'autore e diritti connessi applicabili alla radiodiffusione via satellite e alla ritrasmissione via cavo (attuata con D.Lgs. 23 ottobre 1996, n. 306) e 96/9/CE del Parlamento europeo e

del Consiglio dell'11 marzo 1996 attinente la tutela giuridica delle banche di dati (recepita con D.Lgs. 6 maggio 1999, n. 169). La 2001/29/CE lascia impregiudicate le disposizioni di queste direttive, salvo quanto in essa diversamente stabilito.

Il diritto d'autore rappresenta un diritto soggettivo esclusivo degli autori delle banche dati, cui è apprestata protezione in termini di utilizzazione economica dell'opera e di difesa della personalità dell'autore.

Il titolo originario dell'acquisto del diritto di autore è costituito dalla creazione dell'opera, quale particolare espressione del lavoro intellettuale. Dell'opera collettiva è considerato autore chi ne organizza e dirige la creazione, mentre alle Amministrazioni dello Stato, alle Province e ai Comuni spetta il diritto di autore sulle opere create e pubblicate per proprio nome e conto e a proprie spese.

Il criterio da applicare per stabilire se una banca dati sia protetta dal diritto d'autore è costituito dall'originalità, incentrato sul fatto che la scelta o la disposizione del contenuto della banca dati costituisce una creazione intellettuale, propria dell'autore. La paternità della realizzazione dell'opera viene quindi riconosciuta all'ente pubblico nel solo caso in cui esso abbia creato la banca dati in completa autonomia, sulla base di proprie scelte discrezionali.

Con l'effetto dell'attribuzione del diritto, l'ente, salvo eccezioni e limiti, può opporsi alla riproduzione della banca dati, così come può impedire la modificazione della stessa, la pubblicazione, la trascrizione, il noleggio, la distribuzione, la presentazione o la comunicazione al pubblico. E indipendentemente dai diritti esclusivi di utilizzazione economica dell'opera, e anche dopo la cessione dei diritti stessi, l'autore conserva il diritto di rivendicare la paternità dell'opera e di opporsi a qualsiasi modificazione e a ogni atto commesso a danno dell'opera stessa, che possa arrecare pregiudizio al suo onore o alla sua reputazione.

La protezione riguarda la struttura della banca dati, rimanendo estranea qualsiasi valutazione sulla sua qualità o sul suo valore estetico e non estendendosi, la tutela apprestata alle banche dati da parte della disciplina sul diritto d'autore, al loro contenuto.

Alla luce di quanto premesso, ne consegue che l'Amministrazione che si fosse limitata a realizzare la banca dati ottemperando a quanto disposto dal dettato normativo – che si fa carico di stabilire la tipologia di informazioni che debbono essere raccolte e

le modalità di organizzazione e di accesso alle stesse (si pensi al registro delle imprese, ai registri delle conservatorie immobiliari ecc.) – non potrebbe considerarsi autrice della banca dati. E ricorrendo quest'ultima evenienza, in capo all'Amministrazione che ha costituito la banca dati realizzandone l'investimento necessario, la l.n. 633/41 non riconosce nemmeno, a differenza di quanto previsto per i soggetti privati, il diritto cosiddetto *sui generis* di vietare le operazioni di estrazione e/o di reimpiego della totalità o di una parte sostanziale del contenuto della banca dati. Scopo del diritto *sui generis* è di assicurare la tutela di un investimento effettuato da un soggetto per costituire, verificare o presentare il contenuto di una banca dati, attraverso il riconoscimento al medesimo della possibilità di impedire ad altri l'estrazione e/o il reimpiego della totalità o di una parte sostanziale del contenuto di tale banca in assenza di una sua autorizzazione in tal senso. In ragione di ciò, le PPAA non hanno alcun diritto di impedire l'estrazione e/o il reimpiego delle informazioni contenute nelle banche dati da esse costituite, a meno che ciò non sia disposto da un'altra fonte primaria. Non è infatti da escludere che possa essere un'altra fonte primaria, diversa dalla l.n. 633/41, a consentire all'ente pubblico la commercializzazione – sulla base di criteri di remuneratività equiparati ai costi e che in ogni caso non siano di ostacolo all'attività concorrenziale – dei dati finali contenuti nella banca dati qualora essi derivino da un'attività di organizzazione e archiviazione di dati grezzi, successivamente trattati dall'Amministrazione stessa.

La logica proprietaria con cui a volte le Amministrazioni pubbliche gestiscono le proprie banche dati e ne regolano l'accesso dei terzi, impedendo l'estrazione delle informazioni e il loro riutilizzo per fini commerciali, non ha quindi, nella maggior parte dei casi, alcun valido fondamento giuridico. In particolare, non ne hanno quelle disposizioni di natura contrattuale o regolamentare che vietano o limitano l'elaborazione, la commercializzazione, la riproduzione di dati estratti da registri dei quali il dettato normativo chiarisce la funzione di pubblicità concedendone a chiunque l'accesso.

In definitiva, il diritto d'autore tutela la struttura della banca dati, mentre il diritto *sui generis* ne protegge il suo contenuto, impedendo l'estrazione e/o il reimpiego non autorizzati dal costituente della banca.

La legge n. 633/41 ricomprende nel suo ambito anche la tutela dei programmi per elaboratore elet-

tronico, quali opere dell'ingegno. Essi sono infatti considerati creazioni intellettuali degli autori, anziché invenzioni industriali, dato che la creazione di programmi per elaboratori richiede l'investimento di notevoli risorse umane, tecniche e finanziarie, mentre la loro riproduzione ha un costo relativamente basso. Anche qui, la tutela assicurata dal diritto d'autore riguarda esclusivamente la forma in cui è realizzata l'opera software, ma non l'idea e i contenuti, che possono perciò essere liberamente riutilizzati da altri produttori purché ricorrano a un'altra forma espressiva che non sia un semplice camuffamento dell'opera precedente.

Con direttiva 2001/84/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 è stato inoltre disciplinato il diritto dell'autore di un'opera d'arte sulle successive vendite dell'originale, mentre i diritti di noleggio e di prestito per gli autori sono stabiliti nella direttiva 92/100/CEE del Consiglio del 19 novembre 1992, attuata in Italia con D.Lgs. 16 novembre 1994, n. 685.

La responsabilità per le attività in rete riguarda, oltre al diritto d'autore e ai diritti connessi, una serie di altri ambiti, come la diffamazione, la pubblicità menzognera o il mancato rispetto dei marchi depositati, ed è trattata nella direttiva 2000/31/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'8 giugno 2000 relativa a taluni aspetti giuridici dei servizi della società dell'informazione, recepita con D.Lgs. 9 aprile 2003, n. 70.

15.3. Tutela della riservatezza

La diffusione sempre più capillare di internet rappresenta un moltiplicatore di complessità e di pericoli per la riservatezza e la privacy degli utenti. Nella rete mondiale di messaggi, di transazioni commerciali, di circolazione di beni e prodotti immateriali, assume particolare rilievo l'esigenza di tutela della riservatezza e dell'identità personale.

La riservatezza indica quell'insieme di dati, notizie e fatti che riguardano la sfera privata della persona e la sua intimità. Essa è riconosciuta dall'art. 8 della Convenzione europea per la salvaguardia dei diritti dell'uomo e delle libertà fondamentali, mentre nell'ordinamento giuridico italiano l'esistenza del diritto alla privacy è generalmente individuata con riferimento agli artt. 2, 13, 14 e 15 della Costituzione, che sanciscono l'inviolabilità della libertà personale,

del domicilio, della libertà e segretezza della corrispondenza e di ogni altra forma di comunicazione.

Come detto, gli atti normativi sul diritto d'autore – che si applicano alle banche dati – devono essere coordinati con quelli che regolamentano le attività di raccolta e trattamento dei dati personali, in modo da assicurare, da un lato, un livello di tutela adeguato alle banche di dati e un beneficio economico a chi le ha costituite, dall'altro – siccome la tutela della bancadati non si estende al suo contenuto e lascia impregiudicati i diritti esistenti su di esso –, di fornire tutela alle persone fisiche con riguardo al trattamento e alla circolazione dei dati personali nel rispetto dei loro diritti fondamentali, in particolare del diritto alla vita privata.

La rete mondiale di messaggi, di transazioni commerciali, di circolazione di beni e prodotti immateriali costituita da internet e l'interconnessione e interoperabilità transnazionale delle banche dati generano nuove esigenze di tutela della riservatezza e dell'identità personale e richiedono che vengano regolamentate le modalità con cui i dati – nuovi beni giuridici ed economici – vengono acquisiti, trattati e divulgati. Nella società dell'accesso *just in time* al flusso informativo, il diritto alla riservatezza, così come concepito dai legislatori nazionali e internazionali del primo dopoguerra, è da ritenersi ormai obsoleto e superato e necessita di essere ridisegnato, ridefinendo i contenuti e le modalità di esercizio e di tutela.

Nel disporre le misure utili alla definizione di un equilibrato sistema in grado di contemperare le diverse esigenze dei molteplici centri di interessi, nel vecchio continente sono state disposte regolamentazioni legislative articolate su un duplice livello, sopranazionale e nazionale, e concluse convenzioni internazionali.

L'Unione Europea si è occupata del tema con la direttiva 95/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 ottobre 1995 per la tutela delle persone fisiche con riferimento al trattamento dei dati personali nonché alla libera circolazione di tali dati e con la direttiva 97/66/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 dicembre 1997 sul trattamento dei dati personali e sulla tutela della vita privata nel settore delle telecomunicazioni (recepita con il D.Lgs. 13 maggio 1998, n. 171), abrogata, quest'ultima, dalla direttiva 2002/58/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 luglio 2002 relativa al trattamento dei dati personali e alla tutela della vita

privata nel settore delle comunicazioni elettroniche, che precisa e integra la citata direttiva 95/46/CE.

Nel nostro Paese, il principio per il quale la riservatezza delle persone fisiche e giuridiche costituisce un diritto assoluto e inviolabile, meritevole di tutela attraverso la comminazione di sanzioni civili, penali e amministrative è stato introdotto con la legge 31 dicembre 1996, n. 675, la quale, insieme a un numero cospicuo di decreti legislativi integrativi e modificativi, nonché a diverse norme di rango regolamentare, è stata abrogata dal D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196, «Codice in materia di protezione dei dati personali».

In aderenza alla disciplina dell'Unione Europea, il Codice intende garantire che il trattamento (raccolta, registrazione, organizzazione, conservazione, consultazione, elaborazione, modificazione, cancellazione, utilizzo, comunicazione, diffusione, selezione, estrazione, raffronto ecc.) dei dati personali si svolga nel rispetto dei diritti e delle libertà fondamentali, nonché della dignità delle persone fisiche e giuridiche, con particolare riferimento alla riservatezza, all'identità personale e al diritto alla protezione dei dati personali.

L'ambizioso obiettivo di garantire che la circolazione dei dati avvenga in modo da non ledere il valore della persona è perseguito attraverso strumenti diretti di controllo e di intervento da parte dell'interessato (consenso; accesso; opposizione ecc.) e dell'Autorità garante per la protezione dei dati personali, nonché mediante la previsione di sanzioni penali e amministrative, di responsabilità civili, e la promozione di codici di deontologia e di buona condotta.

Sono dati personali tutte le informazioni relative a persone fisiche o giuridiche, enti o associazioni, che consentano l'identificazione diretta o indiretta di questi stessi soggetti.

Esiste, inoltre, una categoria di dati, i cosiddetti dati sensibili – dati personali idonei a rivelare l'origine razziale ed etnica, le convinzioni religiose, filosofiche o di altro genere, le opinioni politiche, l'adesione a partiti, sindacati, associazioni od organizzazioni a carattere religioso, filosofico, politico o sindacale, nonché i dati personali idonei a rivelare lo stato di salute e la vita sessuale – per i quali la legge prevede una tutela più forte rispetto agli altri. Una disciplina particolare è prevista anche per i dati giudiziari, ossia i dati personali idonei a rivelare provvedimenti di cui all'articolo 3, c. 1, lett. da a) a o) e

da r) a u) del DPR 14 novembre 2002, n. 313, in materia di casellario giudiziale, di anagrafe delle sanzioni amministrative dipendenti da reato e dei relativi carichi pendenti, o la qualità di imputato o di indagato ai sensi degli artt. 60 e 61 c.p.p.

Di centrale importanza è l'art. 11 del D.Lgs. n. 196/2003, secondo il quale i dati devono essere trattati in modo lecito e secondo correttezza; raccolti e registrati per scopi determinati, espliciti e legittimi, e utilizzati in altre operazioni del trattamento in termini compatibili con tali scopi; esatti e, se necessario, aggiornati; pertinenti, completi e non eccedenti rispetto alle finalità per le quali sono raccolti o successivamente trattati; conservati in una forma che consenta l'identificazione dell'interessato per un periodo di tempo non superiore a quello necessario agli scopi per i quali essi sono stati raccolti o successivamente trattati.

I dati personali trattati in violazione della disciplina rilevante in materia di trattamento dei dati personali non possono essere utilizzati, e chiunque cagioni danno ad altri per effetto del trattamento di dati personali è tenuto al risarcimento ai sensi dell'art. 2050 c.c.

Il soggetto interessato deve essere preventivamente informato, oralmente o per iscritto, circa: le finalità e le modalità del trattamento cui i dati sono destinati; la natura obbligatoria o facoltativa del conferimento dei dati; le conseguenze giuridiche di un eventuale rifiuto a rispondere; i soggetti a cui i dati personali possono essere comunicati o che possono venirne a conoscenza; l'ambito di diffusione dei dati; il diritto di accesso e gli altri diritti spettanti al soggetto interessato (diritti che in caso di violazione egli può tutelare agendo direttamente nei confronti del titolare, del responsabile o degli incaricati del trattamento, chiedendo che tali diritti vengano ripristinati. L'interessato, dopo aver fatto valere i suoi diritti nei confronti del titolare del trattamento, in mancanza di soddisfazione della richiesta, può far valere i propri diritti dinanzi all'Autorità giudiziaria o con ricorso al Garante); gli estremi identificativi del titolare del trattamento e, se designati, del rappresentante nel territorio dello Stato italiano e del responsabile del trattamento.

Il trattamento di dati personali cosiddetti comuni da parte di privati o di enti pubblici economici è ammesso soltanto con il consenso espresso liberamente dell'interessato, salve alcune eccezioni. Il consenso per il trattamento dei dati comuni può anche

essere orale, purché documentato per iscritto, mentre quello per i dati sensibili deve essere prestato esclusivamente in forma scritta.

Per i soggetti pubblici, esclusi gli enti pubblici economici, qualunque trattamento di dati personali è consentito soltanto per lo svolgimento delle funzioni istituzionali, anche in mancanza di una norma di legge o regolamento che lo preveda espressamente, e – salvo particolari eccezioni in campo sanitario – senza dover chiedere il consenso dell'interessato. Ma il trattamento dei dati sensibili da parte di soggetti pubblici è ammesso solo se autorizzato da espressa disposizione di legge nella quale sono specificati i tipi di dati che possono essere trattati, le operazioni eseguibili e le finalità di rilevante interesse pubblico perseguite.

Anche la comunicazione, da parte di un soggetto pubblico, ad altri soggetti pubblici è ammessa quando è necessaria per lo svolgimento di funzioni istituzionali. La comunicazione e la diffusione da parte di un soggetto pubblico a privati o a enti pubblici economici sono ammesse invece unicamente quando sono invece previste da una norma di legge o di regolamento.

Tra i compiti del Garante vi è quello di promuovere la sottoscrizione di un codice di deontologia e di buona condotta per il trattamento dei dati personali provenienti da archivi, registri, elenchi, atti o documenti tenuti da soggetti pubblici.

I principi espressi dall'art. 11 offrono la misura su cui apprezzare tutte le attività potenzialmente abusive e/o lesive dei diritti e delle libertà fondamentali espressamente contemplati dal Codice.

La casistica fino a oggi passata al vaglio del Garante in materia di informativa e di acquisizione del consenso è in buona parte riconducibile a violazioni del canone della correttezza. La regola della correttezza evocata dall'art. 11 fa della nostra legislazione una normativa in linea con quelle europee, che richiamano i criteri della buona fede, della lealtà, della proporzionalità, quali strumenti utili per temperare la tutela della riservatezza dei dati personali e delle esigenze legate alla circolazione degli stessi dati. Tali principi – ispirati alla logica del necessario bilanciamento degli interessi degli utenti e dei gestori – informano ogni momento applicativo della legge e consentono di fornire ragionevoli risposte a molti punti problematici che si impongono all'attenzione degli operatori nel definire gli ambiti di responsabilità nei singoli casi concreti.

È evidente che l'obbligo generale di trattare i dati secondo correttezza si specifica in molteplici modalità comportamentali tra loro diverse e che quindi è indispensabile guardare di volta in volta alla situazione concreta. Il legislatore ha sì provveduto a operare un bilanciamento tra gli interessi sulla scena, conformando le posizioni dei diversi soggetti coinvolti, ma certamente non tutte le possibili fattispecie concrete possono essere contemplate in astratto in sede legislativa. Per questo un ruolo importante è assegnato al Garante, al quale è affidato il compito di tracciare le traiettorie interpretative affinché anche le ipotesi atipiche, conformandosi allo spirito della legge, trovino una risposta adeguata.

In conclusione, la disciplina individua il giusto temperamento tra i configgenti interessi all'informazione e alla riservatezza, da un lato, consentendo ai soggetti pubblici il trattamento dei dati personali solo per lo svolgimento delle proprie funzioni istituzionali e nei limiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti, dall'altro, ammettendo, negli stessi limiti, la comunicazione e la diffusione dei dati personali. In tal modo il legislatore, senza contrastare il regime di pubblicità dell'azione amministrativa, lo calibra sull'esigenza di riservatezza del terzo, assoggettando la circolazione delle informazioni contenute nelle banche dati create dalla PA a un vincolo di scopo consistente nella finalizzazione di tale diffusione di notizie al perseguimento dei compiti istituzionali e degli interessi pubblici ad essa assegnati dalla legge.

15.4. Sicurezza informatica

Il concetto di privacy è ontologicamente inscindibile rispetto a quello di sicurezza informatica, nozione che si riferisce al complesso di accorgimenti tecnici e organizzativi tesi a tutelare i beni giuridici della riservatezza, dell'integrità e della disponibilità delle informazioni raccolte.

Non ha infatti senso affrontare la questione della tutela della riservatezza se non ci si pone, parimenti e propedeuticamente, il problema della sicurezza. Basti pensare che il più delle volte la violazione delle norme di sicurezza comporta automaticamente la violazione della privacy e riflettere sui danni che potrebbero causare su larga scala informazioni false o incomplete acquisite dagli enti attraverso l'interconnessione tra le banche dati pubbliche.

Questo parallelismo è stato colto dal nostro legislatore, che con il menzionato D.Lgs. n. 196/2003 sancisce la pregiudizialità – giuridica oltre che logica – della sicurezza sulla riservatezza e nel disciplinare tecnico di cui al suo Allegato B («Disciplinare tecnico in materia di misure minime di sicurezza») individua le misure minime di sicurezza che tutti i titolari del trattamento, siano essi soggetti privati o pubblici, devono adottare. In particolare, essi devono predisporre tutte le idonee misure di sicurezza in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico, alla natura dei dati e alle specifiche caratteristiche del trattamento.

Le misure individuate sono graduate per classi di dati e per tipologie di trattamento e pertanto bisogna verificare accuratamente quali misure di sicurezza siano obbligatorie in relazione ai singoli trattamenti.

Nell'ordinamento giuridico italiano il concetto di sicurezza informatica si ricava anche dalla lettura dell'intera casistica di crimini informatici introdotti dalla legge 23 dicembre 1993 n. 547, comunemente nota come la «legge sui crimini informatici», con cui il legislatore italiano ha inteso porre un argine al dilagante fenomeno della criminalità informatica, procedendo ad aggiornare l'apparato penale alla luce del progresso tecnologico.

I *cyber crimes* sono comportamenti illeciti di nuova generazione in cui il computer è allo stesso tempo strumento per la commissione di delitti e oggetto della condotta criminosa. Internet offre uno strumento adoperabile su vasta scala, economico e potenzialmente anonimo per commettere atti criminali di ogni genere. La globalizzazione dell'informazione e dell'economia e l'interconnessione dei sistemi produttivi sono terreni fertili per la commissione on line di nuovi reati che gli Stati si trovano spesso impreparati a fronteggiare.

La sicurezza di un sistema informativo coincide, in sostanza, con la capacità di prevedere e impedire queste minacce alla sfera giuridica dei cittadini.

Competente a dettare le norme tecniche in materia di sicurezza per i sistemi informativi della Pubblica amministrazione era l'Autorità per l'Informatica nella Pubblica amministrazione (AIPA), ente a cui è subentrato il Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione (CNIPA).

Infine si segnala che – nel quadro istituito dalla direttiva 2002/21/CE (direttiva quadro) – con direttiva 2002/19/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 marzo 2002, relativa all'accesso alle reti

di comunicazione elettronica e alle risorse correlate, e all'interconnessione delle medesime (direttiva accesso), sono state armonizzate le modalità secondo le quali gli Stati membri disciplinano l'accesso alle reti di comunicazione elettronica e alle risorse correlate, e l'interconnessione delle medesime. L'obiettivo è quello di istituire un quadro normativo atto a disciplinare le relazioni tra i fornitori di reti e di servizi, che si traduca in concorrenza sostenibile, interoperabilità dei servizi di comunicazione elettronica e vantaggi per i consumatori.

Con D.Lgs. 1 agosto 2003, n. 259, recante il «Codice delle comunicazioni elettroniche» si è voluto porre una disciplina atta a garantire, nel settore delle comunicazioni elettroniche, i diritti inderogabili di libertà delle persone nell'uso dei mezzi di comunicazione elettronica, nonché il diritto di iniziativa economica e il suo esercizio in regime di concorrenza.

La disciplina delle reti e dei servizi di comunicazione elettronica è volta a garantire un accesso al mercato delle reti e servizi di comunicazione elettronica secondo criteri di obiettività, trasparenza, non discriminazione e proporzionalità e a salvaguardare – nel rispetto del principio della libera circolazione delle persone e delle cose – i diritti costituzionalmente garantiti della libertà di comunicazione, della segretezza delle comunicazioni – anche attraverso il mantenimento dell'integrità e della sicurezza delle reti di comunicazione elettronica – della libertà di iniziativa economica e del suo esercizio in regime di concorrenza.

15.5. Accesso alle informazioni

Conditio sine qua non per la diffusione dell'*eGovernment* è consentire a tutti l'accesso ai servizi pubblici on line; grazie alla rete, i cittadini e le imprese potranno accedere sempre più agevolmente ai servizi, alle informazioni e alle procedure decisionali delle Pubbliche amministrazioni.

Con l'entrata in vigore della legge 7 agosto 1990, n. 241 si è avviato un processo di apertura verso l'esterno dell'Amministrazione pubblica italiana.

In particolare, il nostro ordinamento – allo scopo di assicurare la trasparenza dell'attività amministrativa e di favorirne lo svolgimento imparziale – ha riconosciuto, a chiunque abbia interesse per la tutela di una situazione giuridicamente rilevante, il diritto di prendere visione ed estrarre copia di documenti in possesso dell'Amministrazione.

Come detto, ogni Amministrazione detiene presso di sé una più o meno copiosa quantità di dati relativi a persone fisiche o giuridiche, di cui, in determinate occasioni e ricorrendo precise condizioni, è tenuta a darne visione a terzi.

Sulla scorta dei principi generali in tema di accesso ai documenti amministrativi, di cui alla legge 7 agosto 1990, n. 241, le banche dati pubbliche sono generalmente accessibili da parte chi vi abbia interesse, in regime di condizioni eque, trasparenti e non discriminatorie, potendo esserne sottratte solo per particolari ragioni di segretezza delle informazioni e di tutela di dati personali.

La previsione di un diritto di accesso, espressione della tutela costituzionale riconosciuta al diritto all'informazione non solo dall'art. 21 Cost. ma anche da tutti quei principi costituzionali per la realizzazione dei quali la libertà di informazione appare strumentalmente necessaria, attua le esigenze di effettiva tutela individuale in sede processuale, e di trasparenza, controllo e democratizzazione procedimentale. E la progressiva espansione di sistemi procedurali elettronici non potrà che favorire e rendere più agevole e rapido l'accesso dell'interessato alle informazioni in possesso della PA.

L'esercizio del diritto di accesso spesso collide con l'esigenza della tutela della privacy e con il diritto di proprietà intellettuale, potendo tradursi in un'invasione della sfera soggettiva altrui.

In relazione a specifiche esigenze da salvaguardare, al diritto di accesso sono perciò poste restrizioni. Trattasi di limitazioni inerenti il contenuto del diritto stesso, che si traducono nella sottrazione all'accesso di taluni documenti e in limitazioni di carattere temporale che attribuiscono la facoltà di differire l'accesso sino a quando la conoscenza dei documenti possa impedire od ostacolare gravemente lo svolgimento dell'azione amministrativa. La disciplina individua il giusto temperamento tra i configgenti interessi all'informazione e alla riservatezza consentendo ai soggetti pubblici il trattamento, la comunicazione e la diffusione dei dati personali solo per lo svolgimento delle proprie funzioni istituzionali e nei limiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti. Raggiunto, a livello legislativo, questo equilibrio, non si potrà più parlare di conflitto, ma si sarà in presenza solo di un rapporto diritto-obbligo e potere-dovere, tipico di ogni campo del diritto.

Le attività della PA volte ad assicurare l'ostensibilità degli atti e il rilascio di copia di essi sono di

due tipi, una interna e l'altra esterna. Le prime consistono nella raccolta e conservazione sistematica degli atti, nel loro raffronto e nell'estrazione della documentazione scelta, attività che, ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. n. 196/2003, si possono qualificare come «trattamenti»; le seconde si sostanziano nel dare conoscenza – in qualunque forma, che può andare dalla consultazione alla materiale consegna – dei dati personali a uno o più soggetti diversi dall'interessato, cioè a soggetti diversi da quelli i cui dati sono contenuti nella documentazione, ed è definita dal Codice «comunicazione/diffusione».

Ciò premesso, l'ipotesi che a questo punto più interessa è quella in cui un accesso a documenti amministrativi è, contemporaneamente, una comunicazione di dati personali. Come si deve comportare, in tale caso, la Pubblica amministrazione?

La risposta è rinvenibile a conclusione di una lettura combinata della l.n. 241/1990 e del D.Lgs. n. 196/2003, grazie alla quale è possibile giungere a una triplice classificazione del *genus* delle informazioni in possesso della Pubblica amministrazione.

La prima delle tre *species* è di carattere residuale ed è composta dalle mere informazioni, vale a dire da tutte quelle informazioni che non hanno i requisiti per essere classificate negli altri due gruppi che andiamo immediatamente a illustrare. La seconda categoria è rappresentata dai cosiddetti dati personali comuni, ossia dalle informazioni relative a persone fisiche, giuridiche, enti o associazioni identificate o identificabili. Il terzo insieme comprende i cosiddetti dati sensibili, che, come visto, riguardano ambiti intimi e delicati della vita dell'uomo, quali l'origine razziale, le convinzioni religiose, lo stato di salute e la vita sessuale.

La suddivisione in categorie si fonda sulla diversa incidenza che la divulgazione delle informazioni che ne fanno parte è in grado di esercitare nei confronti del diritto alla riservatezza: mentre la conoscenza delle mere informazioni non compromette la privacy, nei restanti due casi ciò – seppur con una diversa intensità – si verifica.

Proprio sulla base di queste considerazioni, il legislatore ha voluto tessere una disciplina stratificata, che regola con intensità graduale l'accesso alle informazioni in possesso della PA.

Per quanto riguarda le mere informazioni, la fonte normativa è la sola l.n. 241/1990, in quanto alla loro comunicazione non corrisponde alcun rischio di ledere la riservatezza di terzi. Conseguentemente, l'ac-

cesso deve essere consentito a chiunque abbia un interesse per la tutela di una situazione giuridica qualificata e differenziata. Per i dati personali e per quelli sensibili, si richiama quanto esposto in precedenza, vale a dire: nel ristretto ambito dei dati sensibili, tra gli interessi contrapposti quello che assume la prevalenza è la tutela della privacy, per cui l'elemento di bilanciamento fra accesso e riservatezza è costituito dal consenso dell'interessato. Per il trattamento dei dati personali cosiddetti comuni non è invece richiesto il consenso dell'interessato e la loro comunicazione è possibile se prevista da una legge o da un regolamento. È interessante notare che, a differenza del secondo, in quest'ultimo caso la tutela della riservatezza del titolare non è lasciata alla sua volontà, bensì a una valutazione dell'Amministrazione, che, legittimata al trattamento solo se esso si svolge per fini istituzionali, attraverso un proprio regolamento interno deve regolamentare l'accesso compatibilmente con l'interesse dell'individuo alla riservatezza della propria sfera personale, effettuando un'attenta ponderazione tra esigenze contrapposte.

L'istante si trova, quindi, in una posizione soggettiva qualificabile come interesse legittimo, in quanto la sua facoltà di accesso diviene concreta solo a seguito dell'esercizio del potere discrezionale della PA. In caso negativo, il richiedente non potrà lamentare una lesione compiuta dall'Amministrazione a danno di un suo diritto soggettivo, ma solo contestare innanzi al giudice amministrativo l'illegittimità del provvedimento di diniego. E una volta ottenuto il riconoscimento dell'illegittimità del provvedimento amministrativo e la relativa sentenza di condanna, in caso di ulteriore inerzia della Pubblica amministrazione, egli potrà ricorrere al giudizio di ottemperanza.

Con direttiva 2003/98/CE del Parlamento e del Consiglio del 17 novembre 2003 relativa al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico – da attuarsi da parte degli Stati membri entro il mese di luglio 2005 –, il legislatore comunitario, preso atto che il settore pubblico, in adempimento dei propri compiti istituzionali, raccoglie, produce, riproduce e diffonde un'ampia gamma di documenti e informazioni in molteplici settori di attività, dispone che gli enti pubblici – a ogni livello, sia locale che nazionale o internazionale – promuovano e incoraggino il riutilizzo di documenti, compresi i testi ufficiali di carattere legislativo e amministrativo.

Rendere pubblici tutti i documenti in possesso del settore pubblico rappresenta infatti uno strumento

fondamentale per ampliare il diritto alla conoscenza, principio basilare della democrazia.

Premesso che la direttiva contiene – in linea con gli sviluppi della società dell'informazione – un'ampia definizione del termine «documento» – comprendente qualsiasi rappresentazione di atti, fatti o informazioni, e qualsiasi raccolta dei medesimi, a prescindere dal suo supporto (testo su supporto cartaceo o elettronico, registrazione sonora, visiva o audiovisiva), in possesso di enti pubblici, ad esclusione dei programmi informatici e posto che un documento in possesso di un ente pubblico è un documento del quale lo stesso ha il diritto di autorizzare il riutilizzo, secondo il legislatore comunitario l'ente deve esaminare la richiesta di fornire estratti di documenti con spirito positivo allorché per dar seguito a tale richiesta occorra solo una semplice manipolazione, mentre non è obbligato a esaudire l'istanza se ciò comporta difficoltà sproporzionate. I tempi di risposta alle richieste di riutilizzo dei documenti devono essere ragionevoli e limitati al tempo necessario per rispondere alle richieste di accesso, in modo da consentire al richiedente lo sfruttamento del loro intero potenziale economico. Ciò riveste particolare importanza per il contenuto dinamico di taluni documenti (ad esempio, i dati relativi ai consumi, al traffico ecc.), il cui valore economico dipende dall'immediata disponibilità dell'informazione e dal suo regolare aggiornamento.

Quando dall'ente pubblico viene chiesto il pagamento di un corrispettivo in denaro, il totale delle entrate non deve superare i costi complessivi di raccolta, produzione, riproduzione e diffusione di documenti, ove opportuno maggiorati – tenendo in debito conto i fabbisogni di autofinanziamento dell'ente pubblico interessato – di un congruo utile sugli investimenti. Il recupero dei costi, maggiorati di un congruo utile sugli investimenti, costituisce quindi il limite massimo delle tariffe, che lascia impregiudicata la facoltà degli enti pubblici di praticare prezzi inferiori o di cedere le informazioni gratuitamente.

In alcuni casi i documenti sono riutilizzabili senza che sia prevista una licenza; in altri è invece rilasciata una licenza con la quale l'ente autorizza il terzo a riutilizzare le informazioni a determinate condizioni, generalmente inerenti questioni quali la responsabilità, l'uso corretto dei documenti, la garanzia di non alterazione e la citazione della fonte. Le condizioni poste per il riutilizzo devono essere eque e trasparenti e non devono comportare discri-

minazioni per categorie analoghe di riutilizzo, mentre è ammissibile adottare tariffe differenziate a seconda che il riutilizzo avvenga a fini commerciali oppure non commerciali.

Inoltre, nel fissare i principi per il riutilizzo di documenti, gli enti pubblici devono rispettare le regole in materia di concorrenza, evitando, di norma, accordi di esclusiva tra essi stessi e i partner privati. Tuttavia, in alcuni casi può essere necessario concedere un diritto esclusivo di riutilizzare determinati documenti del settore pubblico, al fine di garantire un servizio di interesse economico generale. Ciò può, ad esempio, avvenire quando non vi siano editori privati disposti a pubblicare le informazioni in assenza di tale diritto esclusivo.

È importante rilevare che la direttiva 2003/85/CE non incide sui diritti di proprietà intellettuale dei terzi, ossia il diritto d'autore e i diritti connessi (comprese le forme di protezione *sui generis*), e non si applica ai documenti soggetti a diritti di proprietà industriale, quali brevetti, disegni, modelli registrati e marchi. Essa lascia impregiudicate l'esistenza o la titolarità di diritti di proprietà intellettuale da parte degli enti pubblici e non limita in alcun modo l'esercizio dei diritti al di là di quanto da essa stabilito. Gli enti pubblici dovrebbero comunque esercitare il proprio diritto di autore in maniera tale da agevolare il riutilizzo dei documenti. Le banche dati e i documenti amministrativi devono essere generalmente accessibili agli utenti e devono essere sottratte all'uso solo in casi di limiti afferenti alla segretezza delle informazioni e alla tutela dei dati personali.

15.6. Documento elettronico e firma digitale

Le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie dell'informatica e delle telecomunicazioni hanno suggerito l'opportunità di sostituire il tradizionale documento cartaceo con il suo equivalente informatico.

Per lungo tempo il documento amministrativo si è materializzato in forma cartacea, in quanto mezzo idoneo sia a imputare la sua paternità in capo a un soggetto, che a garantirne l'integrità, cioè ad escludere la sua manomissione dal momento della sua creazione.

L'art. 22 della l.n. 241/90 fornisce una definizione ampia di documento amministrativo, considerando tale ogni rappresentazione grafica, fotocinematografica, elettromagnetica o di qualunque altra specie

del contenuto di atti, anche interni, formati dalle Pubbliche amministrazioni o, comunque, utilizzati ai fini dell'attività amministrativa.

Premesso che l'eliminazione del supporto cartaceo non appare un requisito irrinunciabile del nostro ordinamento giuridico, a seguito dell'introduzione di nuove tecniche di elaborazione dei documenti e di nuovi supporti materiali, gli enti pubblici hanno conosciuto una nuova forma di documento, quello informatico.

Già annunciato dalla l.n. 241/90 e dal D.Lgs. 12 febbraio 1993, n. 39, esso entra nella nostra realtà giuridica come documento elettronico con la legge 15 marzo 1997, n. 59 (cd. Bassanini-uno) e con il DPR 10 novembre 1997, n. 513, che lo descrive come la rappresentazione di atti, fatti e dati giuridicamente rilevanti con modalità informatiche.

Passaggio decisivo per il riconoscimento di questa nuova specie documentale è stato l'art. 15, c. 2 della menzionata l.n. 59/97, che ha sancito il principio della piena validità e rilevanza della documentazione informatica, parificandone il valore a quella cartacea, stabilendo che gli atti, i dati e i documenti formati dalla Pubblica amministrazione e dai privati con strumenti informatici o telematici, i contratti stipulati nelle medesime forme, nonché la loro archiviazione e trasmissione con strumenti informatici sono validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge.

Trattasi di una norma non direttamente precettiva, ma programmatica, in quanto rinvia a un successivo regolamento la disciplina dei criteri e delle modalità di applicazione di tale disposizione di principio, regolamento intervenuto con il citato DPR 513/97, confluito, insieme a tutte le disposizioni legislative e regolamentari emanate in tema di documentazione amministrativa, nel Testo unico di cui al DPR 28 dicembre 2000, n. 445, che appresta un assetto organico, coerente, logico e sistematico a una materia sino ad allora disciplinata da una serie di disposizioni eterogenee stratificatesi nel corso di oltre trent'anni.

Il legislatore richiede che le PPAA adottino un piano di sviluppo dei sistemi informativi automatizzati per realizzare la totale automazione delle fasi di produzione, gestione, diffusione e utilizzazione dei propri documenti, atti, informazioni e procedimenti, nel rispetto della tutela della riservatezza dei dati personali e con la garanzia dell'integrità e della sicurezza dei sistemi stessi. Con DPCM del 30 ottobre 2003 è stato approvato lo schema nazionale che stabilisce le procedure di valutazione e certificazione

della sicurezza dei sistemi e dei prodotti nel settore delle tecnologie dell'informazione.

Il TU sulla documentazione amministrativa, a sua volta modificato per adeguare la normativa italiana alle direttive europee, dispone che sono validi i documenti, le registrazioni e le trasmissioni eseguite con strumenti informatici. È quindi sancito il riconoscimento della validità del documento redatto in assenza di linguaggio naturale alfabetico e registrato su un supporto magnetico o metallico, a prescindere dalla sua trasposizione su materiale cartaceo. Il documento informatico trasmesso per via telematica si intende inviato se trasmesso all'indirizzo elettronico dichiarato dal destinatario.

Ne consegue che il supporto informatico diviene risorsa strategica dell'agire pubblico.

Essenziale, ai fini della sicurezza e autenticità di qualsiasi documento, è la sua sottoscrizione, che principalmente assolve a tre funzioni: a) indicativa, perché permette l'identificazione dell'autore del documento; b) dichiarativa, dato che consente l'assunzione della paternità del contenuto del documento; c) probatoria, in quanto fornisce il mezzo per costituire la prova del contenuto del documento.

Con direttiva 99/93/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 dicembre 1999 è stato definito un quadro comunitario per le firme elettroniche, al fine di agevolarne l'uso e favorirne il riconoscimento giuridico nell'area comunitaria. La firma elettronica è costituita da un insieme di dati in forma elettronica, allegati o connessi tramite associazione logica ad altri dati elettronici, utilizzata come metodo di autenticazione informatica. Maggiori garanzie sono offerte dalla firma elettronica avanzata, che assicura la connessione univoca al firmatario e la sua univoca identificazione, creata con mezzi sui quali il firmatario può conservare un controllo esclusivo, e collegata al documento cui si riferisce, così da poter rilevare se i dati sono stati successivamente modificati. La firma qualificata si riferisce invece a una firma elettronica avanzata basata su un certificato qualificato e creata mediante un dispositivo sicuro per la creazione della firma. I contratti stipulati con strumenti informatici o per via telematica mediante l'uso della firma elettronica qualificata sono validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge. Al più alto livello di sicurezza ed efficacia giuridica vi è la firma digitale, risultato della procedura informatica (cd. validazione), basata su un sistema crittografico di chiavi asimmetriche a coppia, una pubblica e una

privata, che consente al sottoscrittore, tramite la chiave privata, e al destinatario, tramite la chiave pubblica, rispettivamente, di rendere manifesta e di verificare la provenienza e l'integrità di un documento informatico o di un insieme di documenti informatici. Essa garantisce l'autenticità, l'integrità e la segretezza del documento informatico e può essere utilizzata con piena validità nei rapporti con i privati e le PPAA per la trasmissione telematica di documenti, atti, istanze e dichiarazioni. Con DPCM del 13 gennaio 2004 sono state definite le regole tecniche per l'utilizzo della firma digitale.

L'art. 25 del DPR 445/2000 sancisce il valore giuridico della firma digitale e statuisce che l'apposizione o l'associazione della firma digitale al documento informatico delle PPAA equivale alla sottoscrizione prevista per gli atti e documenti in forma scritta su supporto cartaceo.

Sul piano probatorio, il documento informatico sottoscritto con firma elettronica soddisfa il requisito legale della forma scritta e ha l'efficacia probatoria prevista dall'art. 2712 c.c. Esso è liberamente valutabile, tenendo conto delle sue caratteristiche oggettive di qualità e sicurezza. Quando è sottoscritto con firma elettronica avanzata o con firma digitale, e la firma è basata su un certificato qualificato e generata mediante un dispositivo per la creazione di una firma sicura, fa piena prova, fino a querela di falso, della provenienza delle dichiarazioni da chi l'ha sottoscritto.

I duplicati, le copie e gli estratti del documento informatico, anche se riprodotti su diversi tipi di supporto, sono validi e rilevanti a tutti gli effetti di legge e se ad essi è apposta o associata, da parte di colui che li spedisce o rilascia, una firma elettronica qualificata soddisfano i requisiti di cui agli artt. 2714 e 2715 c.c. È pertanto sancita la piena equiparazione tra copia e originale del documento, riconoscendo a entrambi validità e rilevanza giuridica.

Si può quindi concludere che gli atti formati con strumenti informatici, i dati e i documenti informatici delle Pubbliche amministrazioni costituiscono informazione primaria e originale da cui è possibile effettuare, su diversi tipi di supporto, riproduzioni e copie per gli usi consentiti dalla legge. Con ciò si pongono le fondamenta per la fase della teleamministrazione che determinerà, se non l'eliminazione, la riduzione della mole cartacea cui, per l'espansione dell'attività amministrativa e per la sua complessità, è sommersa la PA e che intralcia l'efficienza degli uffici pubblici.

15.7. Conclusione

È un dato di fatto che, sull'onda della rivoluzione innescata da internet, l'esponentiale evoluzione tecnologica del settore dell'informazione e della comunicazione sta inducendo profondi cambiamenti culturali, sociali, organizzativi ed economici nei più svariati settori della società.

Direttamente coinvolta ne è anche la Pubblica amministrazione, interessata da un processo di modernizzazione avviatosi negli anni Cinquanta con una prima pionieristica fase di mera meccanizzazione con schede perforate, oggi transitata a una seconda fase, quella informatica, contraddistinta dall'ampia diffusione di elaboratori elettronici. Si tratta di un'informatizzazione parallela, nella quale l'impiego di strumentazioni informatiche è intesa ad ausilio delle procedure amministrative tradizionali. La terza fase che ancora attende la PA sarà volta al superamento della duplicazione degli atti a vantaggio della completa e diretta formalizzazione delle procedure amministrative negli elaboratori, e alla realizzazione di un sistema integrato e globale di teleamministrazione pubblica.

Il complessivo disegno di riforma amministrativa legato alle potenzialità delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione sta trasformando la Pubblica amministrazione, chiamata a compiere un notevole sforzo di ripensamento del proprio *modus operandi*, a introdurre un nuovo modello di attività amministrativa, a riorganizzare il proprio apparato burocratico e a ridisegnare il rapporto fra amministrazione e cittadino. Ma ciò che ancor più deve realizzare è un profondo mutamento culturale.

La modernizzazione dell'azione dei pubblici poteri garantisce non solo un recupero di efficienza e un incremento di produttività degli uffici pubblici, ma altresì un aumento della velocità di gestione e trasmissione delle informazioni, con significativi van-

taggi per i cittadini in termini economici, di tempo, di usufruibilità dei servizi e di trasparenza nella gestione della cosa pubblica.

Se esteso a tutti, l'impiego delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle attività amministrative, economiche e sociali può rivelarsi un contributo determinante e originale per ridurre le disuguaglianze, per creare pari opportunità ed equità sociale, per favorire l'integrazione, per attuare processi di sviluppo sostenibile e durevole, nonché per rendere effettivamente possibile il pieno utilizzo degli istituti giuridici esistenti.

Per questa ragione è di primaria importanza attivare iniziative di sensibilizzazione dell'opinione pubblica per far comprendere il potenziale benefico impatto, sulla società, dell'ineluttabile processo innescato dall'innovazione tecnologica, stimolando la motivazione e la capacità di ciascuno a parteciparvi attivamente e consapevolmente.

Quella descritta è una vera e propria rivoluzione, che pone sul tavolo nuove problematiche su cui giuristi e tecnici dovranno confrontarsi per trovare equilibrate ed efficaci soluzioni. A livello di regolamentazione molto è stato fatto, ma ancor di più resta da fare, perché, senza un'adeguata protezione giuridica, non vi è progresso sociale, né economico e culturale. Come acutamente osservato¹, «la sovranità degli Stati è oggi minacciata, poiché il codice o l'architettura della rete che controllano il *cyberspazio* costituiscono una sovranità concorrente a quella dello Stato. Il codice del *cyberspazio* può creare dei valori completamente diversi rispetto a quelli tradizionali dei nostri ordinamenti giuridici, che potrebbero essere conculcati, calpestati e sopraffatti da valori opposti. E questa è la ragione per cui il problema fondamentale del *cyberspazio* è ora soprattutto un problema giuridico e in particolare di teoria generale dello Stato».

¹ Guido Rossi, *I nuovi diritti del cyberspazio*, relazione introduttiva alla conferenza internazionale su «Proprietà intellettuale e cyberspazio», Stresa, 4 e 5 maggio 2001.

16. Conclusioni

Nei capitoli precedenti sono stati trattati vari argomenti connessi con i Sistemi Informativi Territoriali: i concetti di dato e informazione territoriale, le basi dati geografiche con la loro progettazione, gli strumenti GIS, i formati tecnici dei dati, i processi decisionali, i sistemi di supporto alle decisioni, la possibile organizzazione di un SIT stesso. Si è poi descritta la realtà del SIT della Provincia di Milano, approfondendo alcuni esempi di organizzazione e metodologie rivelatisi utili nella pratica applicativa corrente di un gruppo di lavoro multidisciplinare quale può essere la pianificazione territoriale. Sono state fornite prime linee guida sull'attivazione di SIT comunali, sull'informatizzazione di dati di interesse comunale, con indicazioni per lo scambio dati tra enti e possibili ulteriori sviluppi. Sono inoltre stati descritti alcuni progetti sviluppati dal SIT, che rivestono particolare significato metodologico o applicativo: lo sviluppo del PTCP, l'integrazione di basi dati geografiche di provenienza diversa, il mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali, la valutazione strategica, la pubblicazione di mappe interattive su internet, lo sviluppo di un modello di simulazione dei trasporti, l'archivio informatizzato degli strumenti urbanistici comunali. Infine, è stato svolto un approfondimento reattivo a delicate tematiche giuridiche.

Questa panoramica ha evidenziato chiaramente che la presenza di un SIT organizzato nel quale i dati territoriali siano opportunamente archiviati in basi dati geografiche e trattati con strumenti GIS e modelli permette un drastico incremento del potenziale di analisi, previsione, rappresentazione e comunicazione dei fenomeni del mondo reale oggetto di interesse. Per esempio, diviene possibile: passare da va-

lutazioni qualitative a calcoli quantitativi; introdurre automatizzazione e ripetibilità delle operazioni; avere facilità di riprodurre, aggiornare, modificare, interrogare, elaborare, analizzare, condividere, pubblicare (carta, internet) i dati; ridurre i tempi di risposta. Inoltre si assiste a un enorme incremento della quantità di informazione gestibile.

A fronte di tali vantaggi, bisogna tuttavia osservare che un SIT presenta costi, in termini di strumenti hardware e soprattutto software, di acquisizione e aggiornamento dei dati, di personale (anche per la formazione) e chiedersi se valga la pena di sostenere tali oneri. La questione è assai articolata; una risposta analitica, oltre che essere al di là degli scopi della presente pubblicazione, richiede valutazioni specifiche caso per caso, in relazione alle necessità della situazione in esame. Si può tuttavia dare un'indicazione assai sintetica, che funga da spunto di prima riflessione e di indirizzo per le successive valutazioni: se lo scopo è sostanzialmente produrre tavole cartografiche, meglio lasciar perdere i SIT e adottare strumenti CAD, più semplici da utilizzare, meno costosi e capaci di fornire una resa grafica migliore. Un SIT risulta viceversa un ottimo investimento se si prevede di impiegarlo per elaborare informazioni in un'ottica di sistema di supporto alle decisioni. In questa ambiziosa direzione si trovano numerose difficoltà: innanzitutto fattori culturali e giuridici, quali, per esempio, la diffusa tendenza ad effettuare ampie analisi «una tantum» piuttosto che a impostare percorsi e metodologie di analisi facilmente ripetibili con dati di input e parametri diversi. Vi sono poi problemi metodologici e organizzativi, riferibili alle competenze necessarie al funzionamento di un SIT e di un SSD; solo infine problemi tecnologici.

Nel caso del SIT della Provincia di Milano, la scelta è stata operata anni fa, ora i principali sviluppi riguardano in primo luogo la razionalizzazione dell'attuale situazione, per permettere al sistema di integrare più facilmente componenti sviluppate successivamente in altri progetti; in questo senso si sottolinea l'importanza della progettazione concettuale e dell'introduzione di strumenti DBMS standard. La seconda direzione di sviluppo consiste nell'arricchimento dei servizi offerti da WebSIT, la piattaforma di pubblicazione internet di dati geografici e mappe interattive; in particolare si stanno realizzando nuovi servizi per i Comuni. La terza direzione prevede la realizzazione a lungo termine di una rete di SIT Co-

muni-Provincia, in grado di colloquiare per avere dati aggiornati in tempi ridotti e con costi contenuti; a questo scopo sono state definite delle prime linee guida, che andranno costantemente verificate e sviluppate. Si sottolinea come le tre direzioni citate, pur avendo ciascuna la propria specificità, presentino una profonda correlazione, che sarà necessario considerare in fase di sviluppo: la razionalizzazione interna deve permettere al SIT provinciale di aprirsi ai sistemi comunali, che devono essere indirizzati analogamente nella loro crescita. WEBSIT, se saprà offrire adeguati servizi, diventando un flessibile strumento di comunicazione, potrà costituire il canale privilegiato per uno scambio dati dinamico ed integrato.

17. Bibliografia

- A.A.V.V. (2001), *Using ArcIMS - ArcIMS 3*, ESRI.
- A.A.V.V. (2002), «Using ArcIMS - special section», *Arc-User*, n. 5, january-march 2002, ESRI, pp 28-39.
- Accordino, C., Botto, I.S., Felisa, M., Parma, G.R. (2003), *Mobilità e territorio, dinamiche attuali e obiettivi di integrazione del PTCP*, Quaderno del Piano Territoriale, n. 21, Guerini e Associati, Milano.
- Aronoff, S. (1989), *Geographic Information Systems: a management perspective*, WDL Publications.
- Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione (1997), *Linee guida per la realizzazione di Studi di fattibilità. Versione 1.0*, AIPA, Roma.
- Atzeni, P., Ceri, S., Paraboschi, S., Torlone, R. (2002), *Basi di dati, modelli e linguaggi di programmazione*, McGraw-Hill, Milano.
- Auble J., «Building the next generation of Internet GIS», *Arc-User*, n. 3, july-september 2001, ESRI.
- Baldizzone, G., Montemurri, V., Panzini, M. (2003), *La Valutazione Strategica del PTCP*, Quaderno del Piano Territoriale n. 18, Franco Angeli, Milano.
- Banderali, M., Broglia, M., Cervi, F., Comelli, F. (2003), *Supporto WebGIS alla pianificazione del territorio: esperienza e progetti della Provincia di Milano*, 7^a conferenza nazionale ASITA, Verona.
- Basile, P., Broglia, M., Mogorovich, P. (2001), *Definizione, sviluppo e applicazione di metodologie e strumenti per l'integrazione di basi dati geografiche di provenienza diversa*, Conferenza nazionale ASITA, Rimini.
- Belussi, A., Negri, M., Pelagatti, G., Liguori, F. (1994), *Designing and evaluating database schemas for ARC/INFO applications*, 5th European Conf. on Geographical Information Systems.
- Berry, J.K. (1993), *Beyond Mapping. Concepts, Algorithms, and Issues in GIS*, GIS World, Fort Collins, Colorado.
- Bezoari, G., Selvini, A. (1996), *Manuale di topografia moderna*, Città Studi Edizioni, Milano.
- Bracchi, G., Francalanci, C., Motta, G. (2001), *Sistemi informativi e aziende in rete*, McGraw-Hill, Milano.
- Broglia, M. (2002), «Sviluppo di servizi Web-GIS per l'accesso all'informazione geografica, DDD - Disegno e Design Digitale, rivista trimestrale del Politecnico di Milano (www.polidesign.net/ddd)», n. 4, «Nuove tecnologie, multimedia e standard grafici per la rappresentazione del territorio».
- Broglia, M., Cervi, F., Comelli, F., Paris, G. (2003), *Mantenimento di versioni e intervalli temporali di validità dei dati per il PTCP della Provincia di Milano*, 7^a conferenza nazionale ASITA, Verona.
- Broglia, M., Negri, M., Spinazza, F. (2002), *Dai file ai database: evoluzione tecnologica o premessa per l'e-government? L'esperienza del SIT della Provincia di Milano*, Conferenza Nazionale ASITA, Perugia.
- Broglia, M., Negri, M., Spinazza, F. (2001), *Il Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Milano: stato attuale e sviluppi*, Conferenza Nazionale ASITA, Rimini.
- Cascetta, E. (1998), *Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto*, UTET, Torino.
- Centro studi PIM (2002), *I mosaici informatizzati degli strumenti urbanistici comunali e dei piani delle aree protette*, Quaderno del Piano Territoriale n. 16, Franco Angeli, Milano.
- Chen, P.P. (1976), The Entity-Relationship model: Toward a unified view of data, *ACM Transaction on Database System*, vol. 1, n. 1, pagg. 9-36.
- Colorni, A., Laniado, E., Muratori, S. (1997), «LINDA: a system to process spatial information for decision making, Bruges», 7th Mini EURO Conference on DSS, Group-ware, Multimedia and Electronic Commerce.
- Commission of the European Communities (1993), *Environmental Impact Assessment Training in the European Communities*, Bruxelles.
- Commissione Europea, DGXI Ambiente, Sicurezza Nucleare e Protezione Civile (1998), *Manuale per la valutazione ambientale dei Piani di Sviluppo Regionale e dei Programmi dei Fondi strutturali dell'Unione Europea*.

- Cortese, L. (2002), *L'amministrazione elettronica del paese*, Informatica ed enti locali.
- DeMers, M.N. (2002), *Fundamentals of GIS*, 2nd Edition, Wiley Text Books.
- ESRI (1997), *Understanding GIS. The ARC/INFO Method*, ESRI Press, Redlands, CA.
- Giordano, A., Veregin, H. (1994), *Il controllo di qualità nei Sistemi Informativi Territoriali*, Il Cardo, Venezia.
- Goicoechea, A., Hansen, D.R., Duckstein, L. (1982), *Multiojective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*, John Wiley, New York.
- Harvey, F. (1994), «Defining unmoveable nodes/segments as part of vector overlay: The alignment overlay», in T.C. Waugh & R.C. Healey (Eds.), *Advances in GIS Research*, vol. 1, Taylor and Francis, London, pp. 159-176.
- Harvey, F., Vauglin, F., Bel Hadj Ali, A. (1998), «Geometric Matching of Areas. Comparison Measures and Association Links», SDH '98 conference, Vancouver.
- Heywood, I., Cornelius, S., Carver, S. (1998), *An Introduction to Geographical Information Systems*, Longman, Harlow.
- Hohl, P. (1999), *GIS Data Conversion: Strategies, techniques, and management*, OnWorld Press, Santa Fe, New Mexico.
- International Organization for Standardization, www.iso.org
- International Organization for Standardization (2003), *ISO 19115:2003, Geographic information – Metadata*, www.iso.org.
- Kraak, M.I., Brown, A. (eds.) (2001), *Web Cartography. Development and prospects*, Taylor & Francis, London.
- Kraak, M.I., Ormeling, F.J. (1996), *Cartography: Visualization of spatial data*, Longman, Harlow.
- Laurini, R., Thompson, D. (1992), *Fundamentals of Spatial Information Systems*, Academic Press.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind, D.W. (2001), *Geographic Information Systems and Science*, John Wiley and Sons.
- Maguire, D.J., Goodchild, M.F., Rhind, D.W. (eds.) (1991), *Geographic Information Systems Principles and Applications*, Longman Scientific & Technical, Harlow.
- Malczewsky, J. (1999), *GIS and multicriteria decision analysis*, John Wiley and Sons, New York.
- OpenGIS Consortium, www.opengis.org.
- Pelagatti, G. (1993), *GEO ER Il modello Concettuale del Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia*, Pubblicazione della Regione Lombardia, Milano.
- Plewe, B. (1997), *GIS on line: information retrieval, mapping and the Internet*, OnWord Press, Santa Fe.
- Poczek, A. (2002), *Per uno stato amico*, Informatica ed enti locali.
- Pompilio, M. (1999), *Primi elementi per valutare la compatibilità del Piano*, volume n. 6 dei «Quaderni del Piano per l'Area Metropolitana Milanese», Quaderno del Piano Territoriale n. 6, Franco Angeli, Milano.
- Provincia di Milano (2003), *Piano Territoriale di Coordinamento* (approvato il 14 ottobre 2003), edizioni Cinque, Milano.
- Regione Lombardia (2000), «Riordino del sistema delle autonomie in Lombardia. Attuazione del d.lgs. 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dallo Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59)», legge regionale 5 gennaio 2000, n. 1.
- Reeve, D.E. (1999), *GIS Organizations and People: A socio-technic approach*, Taylor and Francis, London.
- Rossi, G. (2001), «I nuovi diritti del cyberspazio», Stresa, Conferenza internazionale su «Proprietà intellettuale e cyberspazio».
- Samet, H. (1990), *The Design and analysis of Spatial Data Structures*, Addison-Wesley, Reading, Mass.
- Selvini, A. (1996), *Elementi di cartografia*, Città Studi Edizioni, Milano.
- Sestini, A. (1996), *Cartografia Generale*, Pàtron editore, Bologna.
- Simon, H.A. (1960), *The new science of management decision*, Harper & Row, New York.
- Stevens, S.S. (1946), «On the theory of scales of measurement», *Science*, n. 103, pp. 677-680.
- «Testo Unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali», D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 267.
- Vico, F. (2001), «WebGIS e infrastruttura di dati geografici: due concetti convergenti, un nuovo paradigma?», *MondoGIS*, n. 24, febbraio 2001.
- Wilson, A. G. (1974), *Urban and regional models in geography and planning*, Pion, London.
- Worrall, L. (1991), *Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems*, Belhaven Press, London.
- Yourdon, E. (1990), *Analisi strutturata dei sistemi*, Jackson Libri, Milano, Prentice Hall International, Londra.
- Zeiler, M. (2000), *Modeling our world: the ESRI guide to geodatabase design*, ESRI Press.

Allegati

Allegato A1: Acronimi e sigle utilizzati nel testo

Acronimo	Significato
AIPA	Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione
Art. 1 Cost.	Art. 1 Costituzione della Repubblica Italiana
Art. 1 c.c.	Art. 1 Codice civile
Art. 1 c.p.p.	Art. 1 Codice di procedura penale
CAD	Computer Aided Design, progettazione assistita dal computer
CNIPA	Centro Nazionale per Informatica nella Pubblica Amministrazione
CTR	Carta Tecnica Regionale
DBMS	DataBase Management System
DB STRUC	DataBase degli STRumenti Urbanistici Comunali
DFD	DataFlow Diagram
D.Lgs.	Decreto Legislativo
DPCM	Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri
DPR	Decreto Presidente della Repubblica
E-R	(modello) Entità-Relazione
FPG	Full Planar Graph
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
ICI	Imposta Comunale sugli Immobili
ICT	Information Communication Technology
ISC	Indice Sintetico di Compatibilità
ISO	International Organization for Standardization
ISTAT	Istituto Nazionale di Statistica
MIPARP	Mosaico Informatizzato dei Piani delle ARee Protette
MISURC	Mosaico Informatizzato degli Strumenti URbanistici Comunali
MOVETEMI	MOdello Viabilità E Trasporti Extraurbani MILanesi
NTA	Norme Tecniche di Attuazione (del piano regolatore generale)
PLIS	Parco Locale di Interesse Sovracomunale
PRG(C)	Piano Regolatore Generale (Comunale)
PTCP	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
RUPA	Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione
SI	Sistema Informativo
SIT	Sistema Informativo Territoriale
SSD	Sistema di Supporto alle Decisioni
TU	Testo Unico
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
VaSt	Valutazione Strategica
VBA	Visual Basic for Applications
VIA	Valutazione di Impatto Ambientale

Allegato A2: Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Territoriali

A2.1. Definizioni delle «destinazioni d'uso»

Le definizioni delle «destinazioni d'uso» utilizzate sono le seguenti.

Residenza (dest_princ = 10)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG esplicitamente destinate, esclusivamente o in misura prevalente (oltre il 60% in termini di volumetria o di superficie lorda di pavimento), alle funzioni residenziali.

Le quote residue debbono conseguentemente riguardare solo funzioni tradizionalmente complementari alla residenza (es.: commercio al dettaglio; ristoro; tempo libero; studi professionali; artigianato di servizio; attrezzature ricettive minori ecc.).

Nel caso in cui la quota di volumetria o di superficie lorda di pavimento destinata alla residenza sia inferiore al 60% e/o le quote residue siano destinate a funzioni produttive e/o commerciali/direzionali, le zone di cui si tratta dovranno essere attribuite alla categoria *polifunzionale*.

Rientrano in toto nella categoria *residenza* anche quelle zone residenziali di espansione di PRG nelle quali la normativa impone di reperire la quota di servizi richiesti dalle vigenti leggi, senza che questa sia indicata planimetricamente.

Produttivo (produttivo generico, artigianato, industria) (dest_princ = 15)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG esplicitamente destinate, esclusivamente o in misura prevalente (oltre il 60% in termini di volumetria o di superficie lorda di pavimento) alle funzioni produttive.

Le quote residue debbono conseguentemente riguardare solo funzioni tradizionalmente complementari a quelle produttive (es.: residenza di custodia; uffici amministrativi, tecnici ed attività di ricerca; attività espositive e vendita; magazzini; servizi aziendali ecc.). Nel caso in cui la quota di volumetria o di superficie lorda di pavimento destinata alle attività produttive sia inferiore al 60% e/o le quote residue siano destinate a funzioni residenziali e/o commerciali/direzionali, le zone di cui si tratta dovranno essere attribuite alla categoria *polifunzionale*.

Si richiedono la classificazione e la relativa individuazione distinta delle classi *artigianato* e *industria*

solo per quei casi in cui il PRG riservi in modo esplicito ed esclusivo, attraverso un puntuale riferimento normativo, un'area all'una o all'altra funzione. In tutti i casi in cui sono ammesse entrambe, le aree vengono classificate come *produttivo generico*.

Rientrano in toto nella categoria *produttivo* anche quelle zone industriali-artigianali di espansione di PRG nelle quali la normativa impone di reperire la quota di servizi richiesti dalle vigenti leggi, senza che questa sia indicata planimetricamente.

Commerciale/Direzionale (commerciale/direzionale generico, commerciale, direzionale, espositivo) (dest_princ = 20)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG esplicitamente destinate, esclusivamente o in misura prevalente (oltre il 60% in termini di volumetria o di superficie lorda di pavimento) alle funzioni commerciali e direzionali. Le quote residue debbono conseguentemente riguardare solo funzioni tradizionalmente complementari a quelle commerciali/direzionali (es.: residenza di custodia, magazzini, servizi aziendali, ristoro, tempo libero, attrezzature ricettive minori ecc.). Nel caso in cui la quota di volumetria o di superficie lorda di pavimento destinata alle attività commerciali/direzionali sia inferiore al 60% e/o le quote residue siano destinate a funzioni residenziali e/o produttive, le zone di cui si tratta dovranno essere attribuite alla categoria *polifunzionale*.

Si richiedono la classificazione e la relativa individuazione distinta delle classi *commerciale*, *direzionale*, *espositivo*, solo per quei casi in cui il PRG riservi in modo esplicito ed esclusivo, attraverso un puntuale riferimento normativo e cartografico, un'area a una sola di tali classi.

Nei casi in cui il PRG ammetta la compresenza di più classi, la relativa zona sarà classificata come *commerciale/direzionale generico*.

Resta inteso che l'individuazione delle classi e delle loro eventuali sottoclassi presuppone la delimitazione dell'area corrispondente sulle tavole PRG.

Rientrano nella categoria *commerciale/direzionale* tutte quelle attività economiche che non sono né di produzione, né di servizio diretto alle persone. Attività, queste ultime, rientranti nella categoria dei *servizi*.

Rientrano in toto nella categoria *commerciale/direzionale* anche quelle zone terziarie di espansione

di PRG nelle quali la normativa impone di reperire la quota di servizi richiesti dalle vigenti leggi, senza che questa sia indicata planimetricamente.

Polifunzionale (dest_princ = 25)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG destinate ad accogliere attività di diversa natura, non distinte spazialmente e dunque non perimetrate in cartografia come separate l'una dall'altra.

Appartengono pertanto alla categoria del *polifunzionale* le aree riservate a più attività (produttive, terziarie, commerciali, residenziali ecc.), destinate a costituire un *mix funzionale* integrato quantomeno dal punto di vista localizzativo.

Essendo questo l'elemento distintivo della categoria di cui si tratta, esso deve essere colto anche al di là delle definizioni di piano: pertanto, anche nel caso in cui il PRG definisca «residenziale» una zona in cui la normativa consenta l'insediamento di funzioni residenziali e di funzioni produttive, essa dovrà essere attribuita alla categoria *polifunzionale*.

Turistico/Ricettivo (turistico/ricettivo generico, residenza turistica, attività ricettive, attrezzature turistiche leggere) (dest_princ = 30)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG destinate esplicitamente alle funzioni che attengono ai settori del turismo, turismo d'affari e tempo libero (residenza turistica, alberghi, centri congressuali, impianti termali, aree attrezzate per il camping, strutture di servizio compatibili).

Si richiedono la classificazione e la relativa individuazione distinta delle seguenti classi: *residenza turistica, attività ricettive, attrezzature turistiche leggere* (si intendono soprattutto aree attrezzate per il camping), solo nei casi in cui il PRG riservi in modo esplicito ed esclusivo, attraverso un puntuale riferimento normativo e cartografico, un'area a una sola di tali classi. In caso contrario l'area viene attribuita alla classe *turistico/ricettivo generico*.

Nel caso in cui le attività ricettive vengano indicate dal PRG come funzioni ammesse in altre zone (residenziali, produttive ecc.), la classificazione funzionale sarà effettuata in base ai criteri precedentemente esposti per tali zone o per quelle polifunzionali.

Rientrano in toto nella categoria *turistico/ricettivo* anche quelle zone di espansione di PRG nelle quali la normativa impone di reperire la quota di servizi richiesti dalle vigenti leggi, senza che questa sia indicata planimetricamente.

Verde privato (dest_princ = 35)

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG, generalmente caratterizzate dalla presenza di giardini privati con o senza edifici, e comunque *con un basso rapporto di copertura*, che vengono destinate alla conservazione degli spazi liberi e delle essenze vegetali su di esse esistenti. La classificazione a *verde privato* implica che gli indici urbanistici definiti dal PRG non consentano o limitino fortemente la possibilità di superare le volumetrie esistenti. Nel caso che la normativa del PRG destini a verde privato zone che non hanno le caratteristiche sopra descritte, esse dovranno essere attribuite ad una delle altre categorie definite in precedenza, in base ai contenuti sostanziali della destinazione dello stesso PRG. In particolare, ciò si verifica quando il PRG, invece di classificarle più correttamente come zone omogenee B, destina a «verde privato» porzioni di territorio già occupate da edifici residenziali (mono-bifamiliari) attornati dai rispettivi giardini.

Servizi di livello comunale (servizi non specificati, aree per attrezzature, aree a verde gioco e sport, aree miste verde – attrezzature) (dest_princ = 40)

Va precisato che, a prescindere dalla specifica definizione di PRG, la distinzione fra servizi di livello comunale e servizi di livello sovracomunale deve essere operata sulla base della reale rilevanza del servizio e quindi delle caratteristiche che questo ha in termini di livello gerarchico e di bacino d'utenza prevedibilmente servito. In sostanza, nel caso dei servizi, è necessaria una lettura/interpretazione del PRG nel contesto territoriale in cui esso si colloca.

Rientrano in questa categoria tutte le zone del PRG destinate a funzioni di servizio (per la residenza e le attività economiche) e agli impianti di carattere tecnologico, di limitata dimensione e di prevalente rilevanza comunale.

Si precisa che la classificazione dei servizi non necessariamente fa riferimento ai contenuti del DM 2/4/68 e alla LR 51/75 per quanto concerne la definizione degli standard.

Si richiedono la classificazione e l'individuazione distinta delle seguenti classi di servizi, per quei casi in cui il PRG (attraverso le norme e/o la cartografia) consenta di desumere le informazioni necessarie alla classificazione stessa:

- *aree per attrezzature*: è articolata nelle sottoclassi che consentono di mettere in evidenza la presenza di una o più di esse all'interno di una determinata

area: parcheggi per insediamenti residenziali, produttivi, commerciali/direzionali; scuola dell'obbligo; attrezzature di interesse comune; impianti tecnologici; aree generiche (nel caso il PRG non attui alcuna precisa distinzione);

- *aree miste verde e attrezzature*: si applica nel caso in cui il PRG non separi con un perimetro definito le attrezzature dal verde; è articolata nelle sottoclassi che consentono di mettere in evidenza la presenza di una o più di esse all'interno del verde medesimo: parcheggi per insediamenti residenziali, produttivi, commerciali/ direzionali; scuola dell'obbligo; attrezzature di interesse comune; impianti tecnologici; aree generiche (nel caso il PRG non attui alcuna precisa distinzione);
- *aree a verde, gioco e sport*.

Servizi di livello sovracomunale (servizi non specificati, aree per attrezzature, aree a verde, aree miste verdi – attrezzature) (dest princ = 45)

Va precisato che, a prescindere dalla specifica definizione di PRG, la distinzione fra servizi di livello comunale e servizi di livello sovracomunale deve essere operata sulla base della reale rilevanza del servizio e quindi delle caratteristiche che questo ha in termini di livello gerarchico e di bacino d'utenza prevedibilmente servito. In sostanza, nel caso dei servizi, è necessaria una lettura/interpretazione del PRG nel contesto territoriale in cui esso si colloca.

Rientrano nella classe *aree per attrezzature* tutte le zone del PRG destinate ad attrezzature di livello sovracomunale anche non rientranti tra le categorie definite dal DM 2/4/68 e dalla LR 51/75 come zone F.

Essa è articolata nelle seguenti sottoclassi: aree di interscambio passeggeri; attrezzature ospedaliere, sanitarie e assistenziali; attrezzature di deposito e servizi trasporti pubblici; attrezzature e zone militari; carceri; centri annonari e mercati generali; centri culturali e strutture museali; centri ed impianti sportivi e ricreativi; centri interscambio merci; centri scolastici medi superiori e per la formazione professionale; grandi impianti per l'agonismo e lo spettacolo; impianti di depurazione; impianti e servizi tecnologici vari; impianti per lo smaltimento dei rifiuti; sedi di amministrazione della Giustizia (Tribunale, Pretura); attrezzature religiose (conventi, seminari, collegi ecclesiastici ecc.); strutture universitarie; altri servizi.

Nella Tavola di Azzonamento, alla classe *aree per attrezzature* viene conferito un simbolo per distinguere i servizi *privati*, solo nel caso in cui vi siano zone

espressamente destinate dal PRG ad attrezzature di servizio di proprietà e gestione privata e non preordinate all'esproprio o all'assoggettamento a servitù di uso pubblico.

Questa categoria comprende inoltre tutte le zone del PRG destinate alla formazione di parchi pubblici urbani e territoriali o di spazi aperti attrezzati in funzione del tempo libero, dello svago e della ricreazione (solitamente classificate fra le zone omogenee F, come indicato dal DM 2/4/68 e dalla LR 51/75).

Si richiedono la classificazione e l'individuazione distinta delle seguenti classi di servizi:

- *aree miste verde-attrezzature*: si applica nel caso in cui non sia possibile separare con un perimetro certo le attrezzature dal verde;
- *servizi non specificati*, che riguarda le zone per le quali il PRG, pur indicandone la rilevanza sovracomunale, non indica la vocazione prevalente di attrezzatura o di verde;
- *aree a verde*: fanno parte di questa classe tutte le aree destinate esplicitamente alla formazione di parchi pubblici urbani e territoriali o di spazi aperti attrezzati in funzione dello sport e tempo libero, dello svago e della ricreazione (solitamente rientranti tra le zone omogenee F come indicato dal DM 2/4/1968 e dalla LR 51/75). Si richiede la distinzione, all'interno delle *aree a verde*, delle aree specificamente riservate ad accogliere attività sportive leggere. A scopo esemplificativo si ricorda che in questa sottoclasse rientrano, tra gli altri: campi da golf; campi per il volo turistico-sportivo; aree per la pratica degli sport invernali all'aperto; tiro a volo.

Si precisa che nei casi in cui si presentino parti di territorio appartenenti al sistema dei parchi delle aree protette, per le quali il PRG rinvia senza ulteriori specificazioni al Piano Territoriale di Coordinamento del Parco o alla Legge istitutiva, esse devono essere attribuite alla classe «*parchi e riserve nazionali o regionali istituiti*» facente parte della categoria «Legge 431/85» delle «Aree vincolate e di rispetto».

Infrastrutture di trasporto areali (infrastrutture su ferro, aeroporti ed eliporti, strade, porti) (dest princ = 50)

Rientrano in questa categoria, tutte le *aree* che il PRG riserva alle infrastrutture di mobilità ed ai servizi accessori.

Si richiedono la classificazione e l'individuazione distinta delle seguenti classi:

- *infrastrutture su ferro*: riguarda l'insieme delle *aree* riservate alle infrastrutture di trasporto su ferro (linee ferroviarie, metropolitane ecc.) e degli spazi riservati a stazioni, scali ed altre strutture accessorie;
- *aeroporti ed eliporti*: riguarda l'insieme delle *aree* riservate alla funzione aeroportuale (e agli eliporti) ed a quelle ad essa direttamente connesse ed integrate (questo insieme di spazi è solitamente coincidente con il sedime aeroportuale);
- *strade*: riguarda l'insieme delle *aree* riservate alle infrastrutture della viabilità e ai servizi accessori quali i distributori di carburante;
- *porti*: riguarda l'insieme delle *aree* riservate alla funzione portuale (porti fluviali e lacuali) ed a quelle ad essa direttamente connesse e integrate.

Agricolo (agricolo generico, insediamenti agricoli, colture specializzate) (dest_princ = 55)

Rientrano in questa categoria tutte le zone di PRG esplicitamente destinate ad attività agricole ai sensi del DM 2 aprile 1968 (zone omogenee E), che hanno inoltre un altro riferimento normativo nella LR 93/80.

Si richiedono la classificazione e l'individuazione distinta delle seguenti classi, sempre che vi siano specifiche indicazioni normative ed azzonative di PRG che consentono di identificarle:

- *insediamenti agricoli*, articolati nelle sottoclassi: centri aziendali (aree espressamente riservate alla concentrazione delle volumetrie destinate ad accogliere le strutture attinenti alla conduzione dei fondi agricoli, quali abitazioni degli imprenditori agricoli e degli addetti, strutture di ricovero mezzi ed altri edifici di servizio); depositi di prodotti agricoli; allevamenti zootecnici; attività di trasformazione di prodotti agricoli e zootecnici; agriturismo; allevamenti ittici;
- *agricolo generico*, comprendente le zone per le quali il PRG non fornisce una specificazione azzonativa e normativa;
- *colture specializzate*, articolata nelle sottoclassi: colture legnose-agrarie e vitivinicole; colture ortoflorovivaistiche.

Attività estrattive (dest_princ = 60)

Appartengono a questa categoria le zone che il PRG indica come estrattive e destinate a «cava» anche in ottemperanza a quanto stabilito dai relativi Piani provinciali.

Boschi (dest_princ = 65)

Appartengono a questa categoria le zone di PRG che, pur non rientrando necessariamente tra le zone omogenee E, sono specificamente riservate alla conservazione e valorizzazione dell'ambiente boschivo; esse possono trovare riferimento normativo nella legge 8 agosto 1985 n. 431.

Zone golenali (dest_princ = 70)

Appartengono a questa categoria le zone espressamente riservate dal PRG alla tutela di porzioni di territorio poste tra l'argine e il letto dei fiumi.

Corpi idrici (dest_princ = 75)

Rientra in questa classe l'insieme delle aree caratterizzate dalla presenza di corpi idrici (naturali o artificiali), non necessariamente azzonate e normate in modo specifico dal PRG, e che tuttavia costituiscono una porzione cartografabile del territorio comunale.

A2.2. Definizioni degli «stati»

Ogni «destinazione d'uso» è stata successivamente distinta nei seguenti stati.

Consolidato (STATO_FIN = 1)

Comprende le parti di territorio in cui, in base alla normativa del PRG, non sono consentiti interventi rilevanti di modifica dello stato di fatto (pur essendo in genere consentiti interventi isolati di costruzione e ricostruzione). Sono in sostanza le aree urbanisticamente consolidate e sature nelle quali non sono previsti:

- aumenti volumetrici, se non in misura contenuta e/o come ampliamento di complessi edilizi esistenti;
- interventi esplicitamente individuati dal PRG come soggetti a Piano Attuativo, a meno che non si tratti di Piani di Recupero (nel qual caso si applica la categoria successiva).

Si considerano «consolidate» le porzioni di territorio edificate che il PRG definisce «di completamento» o «di espansione», purché siano verificate le due condizioni precedenti.

Si considerano inoltre «consolidate» tutte quelle zone, pure inedificate, che appartengono a comparti per i quali la normativa non consente modifiche sostanziali allo stato di fatto. In questo senso, un'area produttiva con un'ampia porzione libera entro il lotto

di pertinenza, ma inedificabile secondo le norme di PRG, deve essere classificata come «consolidata».

Recupero (STATO_FIN = 2)

Comprende le parti di territorio soggette a recupero edilizio e/o urbanistico per le quali si richiedono interventi di ristrutturazione edilizia e/o urbanistica con conferma della destinazione d'uso. Nei PRG, tali zone sono di solito definite appunto «di recupero» e disciplinate dalla legge 457/78 (e in questo caso la demolizione è esplicitamente prevista). Spesso, in queste zone, il PRG individua il perimetro dei successivi Piani Attuativi, generalmente Piani di Recupero, Piani Particolareggiati o Piani di Lottizzazione (questi ultimi soprattutto per le zone produttive).

Trasformazione (STATO_FIN = 3)

Riguarda le parti di territorio, già edificate e/o urbanizzate, in cui il PRG consente interventi di carattere urbanistico e/o edilizio finalizzati alla trasformazione funzionale. La destinazione d'uso che compare nel PRG (e quindi nel Mosaico) è dunque quella prevista e non quella esistente al momento della predisposizione del PRG medesimo.

Nel concetto di trasformazione è dunque implicito il passaggio da una classe di destinazione funzionale ad un'altra.

In generale si tratta di aree interessate da complessi progetti urbanistici, che in prevalenza riguardano zone industriali dismesse. I Piani Attuativi previsti nell'ambito di queste sono in genere PL, PR, PP.

Espansione (STATO_FIN = 4)

Riguarda parti di territorio che sono espressamente riservate dal PRG allo sviluppo degli insediamenti

urbani e che, dunque, risultano inedificate al momento della definizione dello stesso PRG (a meno di piccole pre-esistenze edificate). Si assume infatti, in linea di massima, che l'espansione delle funzioni urbane sia prevista in aree genericamente «agricole». Solitamente appartengono a questo «stato» le zone omogenee C di espansione residenziale e le zone omogenee D di sviluppo delle attività industriali – artigianali e terziarie. A questa categoria vanno però attribuiti, come si dice alla lettera successiva, anche i lotti liberi in zone di completamento.

Non specificato (STATO_FIN = 5)

Si tratta di una categoria ad assegnazione transitoria da utilizzarsi soltanto nella prima fase di assegnazione. In questa categoria vengono momentaneamente classificate le zone di PRG che, in base alle Norme Tecniche di Attuazione, non possono essere attribuite con sicurezza alla categoria *consolidato* o alla categoria *espansione* (fermo restando che *recupero* e *trasformazione* risultano normate inequivocabilmente). Tale eventualità ricorre più frequentemente nel caso delle zone «di completamento» e delle aree verdi e a servizi, relativamente alle quali occorre distinguere le porzioni di territorio già «edificate» da quelle «edificabili» (nel caso delle aree verdi e a servizi si dovrebbe parlare, più correttamente, di porzioni di territorio «attrezzate» o «da attrezzare»). In sede di definizione della categoria verrà abbandonata tale classificazione transitoria e, mentre le aree edificate/attrezzate verranno attribuite alla categoria del *consolidato*, quelle edificabili/da attrezzare saranno assegnate alla categoria *espansione*.

Tabella COD_DEST_FUNZ

CODICE	DESCRIZIONE
1001	Residenza – Consolidato
1002	Residenza – Recupero
1003	Residenza – Trasformazione
1004	Residenza – Espansione
1511	Produttivo generico – Consolidato
1512	Produttivo generico – Recupero
1513	Produttivo generico – Trasformazione
1514	Produttivo generico – Espansione
1521	Artigianato – Consolidato
1522	Artigianato – Recupero

CODICE	DESCRIZIONE
1523	Artigianato – Trasformazione
1524	Artigianato – Espansione
1531	Industria – Consolidato
1532	Industria – Recupero
1533	Industria – Trasformazione
1534	Industria – Espansione
2011	Commerciale/Direzionale generico – Consolidato
2012	Commerciale/Direzionale generico – Recupero
2013	Commerciale/Direzionale generico – Trasformazione
2014	Commerciale/Direzionale generico – Espansione
2021	Commerciale – Consolidato
2022	Commerciale – Recupero
2023	Commerciale – Trasformazione
2024	Commerciale – Espansione
2031	Direzionale – Consolidato
2032	Direzionale – Recupero
2033	Direzionale – Trasformazione
2034	Direzionale – Espansione
2041	Espositivo – Consolidato
2042	Espositivo – Recupero
2043	Espositivo – Trasformazione
2043	Espositivo – Trasformazione
2044	Espositivo – Espansione
2501	Polifunzionale – Consolidato
2502	Polifunzionale – Recupero
2503	Polifunzionale – Trasformazione
2504	Polifunzionale – Espansione
3011	Turistico/Ricettivo generico – Consolidato
3012	Turistico/Ricettivo generico – Recupero
3013	Turistico/Ricettivo generico – Trasformazione
3014	Turistico/Ricettivo generico – Espansione
3021	Residenza turistica – Consolidato
3022	Residenza turistica – Recupero
3023	Residenza turistica – Trasformazione
3024	Residenza turistica – Espansione
3031	Attività ricettive – Consolidato
3032	Attività ricettive – Recupero
3033	Attività ricettive – Trasformazione
3034	Attività ricettive – Espansione
3041	Attrezzature turistiche leggere – Consolidato
3042	Attrezzature turistiche leggere – Recupero
3043	Attrezzature turistiche leggere – Trasformazione
3044	Attrezzature turistiche leggere – Espansione
3501	Verde privato – Consolidato
3502	Verde privato – Recupero
3503	Verde privato – Trasformazione
3504	Verde privato – Espansione
4011	Servizi di livello comunale non specificati – Consolidato
4012	Servizi di livello comunale non specificati – Recupero

CODICE	DESCRIZIONE
4013	Servizi di livello comunale non specificati – Trasformazione
4014	Servizi di livello comunale non specificati – Espansione
4021	Aree per attrezzature di livello comunale – Consolidato
4022	Aree per attrezzature di livello comunale – Recupero
4023	Aree per attrezzature di livello comunale – Trasformazione
4024	Aree per attrezzature di livello comunale – Espansione
4031	Aree a verde gioco e sport di livello comunale – Consolidato
4032	Aree a verde gioco e sport di livello comunale – Recupero
4033	Aree a verde gioco e sport di livello comunale – Trasformazione
4034	Aree a verde gioco e sport di livello comunale – Espansione
4041	Aree miste verde – attrezzature di livello comunale – Consolidato
4042	Aree miste verde – attrezzature di livello comunale – Recupero
4043	Aree miste verde – attrezzature di livello comunale – Trasformazione
4044	Aree miste verde – attrezzature di livello comunale – Espansione
4511	Servizi di livello sovracomunale non specificati – Consolidato
4512	Servizi di livello sovracomunale non specificati – Recupero
4513	Servizi di livello sovracomunale non specificati – Trasformazione
4514	Servizi di livello sovracomunale non specificati – Espansione
4521	Aree per attrezzature di livello sovracomunale – Consolidato
4522	Aree per attrezzature di livello sovracomunale – Recupero
4523	Aree per attrezzature di livello sovracomunale – Trasformazione
4524	Aree per attrezzature di livello sovracomunale – Espansione
4531	Verde di livello sovracomunale – Consolidato
4532	Verde di livello sovracomunale – Recupero
4533	Verde di livello sovracomunale – Trasformazione
4534	Verde di livello sovracomunale – Espansione
4541	Aree miste verde – attrezzature di livello sovracomunale – Consolidato
4542	Aree miste verde – attrezzature di livello sovracomunale – Recupero
4543	Aree miste verde – attrezzature di livello sovracomunale – Trasformazione
4544	Aree miste verde – attrezzature di livello sovracomunale – Espansione
5011	Infrastrutture su ferro – Consolidato
5012	Infrastrutture su ferro – Recupero
5013	Infrastrutture su ferro – Trasformazione
5014	Infrastrutture su ferro – Espansione
5021	Aeroporti e/o eliporti – Consolidato
5022	Aeroporti e/o eliporti – Recupero
5023	Aeroporti e/o eliporti – Trasformazione
5024	Aeroporti e/o eliporti – Espansione
5031	Strade – Consolidato
5032	Strade – Recupero
5033	Strade – Trasformazione
5034	Strade – Espansione
5041	Porti – Consolidato
5042	Porti – Recupero
5043	Porti – Trasformazione
5044	Porti – Espansione
5511	Agricolo generico – Consolidato
5512	Agricolo generico – Recupero
5513	Agricolo generico – Trasformazione

CODICE	DESCRIZIONE
5521	Insedimenti agricoli – Consolidato
5522	Insedimenti agricoli – Recupero
5523	Insedimenti agricoli – Trasformazione
5524	Insedimenti agricoli – Espansione
5531	Colture specializzate – Consolidato
5532	Colture specializzate – Recupero
5533	Colture specializzate – Trasformazione
5534	Colture specializzate – Espansione
6001	Attività estrattive – Consolidato
6004	Attività estrattive – Espansione
6501	Boschi – Consolidato
6502	Boschi – Recupero
6503	Boschi – Trasformazione
6504	Boschi – Espansione
7001	Zone golenali – Consolidato
7004	Zone golenali – Espansione
7501	Corpi idrici – Consolidato
7504	Corpi idrici – Espansione

A2.3. Definizioni delle «aree vincolate e di rispetto di PRG»

Le definizioni delle «aree vincolate» sono le seguenti.

Nuclei storici (centro storico zona A; nucleo o area di interesse storico o ambientale non zona A) (VINC_PRINC = 1)

La categoria dei nuclei storici è articolata nelle seguenti classi.

- *Centro storico zona A (DM 1444/68 art. 2).* È costituito dalle aree comprese entro il perimetro che nel PRG individua la zona omogenea A, nella quale possono essere comprese «destinazioni d'uso» e condizioni di «stato» diverse.
- *Nucleo o area di interesse storico o ambientale non zona A.* Riguarda zone e nuclei edificati di particolare pregio (solitamente nell'ambito delle zone omogenee B) che il PRG definisce di interesse storico-ambientale senza classificarli come zona omogenea A.

Aree di rispetto (area di rispetto di attrezzature, cimiteri e impianti tecnologici; area di rispetto generico) (VINC_PRINC = 2)

La categoria delle aree di rispetto è articolata nelle seguenti classi.

- *Area di rispetto di attrezzature, cimiteri e impianti tecnologici.* Si intendono comprese in questa classe tutte le aree che espressamente sono indicate dall'azonamento e/o dalla normativa come «zone o fasce di rispetto» degli elementi citati. L'individuazione cartografica di queste zone è indispensabile anche quando esse risultino sovrapposte alle «destinazioni d'uso».
- *Area di rispetto generico.* Si intendono comprese in questa classe le aree di rispetto relative al sistema infrastrutturale ed ai corpi idrici in genere (in questo caso solo se non rientrano in altri vincoli definiti da altre leggi), quando siano espressamente indicate dall'azonamento e/o dalla normativa come «zone di rispetto» e non vi siano ammesse costruzioni di alcun tipo, ad esclusione di impianti di servizio diretto all'infrastruttura lineare o puntuale cui sono connesse.

Non vanno confuse con le prescrizioni riguardanti generiche «linee di arretramento», che costituiscono solo il limite effettivo di non edificabilità.

Nel caso in cui un PRG classifichi in un'unica zona tutte le diverse tipologie di aree di rispetto, occorre effettuare una puntuale distinzione tra quelle delle attrezzature/cimiteri/impianti tecnologici e quelle generiche (strade, ferrovie ecc.).

Zone a disciplina specifica di PRG
(VINC_PRINC = 7)

Rientrano in questa categoria le aree assoggettate dal PRG a forme di disciplina di tutela e salvaguardia, comportanti vincoli oggettivi di inedificabilità assoluta o parziale che non rientrino nelle classi definite più sopra.

Possono essere comprese in questa categoria: aree agricole di particolare pregio; aree di protezione di elementi naturali (non già definiti come fasce di rispetto o come vincoli di legge riconosciuti); aree di tutela ambientale; aree prevalentemente agricole a protezione dell'urbano; aree di PRG a rischio archeologico; aree soggette a dissesto, sempre a condizione che la relativa normativa esprima condizioni di vincolo o limitazione oggettiva delle possibilità di trasformazione.

La categoria delle *zone a disciplina specifica di PRG* è articolata in due classi:

- *Zone sottoposte a tutela;*
- *Zone soggette a rischio e/o dissesto.*

AREE VINCOLATE E DI RISPETTO «DERIVATE»

Sono quelle che il PRG recepisce da altre disposizioni normative.

La definizione delle «categorie» e «classi» in cui sono articolate le «aree vincolate e di rispetto derivate» è riportata qui di seguito.

È opportuno ribadire che i «vincoli» rappresentano uno specifico tematismo, che si configura come uno strato a sé stante, che può avere sovrapposizioni con lo strato delle «destinazioni d'uso». Si può verificare il caso che sulla medesima area insistano e si sovrappongano più vincoli fra loro e/o con la destinazione funzionale.

Si può anche verificare il caso che alcune aree vincolate abbiano carattere azzonativo e si configurino quindi come una sorta di destinazione d'uso (in tal caso il «vincolo» svolge una funzione «sostitutiva» rispetto alla destinazione d'uso).

L'approvazione del Testo Unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali (D. Lgs. 29 ottobre 1999, n. 490), con l'abrogazione delle principali normative in materia (L. 1497/39, L. 431/85, L. 1089/39) ha determinato, pur non avendo in nulla modificato la natura dei vincoli, la sostituzione dei rispettivi riferimenti legislativi.

Tabella COD_VIN

VINCOLO_ MISURC	DESCRIZIONE
0	Valore non significativo
11	Nuclei storici – Centro storico zona «A» DM 1444/68 art. 2
12	Nuclei storici – Nucleo ad area di interesse storico o ambientale non Zona «A»
21	Area di rispetto – Area di rispetto di attrezz., cimiteri, imp. tecnologici
22	Area di rispetto – Area di rispetto generica
30	Vincolo D. Lgs. 490/99 art. 2 ex L. 1089/39
40	Aree a servitù speciale
50	Vincolo paesaggistico D. Lgs. 490/99 art. 139 ex L. 1497/39
61	Vincolo D. Lgs. 490/99 art. 146 ex L. 431/85 – Parchi o riserve nazionali e regionali istituiti art. 1.f
62	Vincolo D. Lgs. 490/99 art. 146 ex L. 431/85 – Altri ambiti vincolati ex-lege 431/85
71	Aree a disciplina specifica di PRG – Zone sottoposte a tutela
72	Aree a disciplina specifica di PRG – Zone soggette a rischio e/o dissesto
80	Vincolo idrogeologico RD 3267/23 art. 7

La consuetudine al rimando alle ben note normative consiglia tuttavia di mantenere in essere le diciture «storiche», che, anche se giuridicamente non più rispondenti, consentono tuttavia una più immediata individuazione della natura dei vincoli.

Legge 1089/39 (VINC_PRINC = 3)

La categoria dei vincoli ex lege n. 1089/39 comprende:

- *Vincolo monumentale (art. 1, 4, 21) e vincolo archeologico (art. 1, 21).*

Aree a servitù speciale (VINC_PRINC = 4)

Questa categoria comprende i vincoli riguardanti le servitù militari (legge 1849/32 e 180/68), i vincoli relativi alle infrastrutture aeroportuali (a tale riguardo il limite del vincolo oltre a comprendere il sedime, comprenderà, se indicate dal PRG, tutte le salvaguardie estese al «sistema» aeroportuale) ed eventuali altri vincoli riguardanti la sicurezza e la protezione civile.

Vincolo idrogeologico(VINC_PRINC = 8)

Questa categoria comprende le aree vincolate ai sensi del Regio Decreto 3267/1923 (art. 7).

Legge 431/85 (VINC_PRINC = 6)

Questa categoria articolata in due classi di beni vincolati:

- *Parchi e riserve nazionali o regionali istituiti (art. 1 f);*
- *Coste lacuali (fascia di 300 m: art. 1 b); Sponde di fiumi, torrenti e corsi d'acqua pubblici (fascia di 150 m: art. 1 c); Montagna alpina (>1600 m slm) e appenninica (>1200 m slm: art. 1 d); Ghiacciai e circhi glaciali (art. 1 e); Foreste e boschi (art. 1 g); Usi civici (art. 1 h); Zone umide (art. 1 i); Zone di interesse archeologico (art. 1 m).*

Vincolo paesaggistico Legge 1497/39

(VINC_PRINC = 5)

Questa categoria riguarda tutti i beni sottoposti a tutela ai sensi dell'art. 1, commi 1, 2, 3 e 4 della legge 1497/39.

A2.4. Esempi di stralci cartografici

Di seguito sono riportate alcune immagini rappresentanti i principali output cartografici del MISURC. La scala delle immagini non è quella originale, ma permette comunque una lettura dei dati geografici contenuti nell'archivio. Oltre alla legenda unificata e a uno stralcio della tavola ad essa riferita, sono stati riprodotti alcuni estratti esemplificativi delle costruzioni di cartografie personalizzate attraverso l'impiego delle legende semplificate.





Provincia di Cremona



Provincia di Milano



Ricerca effettuata dal Centro Studi P.I.M.

Comunità Montana Alto Garda



Comunità Montana Valtrompia

febbraio - 1996

Scala 1 : 10.000

anistici comunali: legenda unificata

Altre destinazioni funzionali																	
di livello sovramunicipale			Infrastrutture di trasporto aeree				Agricolo			Corpi idrici		Zone generali		Attività estrattive		Stato	

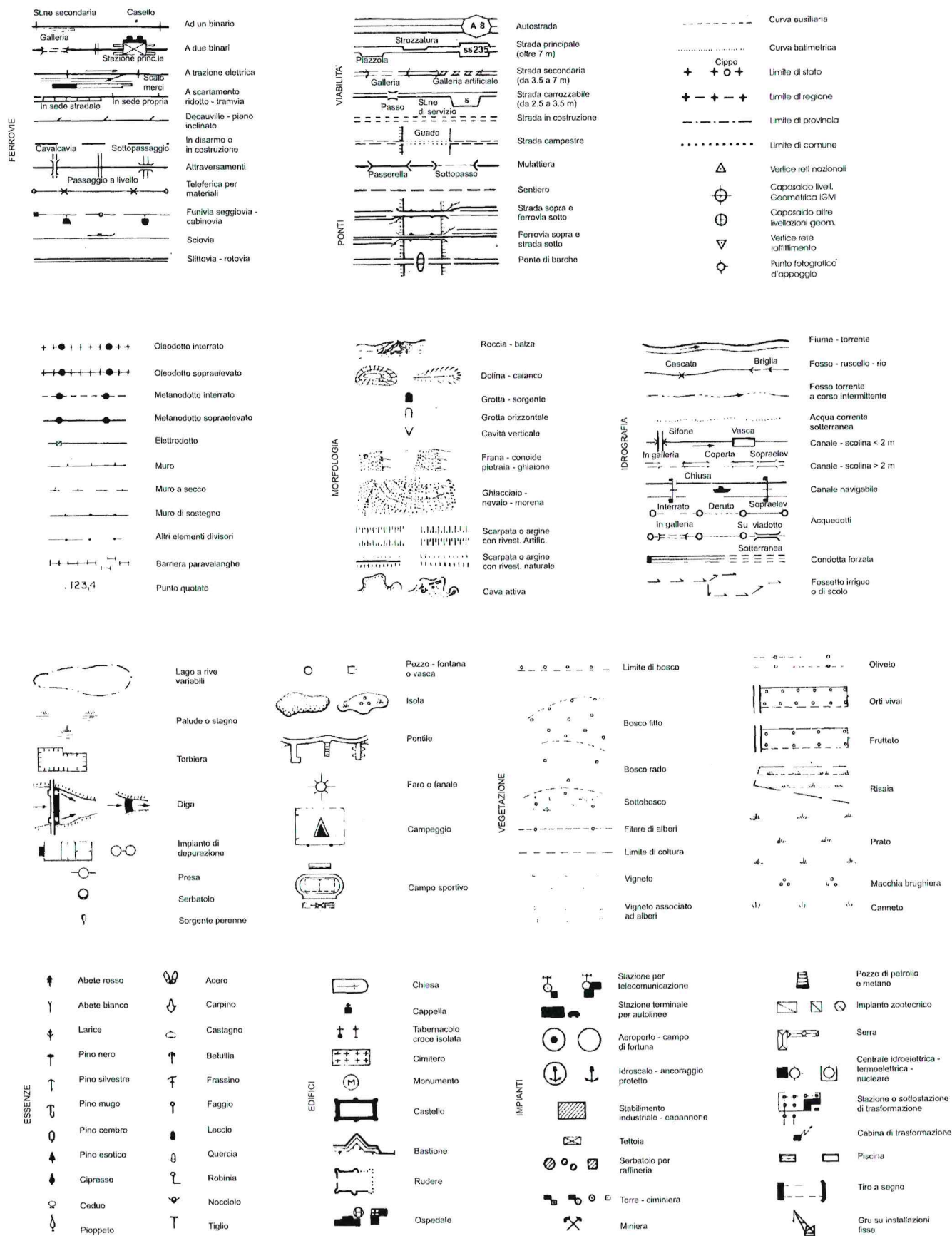


Figura A2.2 – Legenda della Carta Tecnica Regionale (1994)

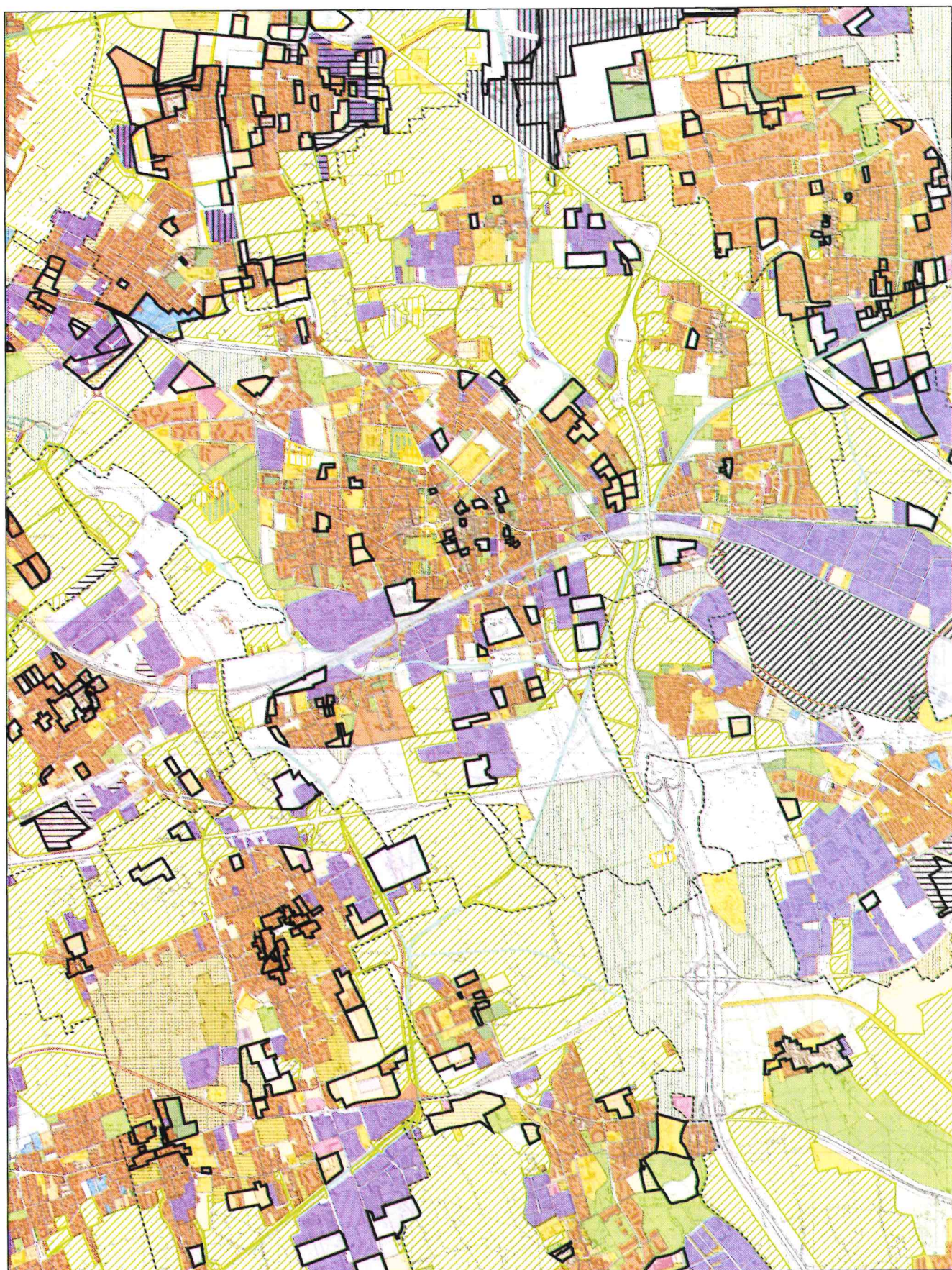


Figura A2.3 – Stralcio della Tavola A: destinazioni funzionali

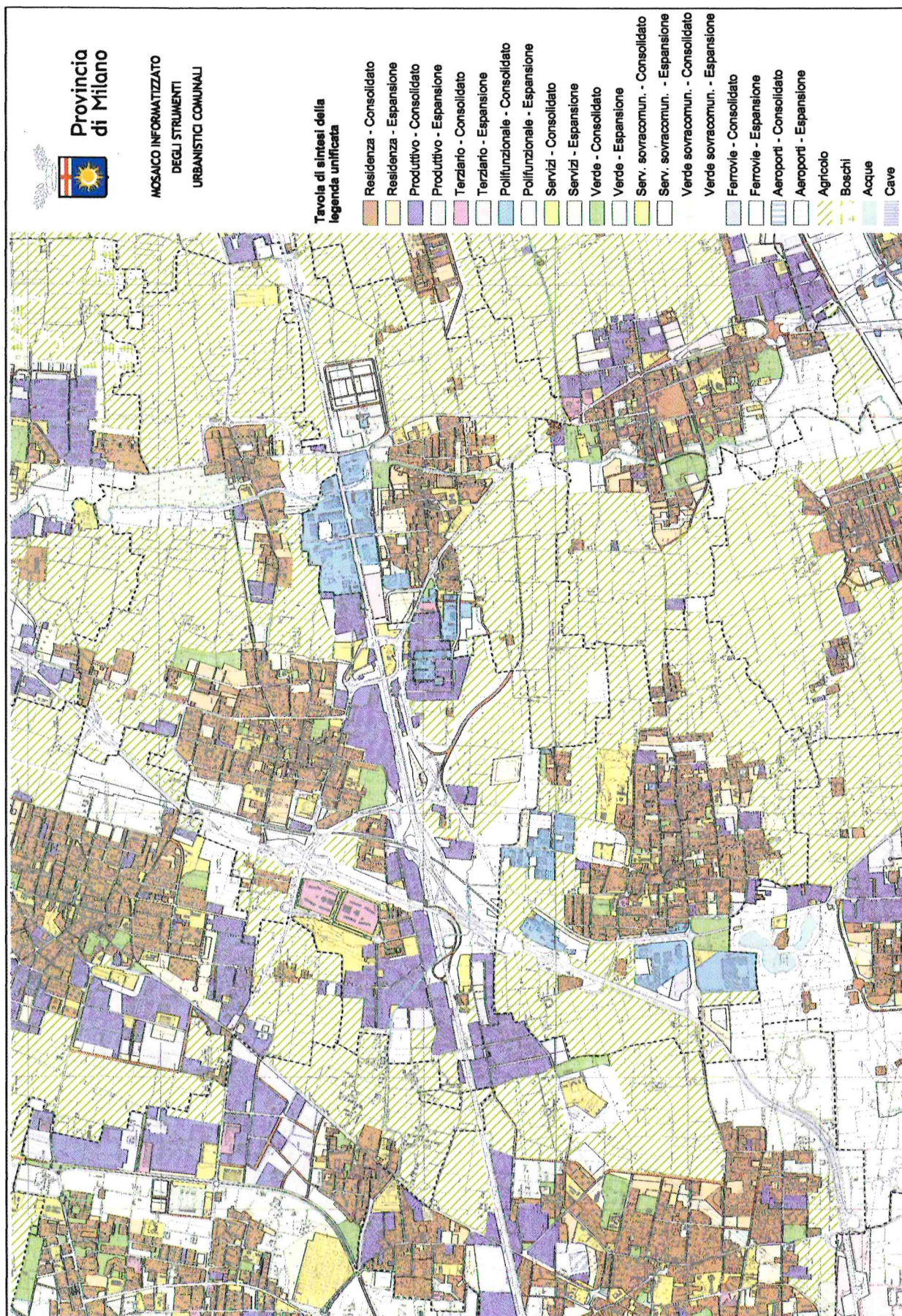


Figura A2.4 – Esempio di accorpamento di alcune voci di legenda per le principali destinazioni funzionali



Figura A2.5 – Stralcio di tavola tematica relativa alle destinazioni residenziali

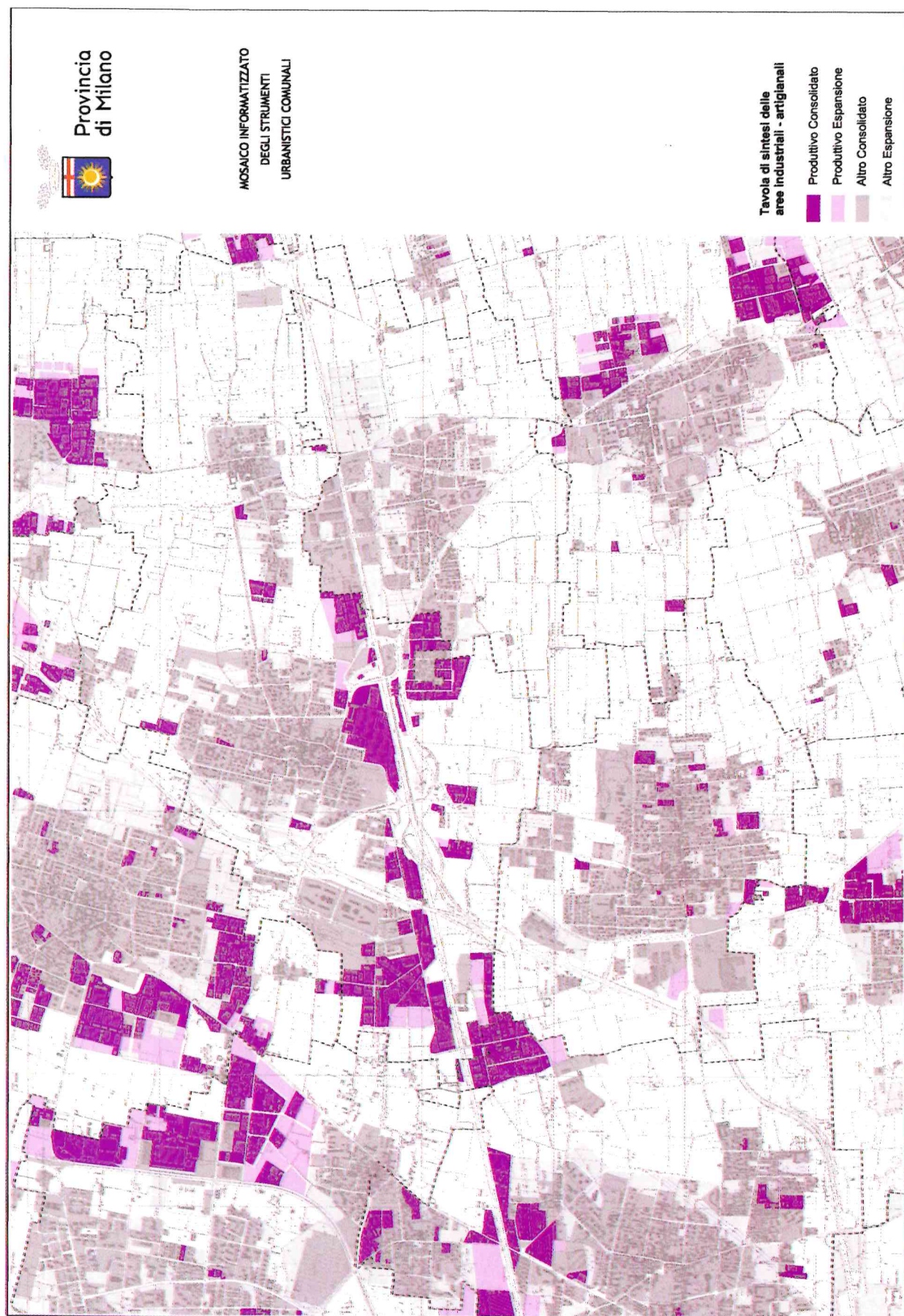


Figura A2.6 – Stralcio di tavola tematica relativa alle destinazioni produttive

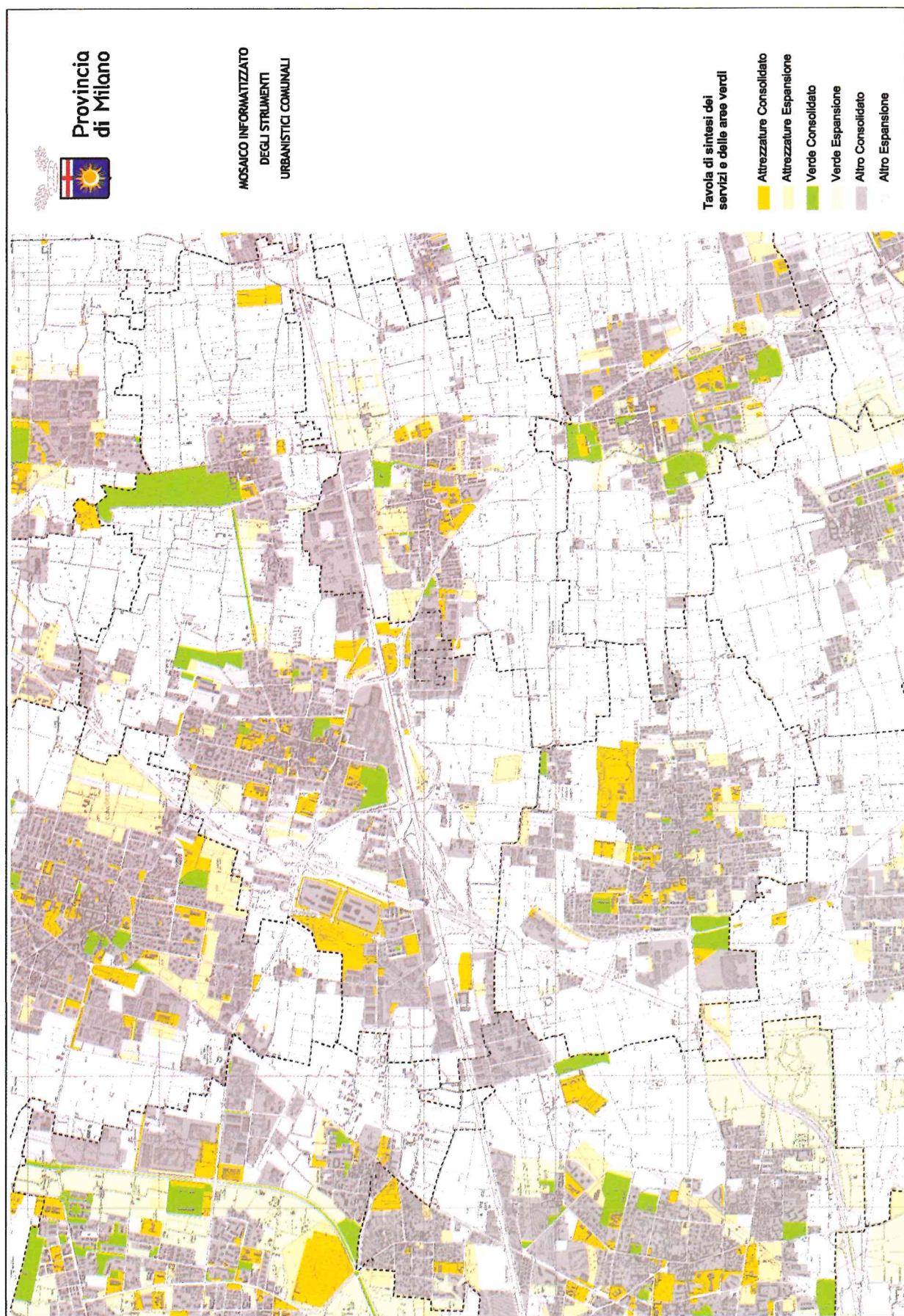


Figura A2.7 – Stralcio di tavola tematica relativa ai servizi ed alle aree verdi

Allegato A3: Esempi di dati e informazione geografica

Di seguito sono riportate alcune immagini riferite ai diversi tipi di output che gli uffici SIT hanno elaborato o utilizzato nel corso delle proprie attività. Alcune immagini sono di tipo raster, altre di tipo vettoriale. Alcune sono state prodotte originariamente su supporto digitale, altre su supporto cartaceo. Alcune figure rappresentano, inoltre, fotografie aeree del territorio che spesso vengono utilizzate in maniera analoga alla cartografia di base.

Le immagini intendono mostrare l'evoluzione sia del modo di realizzare le cartografie tematiche sia del

modo di costruire e gestire i dati informatizzati. Le informazioni geografiche, che sono riportate a titolo di esempio, si riferiscono a specifici strati informativi o alla composizione di cartografie interpretative del territorio.

Per quanto queste non costituiscano gli unici prodotti forniti dagli uffici SIT, esse rappresentano ancora oggi in termini immediati la possibilità di trattare ed elaborare le informazioni disponibili, all'interno delle più complesse attività di gestione del territorio.

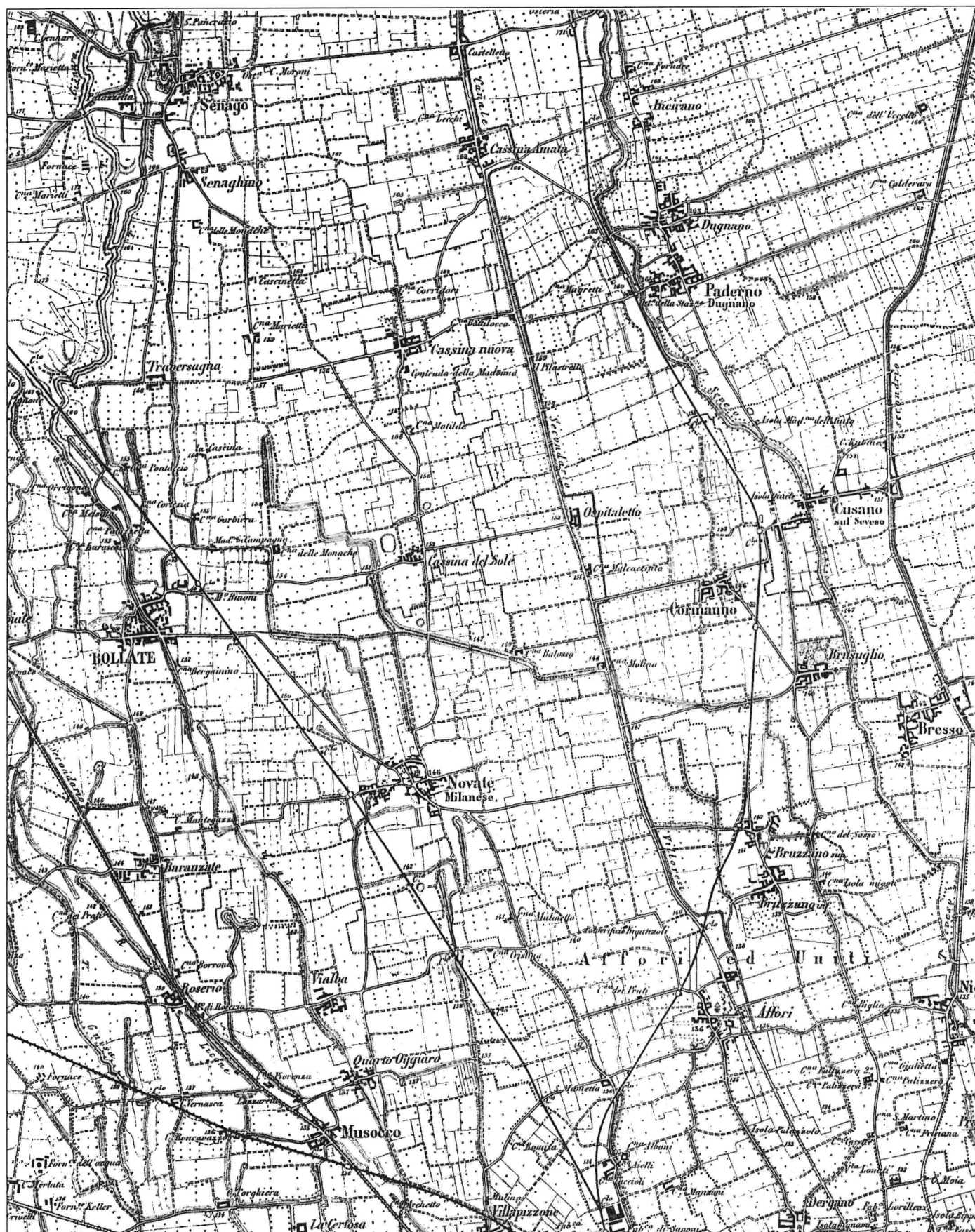


Figura A3.1 – Stralcio Carta topografica d'Italia scala 1:25.000 levata 1888 (Fonte Istituto Geografico Militare)

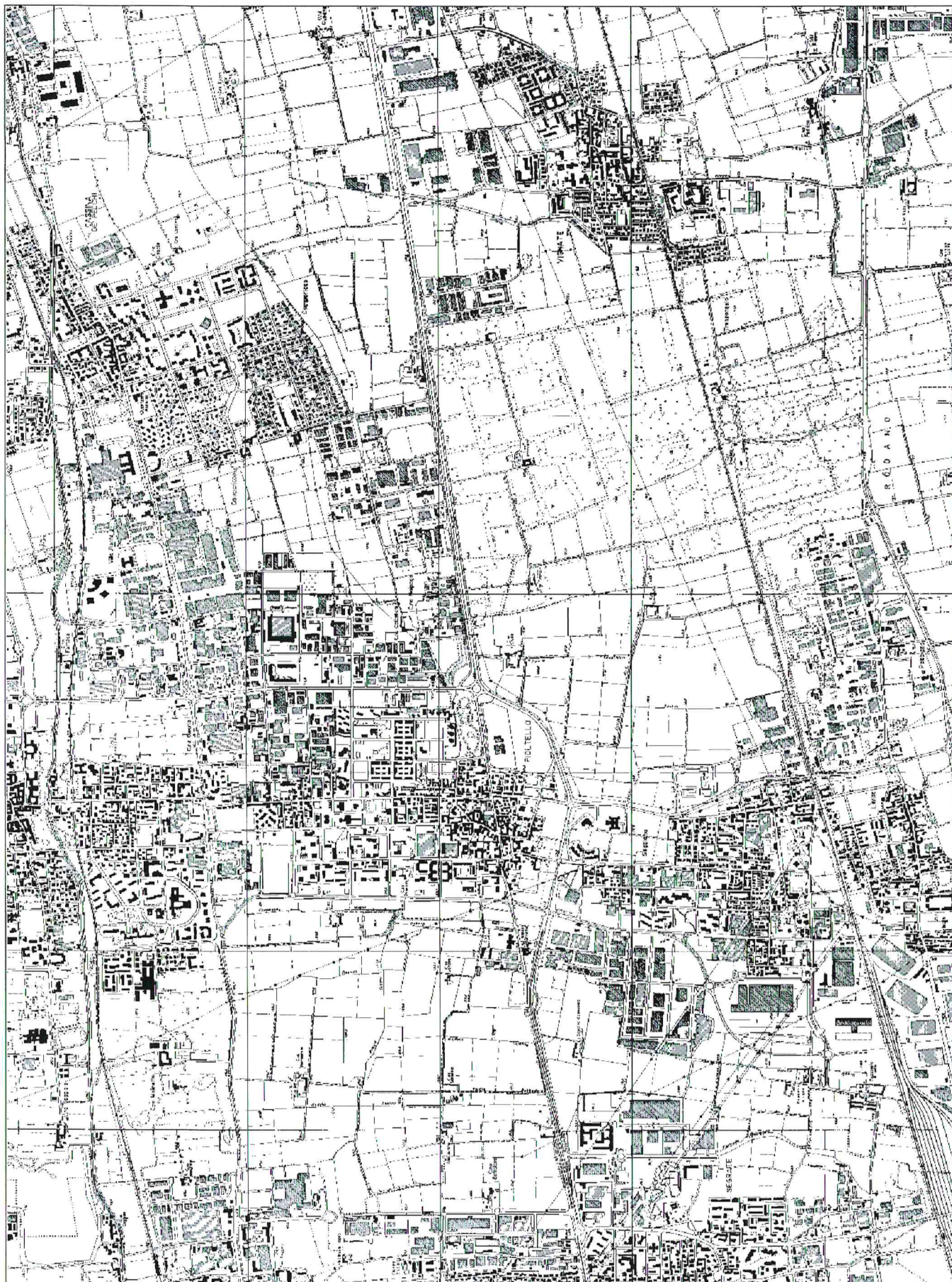
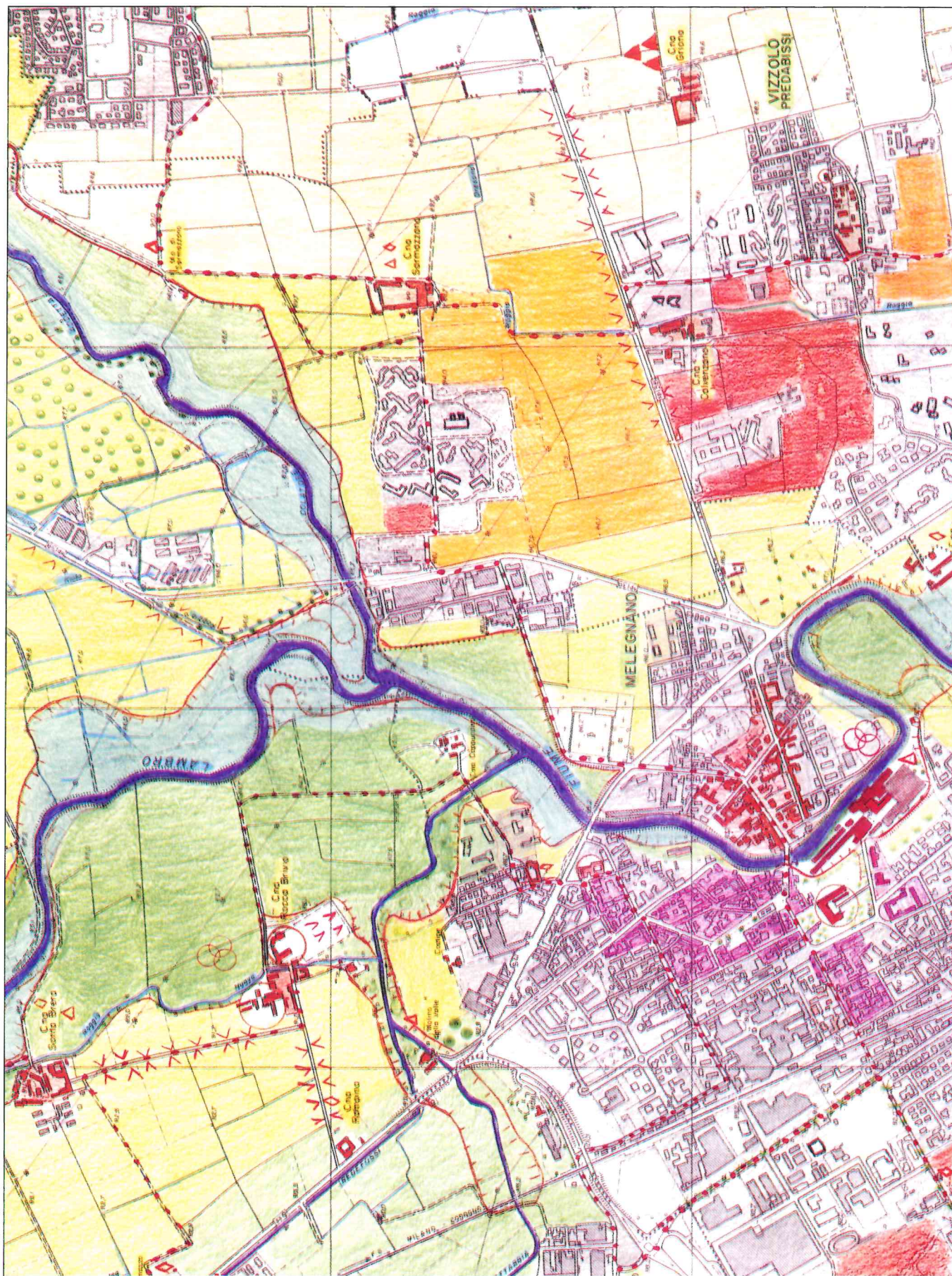


Figura A3.2 – Stralcio Carta Tecnica Regionale formato raster (fonte Regione Lombardia 1994)



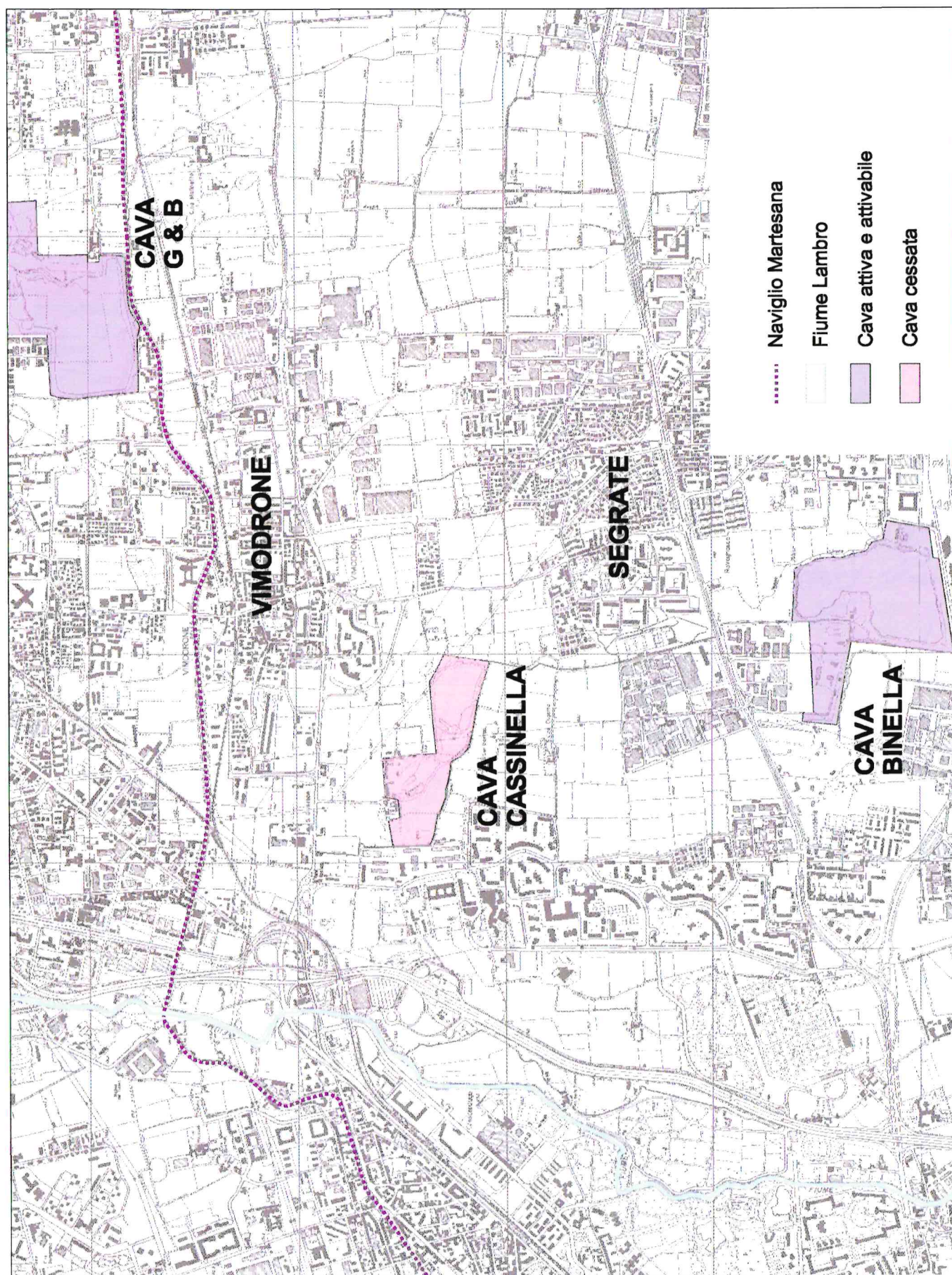


Figura A3.4 – Esempio di cartografia digitale

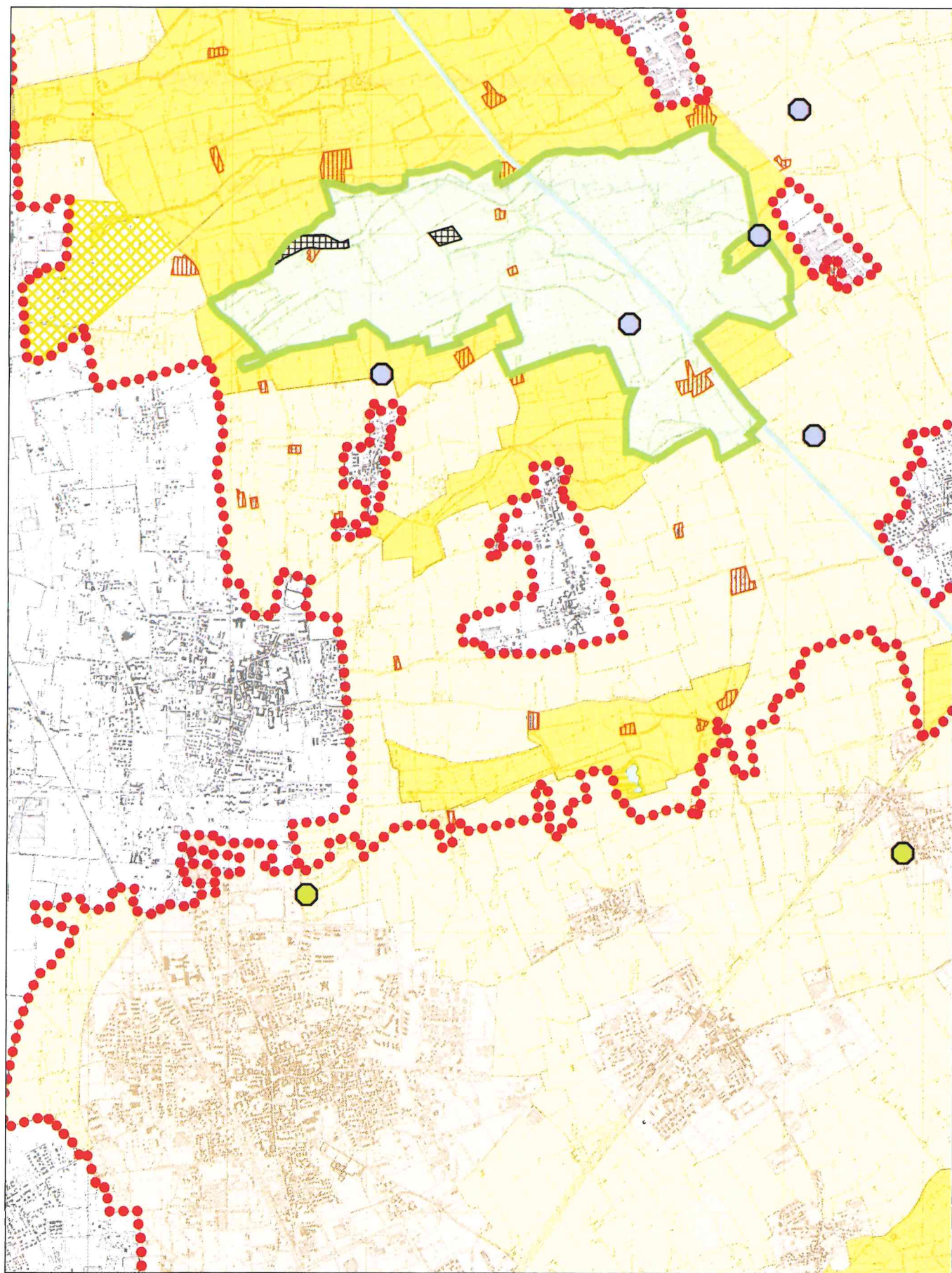


Figura A3.5 – Stralcio del Mosaico Informatizzato delle Aree Regionali Protette

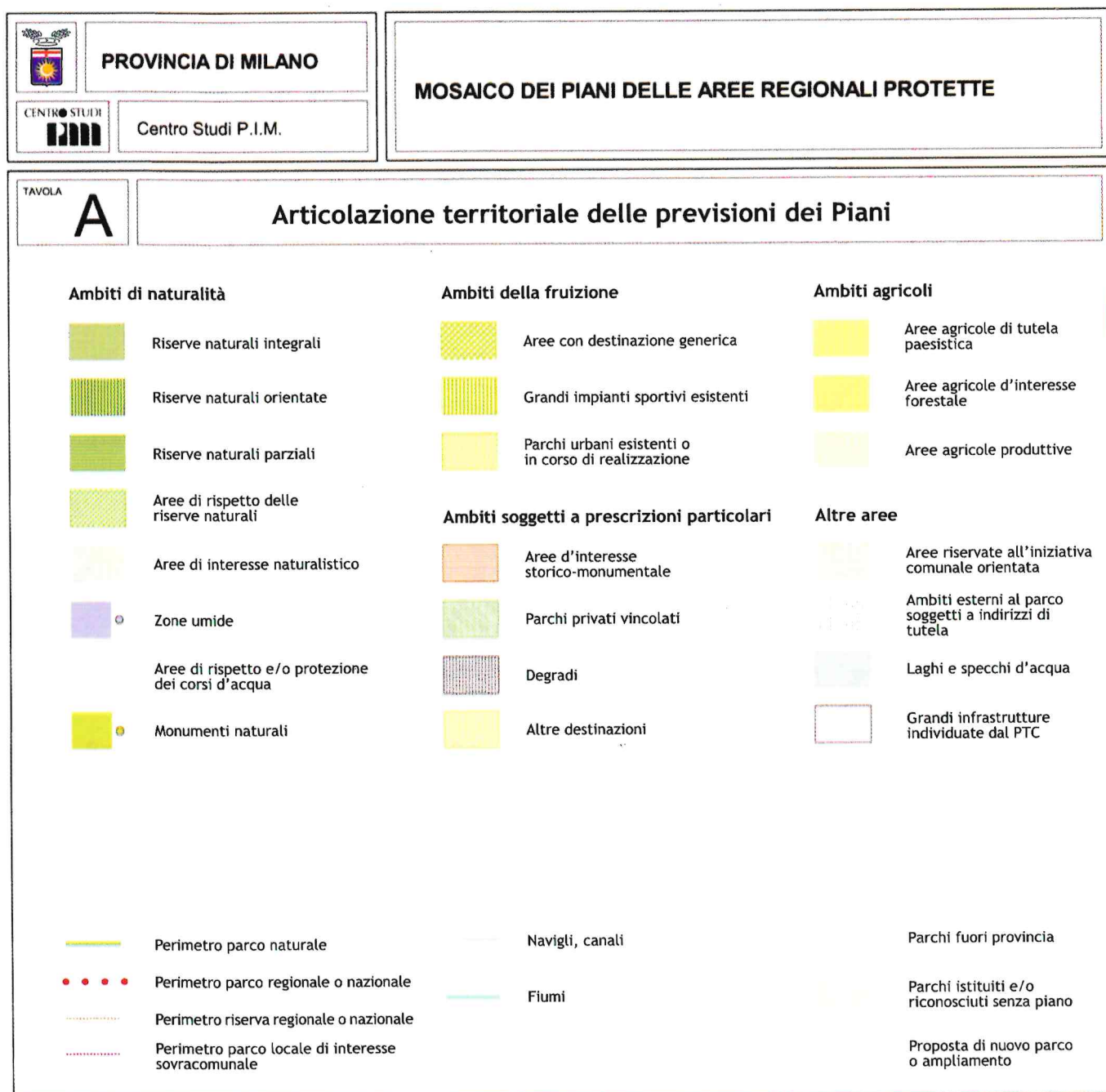
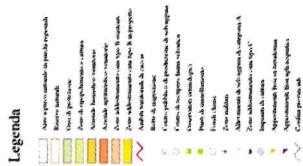


Figura A3.6 – Legenda unificata del Mosaico Informatizzato delle Aree Regionali Protette

PIANO
FAUNISTICO-VENATORIO
1999-2004

Gestione e tutela della fauna selvatica
e interventi di miglioramento ambientale

Agosto 1944, del *Corriere della Sera*, n. 204, p. 1.



Ambiti Territoriali di Caccia:

- 1 BRIANTEO
- 2 TICINESE
- 3 BORROMEO
- 4 SAN COLOMBANO

Copyright Clearance Center
 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923
 Tel: (978) 750-8400 Fax: (978) 750-4744
 www.copyright.com

Esistono da
217
anni **in** **Italia** **la** **più** **grande** **e** **più** **conosciuta**
Cartografia di base
in **Italia** **dal** **1848**

Scab di montagna:
 1. *Scabiosa*
Scab di montagna:
 1. *Scabiosa*

1

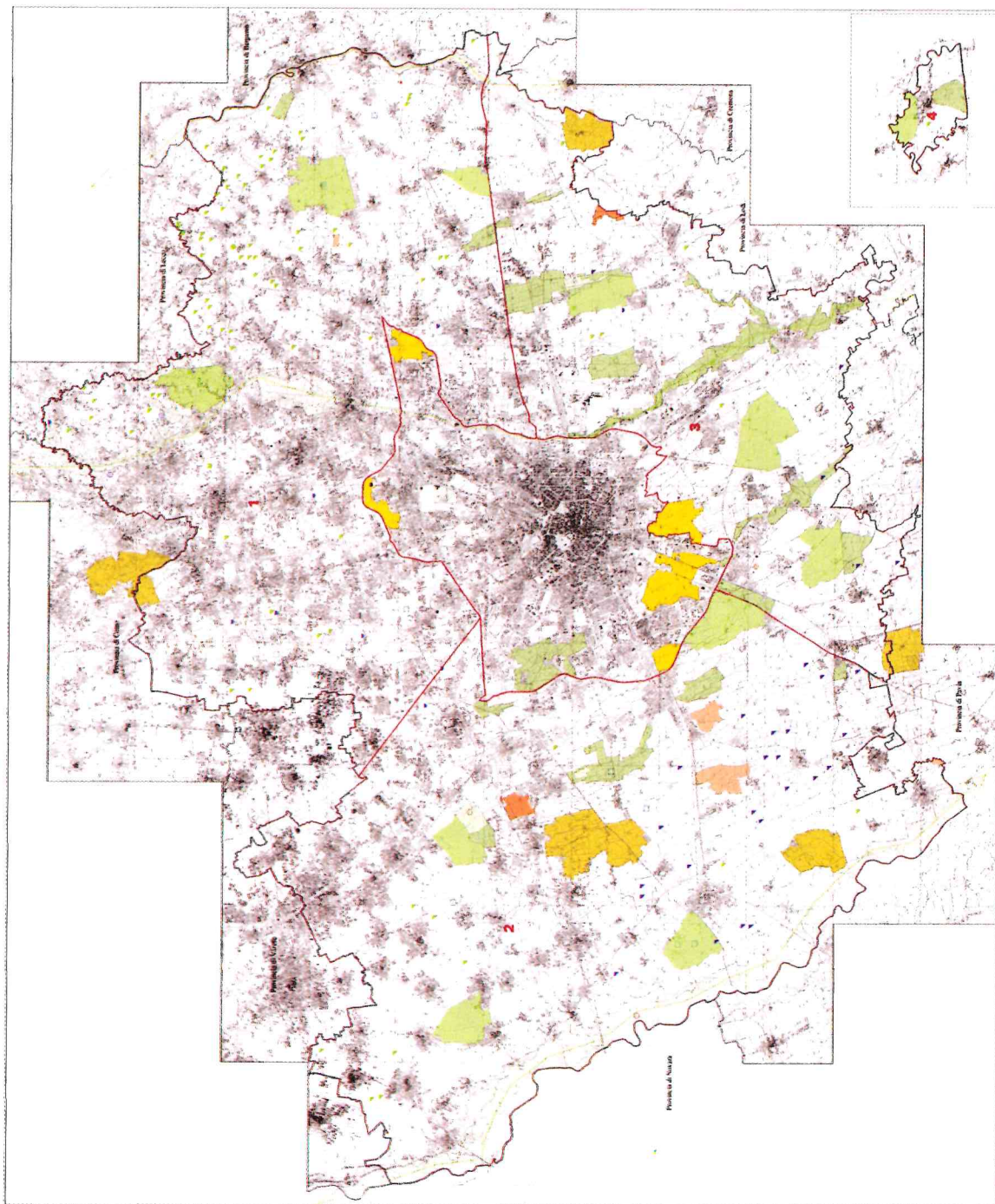


Figura A3.7 – Piano Faunistico-Venatorio 1999-2004



Figura A3.8 – Applicazione degli strumenti GIS al modello trasporti: assegnazione alla rete stradale



Figura A3.9 – Applicazione degli strumenti GIS al modello trasporti livello di saturazione della rete

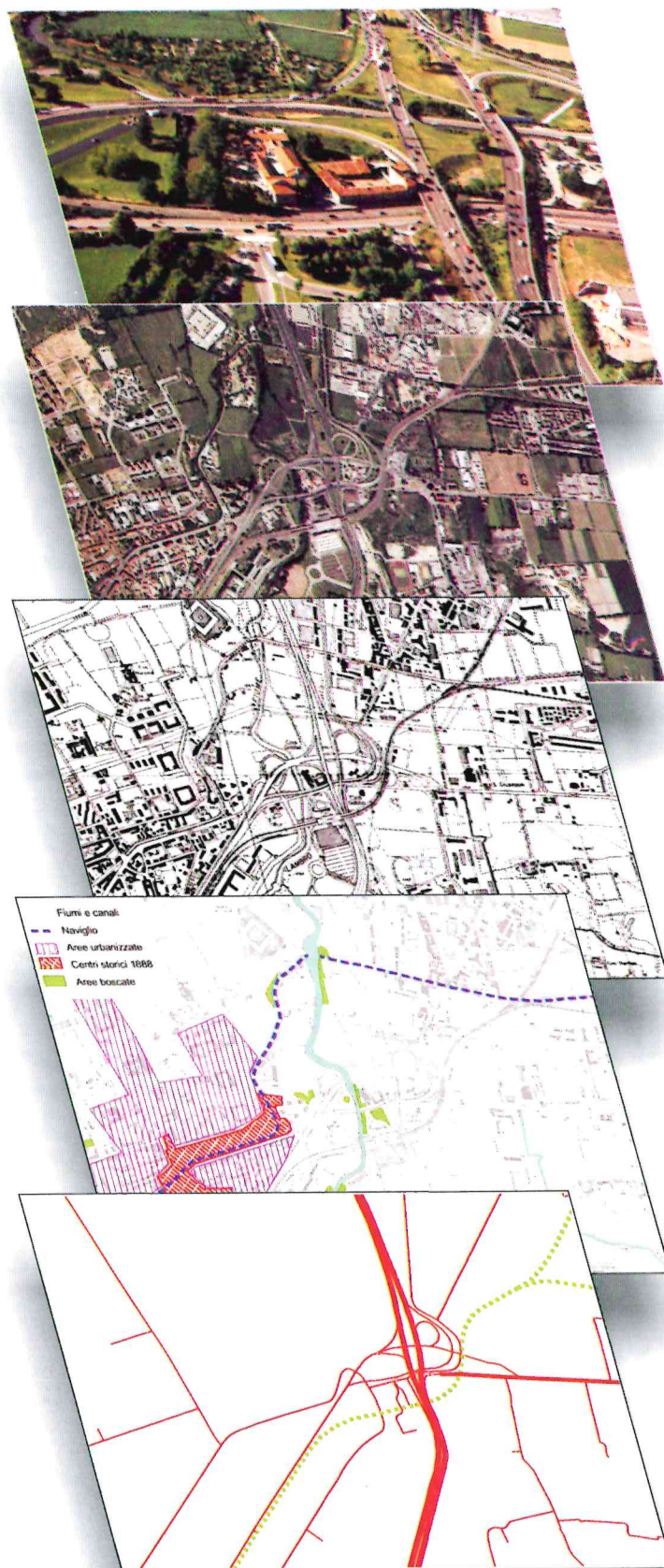


Figura A3.10 – Esempio di rilievo, trattamento, interpretazione e modellizzazione delle informazioni geografiche



Figura A3.11 – Ripresa fotografica aerea

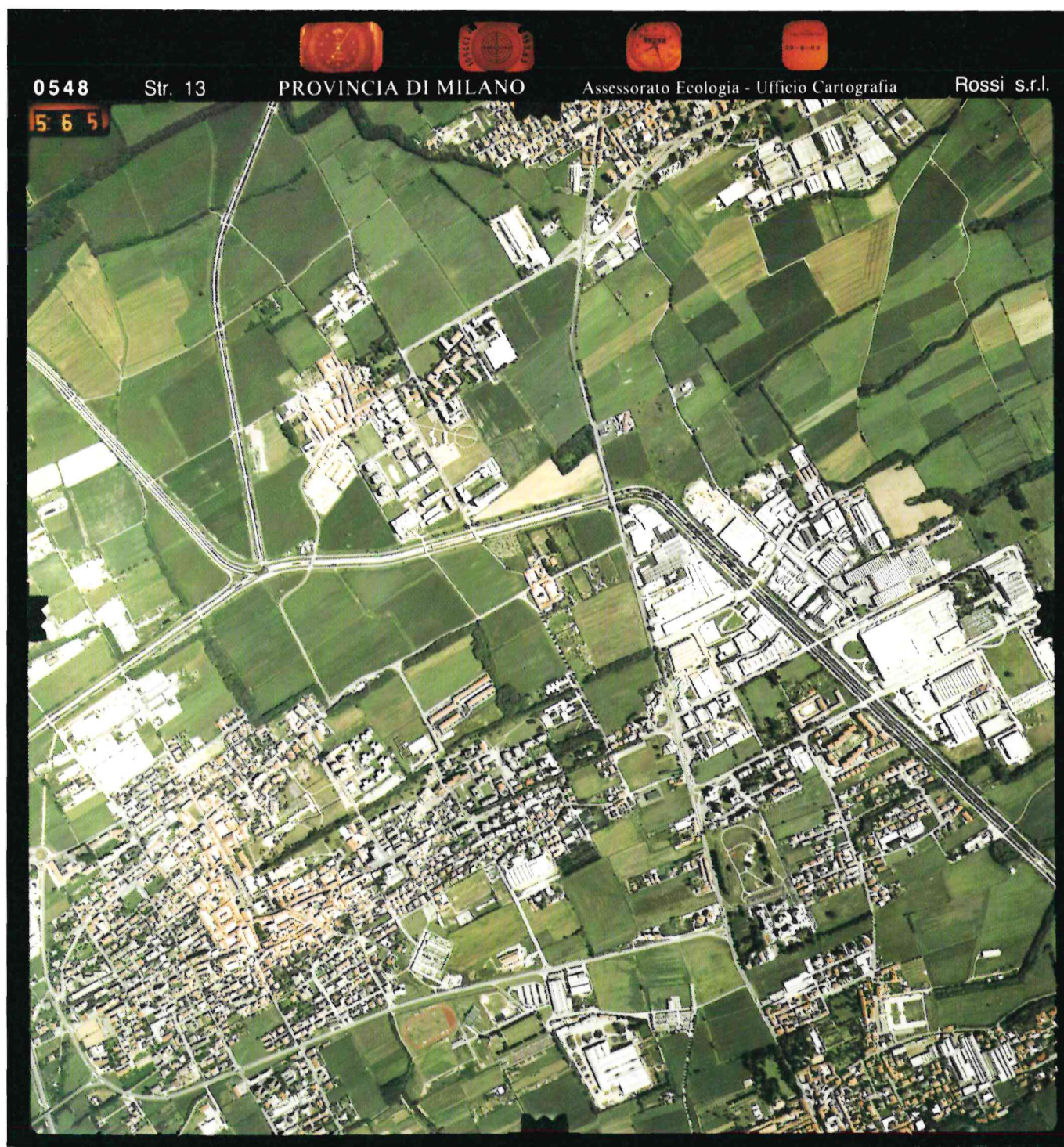


Figura A3.12 – Foto aerea zenitale



Figura A3.13 – Ortofoto digitali a colori Programma «it2000» – ortofoto digitale a colori dell'intero territorio italiano – ©Compagnia Generale Ripresearee S.p.A. – Parma



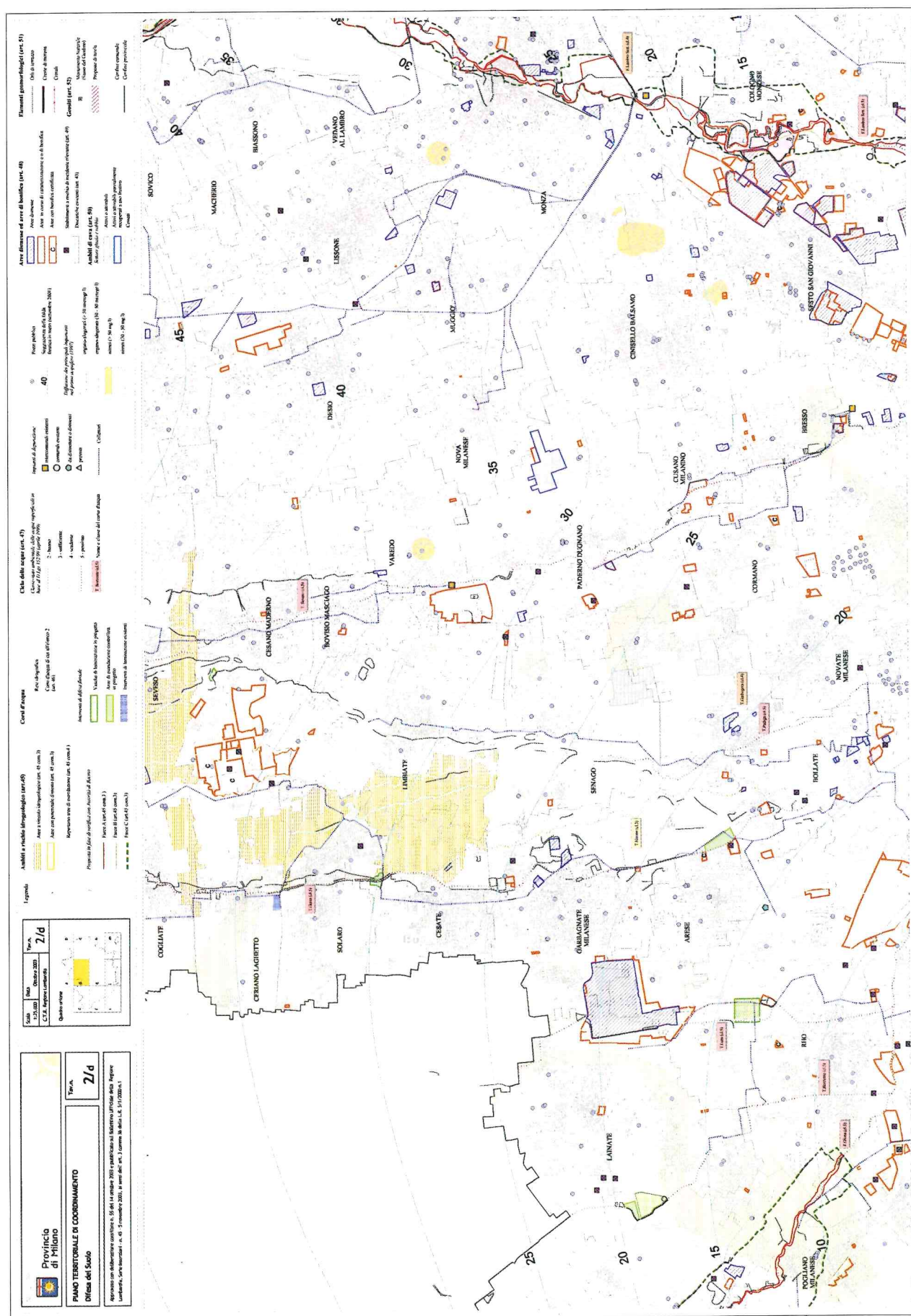
Figura A3.14 – Immagine da satellite Landsat

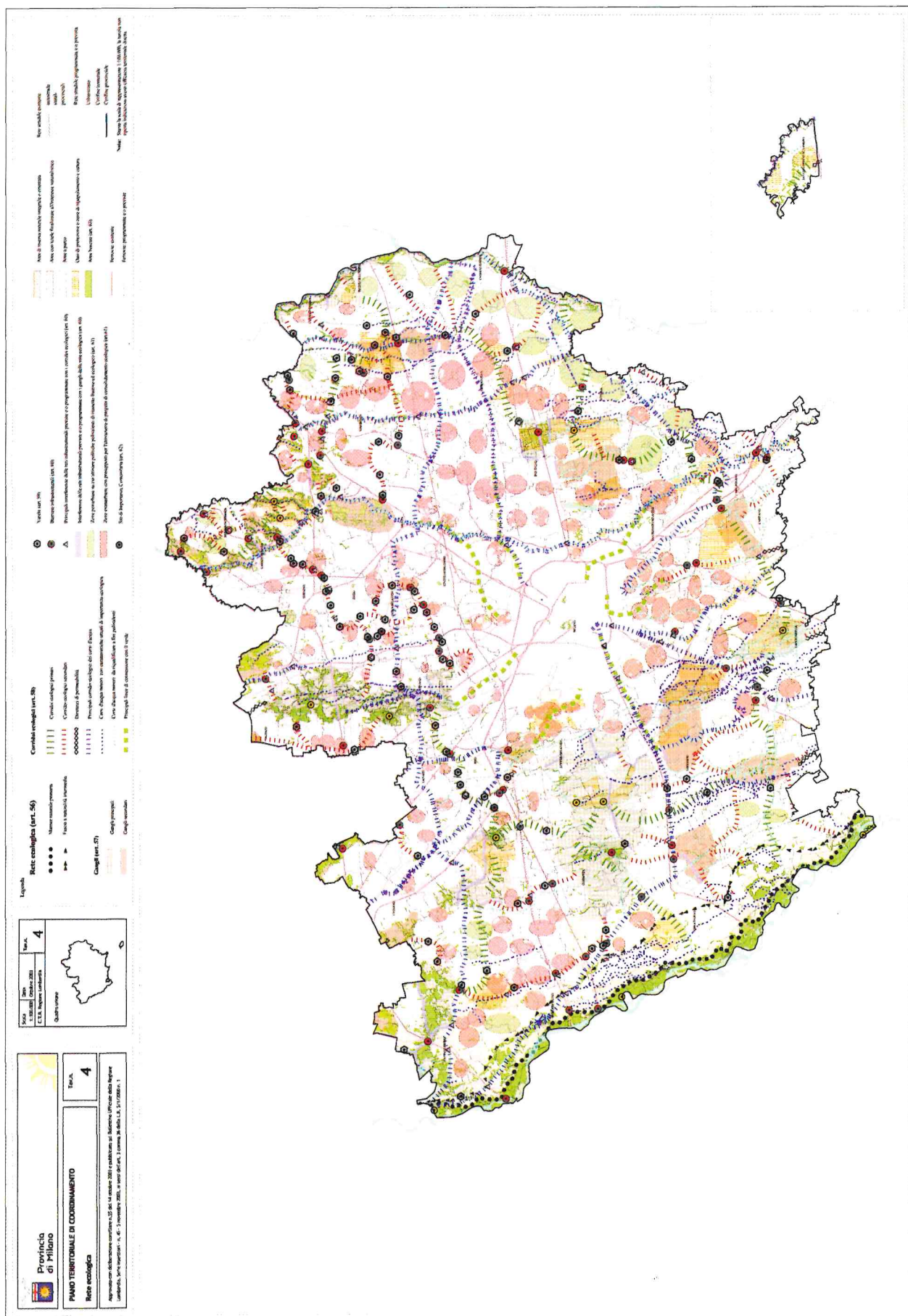
Allegato A4: Tavole del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale

Le immagini che seguono rappresentano le cartografie più importanti prodotte negli ultimi anni dagli uffici SIT della Provincia di Milano e si riferiscono al Piano di Coordinamento Provinciale. La scala con cui sono riprodotte non rispetta quella originaria, ma, al contempo, permette una visione d'insieme dei diversi tematismi contenuti nelle singole tavole.

Le cartografie contengono elementi di tipo puntuale, lineare o areale, rappresentati graficamente

secondo la necessità della scala finale. Le immagini mostrano come le cartografie del Piano siano particolarmente articolate e ricche di informazioni geografiche. La loro consultazione, se da una parte permette di individuare le scelte del piano provinciale, dall'altra non è in grado di mostrare completamente l'insieme delle informazioni associate agli oggetti che si vengono a sovrapporre o intersecare sul territorio.





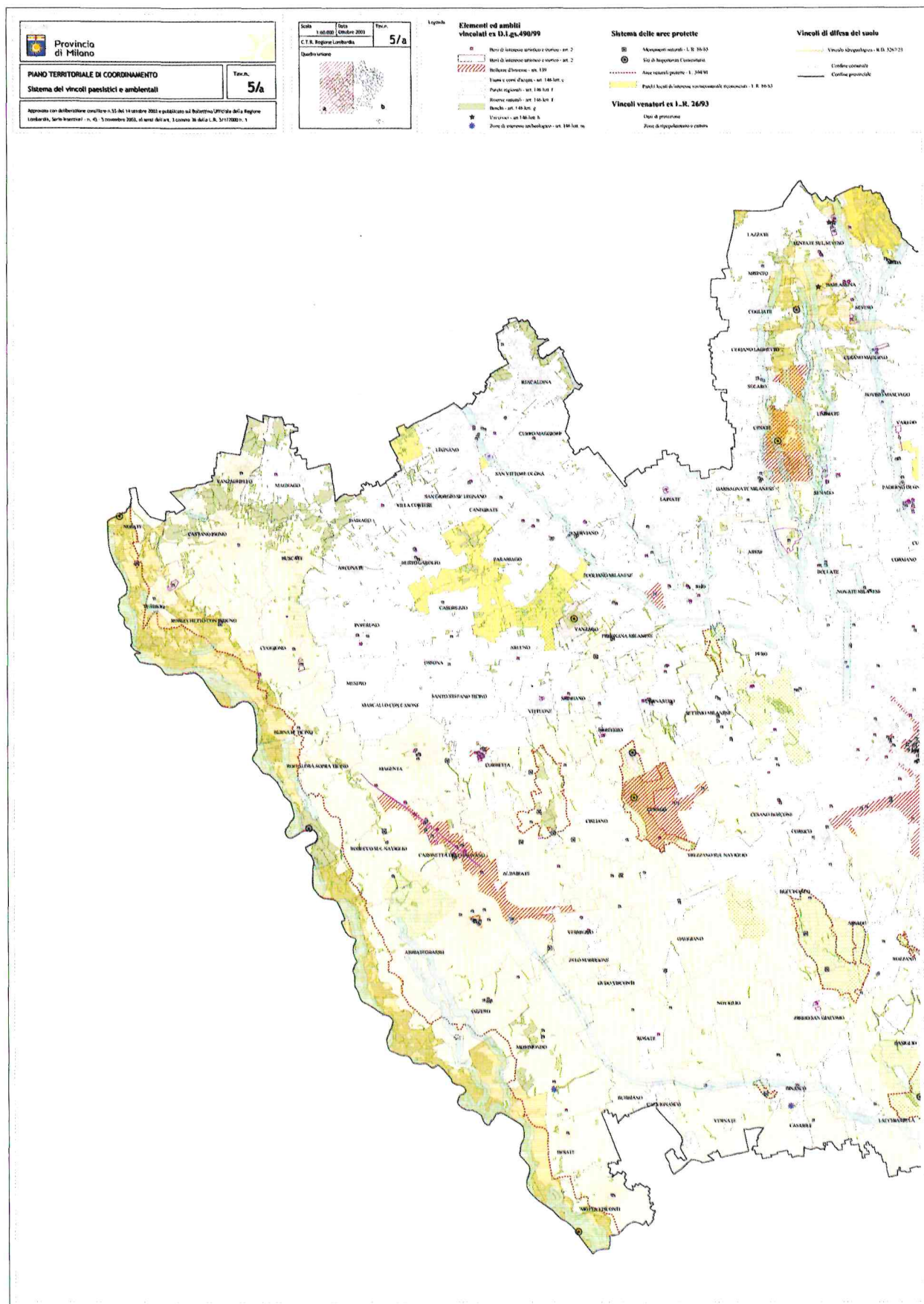


Figura A4.5 – Tavola 5: Sistema dei vincoli paesistici e ambientali

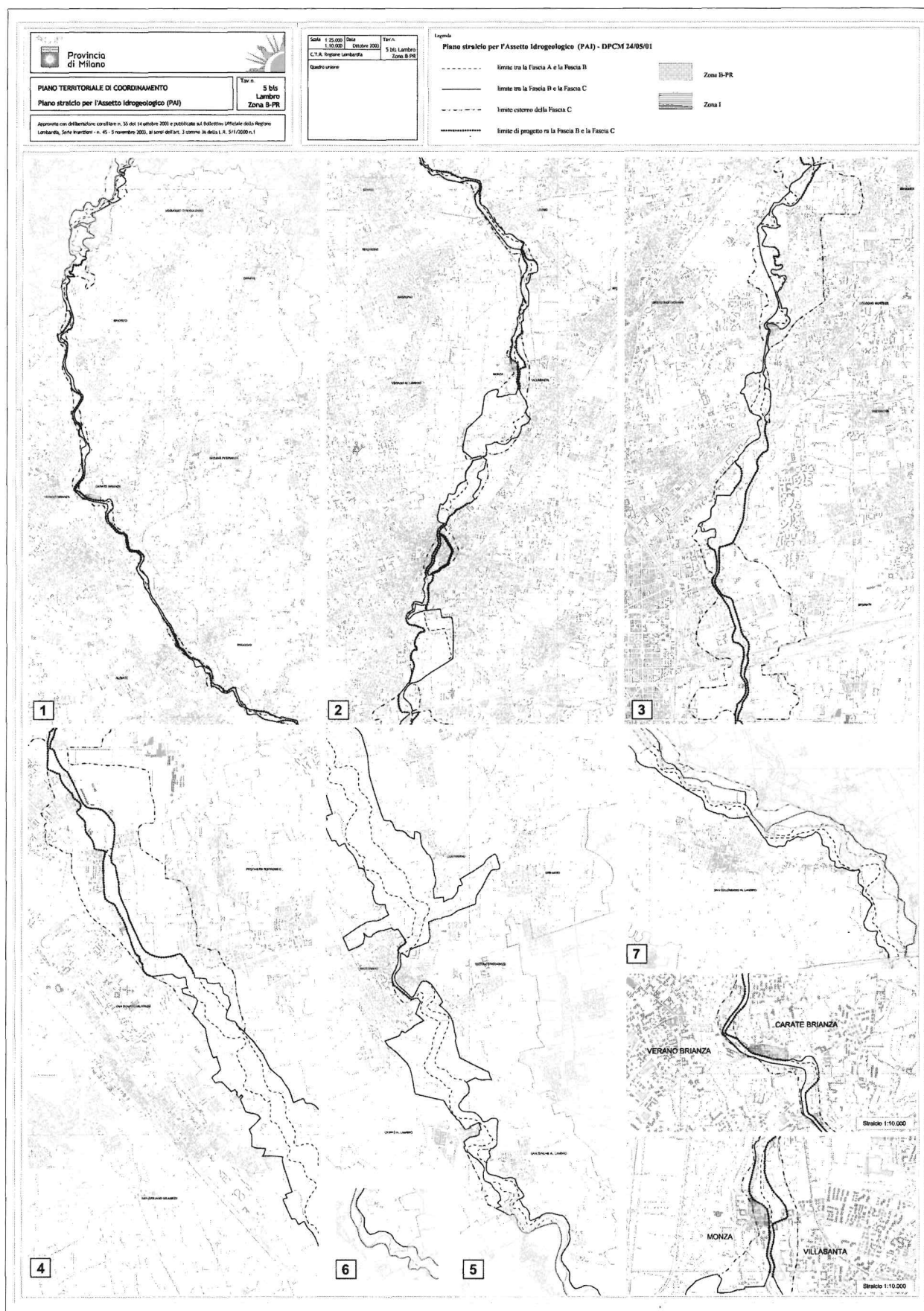


Figura A4.6 – Tavola 5 bis: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Collana *Quaderni del Piano per l'area metropolitana milanese*

1. Quaderno n. 1, *Prime indicazioni sul Piano Territoriale di Coordinamento, Atti del convegno «Le grandi infrastrutture per l'area milanese nel quadro politico italiano ed europeo»*
- Quaderno n. 2, *primo schema Generale di PTCP*, dicembre 1997 (stampato in proprio dalla Provincia di Milano)
2. Quaderno n. 3, a cura di Luca Marescotti, *Beni architettonici ambientali: dalle indagini alla pianificazione territoriale provinciale.*
3. Quaderno n. 4, di Sergio Malcevski, *La rete ecologica della provincia di Milano*
4. Quaderno n. 5, a cura di Cesare Macchi Cassia e Ugo Ischia, *Un territorio urbano. L'interpretazione dei valori paesistici e storico culturali*
5. Quaderno n. 6, a cura di Marco Pompilio, *Primi elementi per valutare la compatibilità ambientale del Piano*
6. Quaderno n. 7, a cura di Cristina Ricci, *Eurometropoli*, Atti del convegno, Milano 21-22 gennaio 1999
7. Provincia di Milano, *Progetto di piano Territoriale di Coordinamento*, volume I: *Relazioni e Indirizzi normativi* volume II *Allegati Cartografia*
8. Quaderno n. 8, di Giuseppe Barra, Marco Felisa, Paola Manacorda (Reseau), Fabrizio Ottolini, Enrico Prevedello (Politecnico di Milano), *Quadro infrastrutturale: mobilità trasporti, reti*
9. Quaderno n. 9, Centri Studi PIM, Dipartimento di sociologia dell'Università degli Studi di Milano, *L'abitare nell'area metropolitana milanese*
10. Quaderno n. 10, IReR, Centro studi PIM, *Tendenze demografiche e servizi alla persona*
11. Quaderno n. 11, Elisabetta Angelino, Tullio Bagnati, Elsa Bazzano, Roberto Gualdi, *Quadro Ambientale: Acqua, Energia, Aria*
12. Quaderno n. 12, Dipartimento di Economia e Produzione del Politecnico di Milano, IReR, *Un quadro innovativo per l'industria*
13. Quaderno n. 13, a cura di Claudia Dimaggio e Rossana Ghiringhelli, Provincia di Milano, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, *Reti ecologiche in aree urbanizzate*, atti del Seminario, Milano 5 febbraio 1999
14. Quaderno n. 14, Tito Casali, Mario Zansani, SMP, *Finanza locale, risorse finanziarie e nuove modalità di finanziamento delle opere di pubblica utilità*
15. Quaderno n. 15, a cura della Provincia di Milano, *Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2000*
16. Quaderno n. 16, a cura del Centro studi PIM, *I Mosaici informatizzati degli strumenti urbanistici comunali e dei piani delle aree protette*
17. Quaderno n. 17, a cura di Claudio Febelli, *Il paesaggio agrario*
18. Quaderno n. 18, Giorgio Baldizzone, Valentina Montemurri, Manuela Panzini, *La Valutazione strategica del PTCP*
19. Quaderno n. 19, Maddalena Gioia Gibelli, *Il paesaggio delle frange urbane*
20. Quaderno n. 20, a cura di Lisa Sacchi, Provincia di Milano, a cura di Lisa Sacchi, *Linee guida per interventi di ingegneria naturalistica lungo i corsi d'acqua*
21. Quaderno n. 21, *Mobilità e territorio*, C. Accordini, I.S. Botto, M. Felisa, G.R. Parma.
22. Quaderno n. 22, a cura della Provincia di Milano e Politecnico di Milano, *Le architetture vegetali nel milanese. Parchi, giardini e alberi di interesse storico e monumentale*
23. Quaderno n. 23, G.L. Bisogni, M.G. Gibelli, P. Pan, R. Santolini, R. Massa, a cura di Stefano Gussoni, *Rete ecologica e fauna terrestre: studi e progetti*
24. Quaderno n. 24, Marco Broglia, *Il Sistema Informativo Territoriale. Esperienze e metodi*

Finito di stampare nel mese di giugno 2004
dal Consorzio Artigiano «L.V.G.» - Azzate (Varese)



Questo volume nasce dall'esperienza del Sistema Informativo Territoriale (SIT) della Provincia di Milano e affronta le tematiche relative alla gestione delle basi dati geografiche e allo sviluppo di un SIT, con particolare riferimento al contesto della pianificazione territoriale di area vasta.

La prima parte del quaderno tratta argomenti prevalentemente teorico-metodologici, allo scopo di fornire al lettore una conoscenza di base dei principali concetti relativi al mondo dei SIT: dati geografici e loro caratteristiche, basi dati (geografiche) e loro progettazione, strumenti come il Geographic Information System (GIS). Sono inoltre approfonditi i concetti di Sistema di Supporto alle Decisioni (SSD) e di SIT, spiegandone l'impostazione e sottolineandone le profonde correlazioni. Infine, si presentano aspetti più concreti, portando come esempio l'organizzazione attuale del SIT della Provincia di Milano, schematicamente descritto in termini di obiettivi, servizi, struttura (dati, personale, strumenti, conoscenze, metodi ecc.), delineando i possibili sviluppi del rapporto con i SIT comunali.

La seconda parte ha carattere decisamente pratico-applicativo: descrive una selezione di proget-

ti realizzati dal SIT o nei quali il SIT ha fornito un supporto determinante, con lo scopo di presentare un'esperienza pratica svolta «sul campo». I progetti selezionati approfondiscono tematiche quali il ruolo del SIT nella predisposizione del PTCP, le problematiche di integrazione delle basi dati geografiche di provenienza diversa, il Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, il ruolo del SIT nella Valutazione Strategica e nel monitoraggio, la pubblicazione di mappe interattive in Internet, lo sviluppo di un modello completo di simulazione dei trasporti, la realizzazione di un archivio informatizzato degli strumenti urbanistici comunali. Uno spazio è dedicato anche all'analisi delle problematiche giuridiche derivanti dall'introduzione delle nuove tecnologie informatiche nell'azione della pubblica amministrazione.

Scopo principale della pubblicazione è far conoscere e descrivere un caso reale di Sistema Informativo Territoriale, con la sua organizzazione, le sue procedure e i suoi metodi di lavoro; si auspica che ciò possa essere di supporto, di esempio o semplicemente costituire uno spunto di riflessione per coloro che intendano intraprendere lo sviluppo di un proprio SIT.

