

Katalin **Tóth**, Clemens **Portele**, Andreas **Illert**,
Michael **Lutz**, Vanda **Nunes de Lima**,



Un modello concettuale per lo sviluppo di specifiche di **interoperabilità** nelle infrastrutture di **dati territoriali**

Traduzione ed edizione italiana a cura di
Corrado **Iannucci**, Alessandro **Sarretta**,
Franco **Vico**, Massimo **Zotti**



Publicato per la prima volta in Inglese con il titolo
A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures
dal Joint Research Centre
© **European Union, 2012**

Autori: Katalin **Tóth**¹, Clemens **Portele**², Andreas **Illert**³, Michael **Lutz**¹, Vanda **Nunes de Lima**¹
¹*European Commission, Joint Research Centre*, ²*interactive instruments Gesellschaft für Software-Entwicklung mbH*, ³*Bundesamt für Kartographie und Geodäsie*

Keywords: infrastruttura di dati territoriali, interoperabilità, modello concettuale generale, sviluppo di specifiche di dati

Traduzione ed edizione italiana a cura di
Corrado **Iannucci**, Alessandro **Sarretta**, Franco **Vico**, Massimo **Zotti**
© **AMFM GIS Italia, 2012**
La responsabilità della traduzione è interamente di AMFM GIS Italia

Edizioni mediaGEO soc. coop. Roma, IT Via Nomentana 525 – www.mediageo.it

Questo testo, in versione italiana, è pubblicato con Licenza *Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Unported License*.



ISBN 978-88-908755-0-2

Maggio 2013

AMFM GIS Italia è l'associazione senza scopo di lucro nata nel 1990 per favorire lo scambio di conoscenze fra gli operatori pubblici e privati del settore dell'Informazione Geografica, dei Sistemi Informativi Territoriali e delle Infrastrutture di Dati Territoriali, e per promuovere lo sviluppo di applicazioni per il governo del territorio e la gestione dei servizi e delle infrastrutture. L'Associazione promuove la diffusione di metodologie e processi di standardizzazione, comunicazione, condivisione di geodati al fine di favorirne l'interoperabilità e la condivisione applicativa. Promuove anche gli adeguamenti normativi necessari ad assicurare lo sviluppo di Infrastrutture di Dati Territoriali in coerenza con i programmi europei del settore, in particolare con la Direttiva INSPIRE.

AMFM è socio fondatore di EUROGI e della federazione ASITA

AMFM GIS Italia
Via Ugo Ojetti 427, 00137 Roma, Italia
www.amfm.it



Esattamente dieci anni fa AMFM GIS Italia pubblicava in collaborazione con il LABSITA della Sapienza Università di Roma e con il Progetto Europeo GINIE un quaderno dal titolo “Infrastruttura di dati territoriali. L’evoluzione del Sistema Informativo Territoriale nell’IDT”. All’epoca INSPIRE era solo un’iniziativa lanciata e firmata da tre Commissari europei nel 2002. Di strada se n’è fatta e di acqua ne è passata sotto i ponti ma giorno dopo giorno abbiamo tangibili segnali che le risorse investite in distribuzione della conoscenza e creazione di consapevolezza nella nostra società necessitano ancora di sostanziosi investimenti. AMFM GIS Italia, oramai riconosciuta come l’evangelista e il sostenitore di INSPIRE in Italia, intende con la traduzione e la pubblicazione in italiano della presente pubblicazione contribuire al processo di presa di coscienza ed evoluzione delle infrastrutture di dati territoriali in Italia ed in Europa.

Desidero ringraziare, a nome della Associazione, la Commissione Europea che ha concesso la pubblicazione e soprattutto i nostri soci che ne hanno curato la traduzione.

Mauro Salvemini

Presidente AMFM GIS Italia

Maggio 2013

Indice

Indice	1
Sommario	2
Tre acronimi chiave (NdT).....	4
Lista degli acronimi.....	5
Introduzione.....	6
1 Infrastrutture di Dati Territoriali: inquadramento.....	7
1.1 Dalla mappa alle Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI).....	7
1.2 Esempi di iniziative di SDI.....	8
1.3 Interoperabilità ed armonizzazione dei dati.....	10
2 Dati territoriali.....	12
2.1 Dal mondo reale ai dati territoriali.....	12
2.2 Problemi di incompatibilità e inconsistenza dei dati territoriali.....	15
2.3 L'oggetto delle Infrastrutture di Dati Territoriali.....	18
3 Lo Schema Concettuale di Riferimento per la Modellazione dei Dati nelle SDI.....	18
4 Modello concettuale generale.....	23
4.1 Concetti base.....	23
4.1.1 Requisiti.....	23
4.1.2 Modello di riferimento.....	23
4.1.3 Supporto architetturale per l'interoperabilità dei dati.....	23
4.1.4 Terminologie.....	24
4.1.5 Testi multilingua e adattabilità culturale.....	24
4.1.6 Utilizzo delle ontologie.....	25
4.1.7 Sistemi di coordinate e unità di misura.....	25
4.1.8 Registri e <i>registry</i>	26
4.2 Modellazione dei dati.....	26
4.2.1 Georeferenziazione degli oggetti.....	26
4.2.2 Aspetti spaziali e temporali.....	26
4.2.3 Regole per gli schemi applicativi e per i cataloghi dei <i>feature</i>	27
4.2.4 Schemi applicativi condivisi.....	28
4.2.5 Repository dei modelli consolidati.....	28
4.2.6 Rappresentazioni multiple.....	29
4.2.7 Estendibilità.....	30
4.3 Gestione dei dati.....	30
4.3.1 Gestione degli identificatori.....	30
4.3.2 Congruenza tra dati.....	31
4.3.3 Qualità dei dati e dell'informazione.....	31
4.3.4 Metadati.....	32
4.3.5 Conformità.....	32
4.3.6 Regole per l'acquisizione dei dati.....	32
4.3.7 Modelli/ linee guida per la trasformazione dei dati.....	33
4.3.8 Regole per la manutenzione dei dati.....	33
4.3.9 Rappresentazioni dei dati.....	33
4.3.10 Distribuzione dei dati.....	34
5 Metodologia per lo sviluppo delle Data Specification.....	35
5.1 Definizione delle tematiche coperte dai data themes.....	35
5.2 Criteri per lo sviluppo della data specification.....	35
5.3 Il ciclo di sviluppo della data specification.....	37
5.4 Manutenzione delle specifiche.....	39
5.5 Considerazioni su costi-benefici.....	40
5.6 Attori del processo di data specification.....	41
5.7 Strumenti di supporto.....	42
6 Conclusioni.....	43
Ringraziamenti.....	45
Bibliografia.....	46

Sommario

Oggi le informazioni geografiche vengono raccolte, processate e usate in ambiti diversi come l'idrologia, la riduzione dell'impatto delle catastrofi naturali, la statistica, la salute pubblica, la geologia, la protezione civile, l'agricoltura, la conservazione della natura e molti altri.

I problemi relativi alla scarsa di disponibilità, qualità, organizzazione, accessibilità e condivisione dei dati spaziali sono comuni a numerosi ambiti e sono motivo di studio da parte di diverse autorità pubbliche in Europa.

La **Direttiva 2007/2/EC** del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo, adottata il 14 Marzo 2007, intraprende delle misure per affrontare proprio queste problematiche ed ha dato vita alla Infrastruttura di Informazioni Spaziali nella Comunità Europea (**INSPIRE**: INfrastructure for SPatial Information in the European Community) per le politiche in campo ambientale o per le politiche e attività che hanno impatto sull'ambiente. Le Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI, Spatial Data Infrastructure) diventano al tempo stesso sempre più integrate e collegate con sistemi sviluppati in contesti di e-Government. Un driver importante per questa evoluzione è l'Agenda Digitale Europea che consiglia di "stabilire una lista di servizi transfrontalieri comuni che consentano ad aziende e cittadini di agire in maniera indipendente o vivere ovunque nell'UE" e "realizzare sistemi di riconoscimento reciproco di identità elettroniche"¹.

Questo report affronta il tema relativo a come consentire e agevolare il riuso di dati geografici e informazioni di tipo ambientale creati e gestiti da differenti organizzazioni in Europa. La problematica principale legata a questo obiettivo è principalmente quella di trattare l'eterogeneità dei dati e stabilire un unico flusso di informazioni tra comunità che usano informazioni geografiche in svariati campi ambientali.

Questo report inoltre presenta una visione integrale delle componenti dati di un'Infrastruttura di Dati Territoriali, sottolineando la caratteristica principale del framework concettuale. Si suppone che questo report possa essere utile per:

- *decision maker* responsabili degli sviluppi strategici di SDI che hanno bisogno di capire i benefici dell'uso di un framework concettuale e di valutare quale siano la complessità e le risorse necessarie legate a questa attività;
- funzionari pubblici degli enti di Stati Membri che hanno il compito legale di implementare INSPIRE;
- tecnici specialisti che cercano una panoramica veloce e dettagliata degli elementi chiave relativamente alla componente dati di una SDI.

Il **Punto 1** presenta le Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI) ed il modo in cui queste si sono sviluppate come logica conseguenza dello sviluppo tecnologico e delle relative esigenze sociali e tecnologiche.

Con lo sviluppo dell'informatica e delle telecomunicazioni, le tradizionali mappe cartacee sono state sostituite da informazioni geografiche digitali e da servizi di geolocalizzazione. Queste nuove tecnologie facilitano il riuso delle informazioni geografiche, che però è spesso ostacolato dalla documentazione incompleta, dall'assenza di compatibilità tra i dataset spaziali, dalle incongruenze nella raccolta dati, oltre alla presenza di inevitabili barriere culturali, linguistiche, finanziarie e organizzative.

Le SDI propongono dunque accorgimenti di tipo sia tecnico che organizzativo per favorire la ricerca, il reperimento ed il riuso di dati spaziali gestiti da altre organizzazioni.

Uno dei concetti principali delle SDI è l'interoperabilità, ovvero la "*possibilità per i set di dati territoriali di essere mescolati, e per i servizi di interagire tra loro, senza ripetuti interventi manuali, in modo che il risultato sia coerente e che il valore complessivo dei set di dati e dei servizi stessi sia aumentato*"².

INSPIRE, la principale iniziativa di SDI dalla quale questo report trae esempi e casi di studio, si fonda sugli attuali standard nonché su sistemi informativi, infrastrutture, procedure professionali e consuetudini dei 27 Stati Membri dell'Unione Europea, in tutte le 23 lingue ufficiali e a volte anche nelle lingue minori dell'UE.

¹<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/10/200&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

² Art. 3(7) della Direttiva 2007/2/EC (INSPIRE)

Il **punto 2** si concentra sulle informazioni geografiche ed approfondisce le **problematiche e le incongruenze** che gli utilizzatori delle SDI possono incontrare nel tentativo di combinare o riusare dati provenienti da diverse sorgenti. Queste problematiche sono dovute soprattutto ai diversi modi di definire i dati geografici visti come astrazione della realtà. Il dato geografico, come ogni tipo di dato, è sempre un'astrazione, è sempre parziale, e rappresenta sempre una sola delle diverse visioni possibili. Di conseguenza i fiumi possono essere rappresentati come poligoni in un set di dati e come linee in un altro, le linee che rappresentano le strade sui due lati di un confine nazionale possono non incontrarsi, e le acque possono sembrare scorrere in salita quando si sovrappone un reticolo idrografico ad un modello di elevazione del suolo. In questo punto vengono illustrati questi e molti altri problemi di riuso dei dati nelle SDI.

La parte principale del report si concentra nei **punti 3, 4 e 5** che descrivono il framework per lo sviluppo di specifiche di dati che presentano le problematiche descritte sopra. Queste specifiche definiscono gli obiettivi di interoperabilità ed il modo in cui questi dati devono essere trasformati per raggiungere questi obiettivi. Il punto 3 è suddivisa in due parti, entrambe costruite su esperienze e casi pratici di INSPIRE:

- Il Modello Concettuale Generale (*Generic Conceptual Model* - GCM) definisce 25 aspetti o elementi rilevanti per raggiungere l'interoperabilità dei dati in una SDI e propone metodi e strumenti per gestirli. Tra questi elementi ad esempio si parla di anagrafiche, sistemi di coordinate, gestione di chiavi identificative, metadati e loro manutenzione, giusto per citarne qualcuno.
- La descrizione delle metodologie per lo sviluppo di specifiche di dati al fine di raggiungere l'interoperabilità include una dettagliata analisi dei principali attori, delle diverse fasi del flusso di lavoro complessivo – dall'analisi dei requisiti utente fino alla documentazione e ai test delle specifiche che vengono prodotte in questo processo.

Nell'insieme le due sottosezioni illustrano gli aspetti organizzativi e tecnici da tenere in considerazione per costituire la componente dati di una SDI, e come accorgimenti relativi all'interoperabilità, alla standardizzazione dei dati ed alla loro armonizzazione possono contribuire a questo processo. Dal 2005 INSPIRE è stata all'avanguardia nell'introduzione, sviluppo e applicazione di un framework concettuale per la costituzione della struttura dei dati di una SDI. Questa esperienza dimostra che il framework concettuale descritto in questo report è robusto abbastanza per supportare l'interoperabilità tra le 34 *data specification* sviluppate in INSPIRE. Inoltre, il framework può fornire suggerimenti e soluzioni utili per la costruzione di SDI anche in altri contesti, poiché è indipendente dal tema e dalla piattaforma, può confrontarsi agevolmente con diversi approcci culturali ed è basato su esempi di *best practice* non solo europee.

Tre acronimi chiave (NdT)

IDT/SDI	<p>Acronimo di “Infrastruttura di Dati Territoriali” corrispondente a “<i>Spatial Data Infrastructure</i>”.</p> <p>IDT “...significa la tecnologia, le politiche, gli standard, le risorse umane necessarie ad acquisire, elaborare, memorizzare, distribuire, e migliorare l'utilizzo dei dati geospaziali”</p> <p>Questa è la prima definizione ufficiale di IDT: è contenuta in una legge federale americana del 1994 (Executive Order 12906, April 13, 1994, http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html). Focalizza soprattutto le finalità di una IDT: migliorare l'utilizzo dei dati geospaziali attraverso la loro condivisione e il loro riuso.</p> <p>La definizione di INSPIRE invece individua le componenti di una IDT che sono: “<i>I metadati, i set di dati territoriali e i servizi relativi ai dati territoriali; i servizi e le tecnologie di rete; gli accordi in materia di condivisione, accesso e utilizzo dei dati</i>” (INSPIRE art. 3).</p>
INSPIRE	<p>Acronimo di INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe - Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa. E' una Direttiva approvata nel 2007 e recepita nella legislazione italiana (DL 27 gennaio 2010, n. 32); è soprattutto un progetto della Commissione Europea con l'obiettivo di realizzare infrastrutture di dati territoriali nella Comunità europea, che a livello europeo ha coinvolto e sta coinvolgendo decine di migliaia di <i>stakeholder</i>.</p>
SIT/GIS	<p>Acronimo di Sistema Informativo Territoriale (<i>Geographical Information System</i>). “...sono sistemi informatici per l'acquisizione, la memorizzazione, il controllo, l'integrazione, l'elaborazione e la visualizzazione di dati riferiti spazialmente alla superficie terrestre” (Arnaud et al, 1993).</p> <p>Questa definizione, alla base di un programma di ricerca europeo di parecchi anni fa, descrive l'intero ciclo del dato geografico, dalla produzione al suo uso, cioè descrive le funzioni dei GIS: seguendo Burrough possiamo dire che è una “<i>toolbox-based definition</i>”.</p> <p>Altri autori (ripresi da Burrough) definiscono i GIS per quello che sono dal punto di vista informatico “<i>a database system in which most of the data are spatially indexed...</i>” Altri ancora ne enfatizzano la dimensione organizzativa-gestionale: i GIS sono “<i>an istitutional entity...</i>”, “<i>a decision support system</i>”.</p> <p>(Burrough e McDonnell., 1998, p 11).</p> <p>Va evidenziato che i GIS costituiscono l'ambiente di lavoro fondamentale per l'elaborazione di dati georeferenziati; le SDI sono finalizzate a rendere ricercabili, accessibili e interoperabili dati georeferenziati provenienti da fonti diverse.</p>

Lista degli acronimi

EC	<i>European Commission</i>
EU	<i>European Union</i>
GBIF	<i>The Global Biodiversity Information Facility</i>
GEOSS	<i>Global Earth Observation System of Systems</i>
GCM	<i>Generic Conceptual Model (Modello concettuale generale)</i>
GIS	<i>Geographic Information Systems</i>
GML	<i>Geography Markup Language</i>
HY	<i>Hydrography, hydrology</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organisation</i>
IDT	<i>Infrastruttura di Dati Territoriali</i>
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i>
ISO	<i>International Standards Organisation</i>
KML	<i>Keyhole Markup Language</i>
NUTS	<i>Nomenclature des unités territoriales statistiques (Nomenclature of territorial units for statistics)</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
OWL	<i>Ontology Web Language</i>
SDI	<i>Spatial Data Infrastructure</i>
SI	<i>Système international d'unités (International system of units)</i>
SIT	<i>Sistema Informativo Territoriale</i>
SLD	<i>Styled Layer Descriptor</i>
SKOS	<i>Simple Knowledge Organization System</i>
GSDI	<i>Global Spatial Data Infrastructure</i>
TAPIR	<i>Taxonomic Databases Working Group Access Protocol for Information Retrieval</i>
TC	<i>Technical Committee</i>
THREDDS	<i>Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services</i>
TIFF	<i>Tagged Image File Format</i>
UK	<i>United Kingdom</i>
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinates</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
WMS	<i>Web Mapping Service</i>

Introduzione

Informazioni geografiche, Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI), interoperabilità e sistemi informativi condivisi sono nozioni che gli sviluppatori di tecnologie informatiche o i *decision maker* responsabili delle informazioni nel settore pubblico, così come tecnici specialisti, ingegneri e funzionari pubblici, possono incontrare ogni giorno in qualunque campo essi operino: idrologia, riduzione dell'impatto delle catastrofi naturali, statistica, salute pubblica, geologia, protezione civile, conservazione della natura e molte altre discipline.

Ci si deve preoccupare? C'è un modo semplice per rispondere alle problematiche legate alla necessità di leggere documenti in numero sempre crescente, sparpagliati e spesso d'alto livello tecnico? E' possibile comprendere i concetti di fondo senza analizzare in maniera approfondita le linee politiche, gli aspetti organizzativi, e senza una conoscenza pregressa della materia e dei relativi aspetti tecnologici?

Mentre la risposta alla prima domanda è un categorico "sì", per la maggior parte delle persone la risposta alle altre due domande è probabilmente "no". Questo report prova a dare una risposta a tali quesiti spiegando i concetti base, i principi e il significato di interoperabilità nel campo dell'informazione geografica, e mostrando come le SDI possano svolgere un ruolo chiave per risolvere le problematiche relative. Tutto questo verrà spiegato dal punto di vista dei dati spaziali, toccando anche le altre componenti di un SDI³ solo per illustrarne le connessioni.

I lettori che hanno familiarità con il concetto di SDI potrebbero chiedersi come mai venga riservata una tale attenzione alla componente dei dati quando questa è, probabilmente, la componente per cui è più difficile realizzare l'interoperabilità. Elenchiamo dunque alcuni motivi:

- la componente dati si presta meglio per illustrare i motivi per i quali è necessario realizzare l'interoperabilità;
- il dato territoriale è una risorsa creata ed arricchita in un intervallo di tempo abbastanza lungo e da soggetti diversi. che sono giustamente interessati dall'impatto delle SDI sul proprio lavoro; comprendere lo spirito di fondo dell'interoperabilità può aiutare a chiarire potenziali incomprensioni;
- gli utilizzatori di informazioni geografiche spendono l'80% del loro tempo a raccogliere e gestire informazioni e solo il 20% ad analizzarle per la risoluzione di problemi ed ottenere benefici (Geographic Information Panel, 2008),
- psicologia umana: il termine "Infrastruttura di Dati Spaziali" ha in sé il concetto di dato.

Sono numerose le iniziative legate alle SDI nel mondo. Gli autori (e coloro che hanno tradotto questo testo dall'inglese, NdT) sono tutti attivamente coinvolti in INSPIRE, e ovviamente fanno riferimento a quest'iniziativa in prevalenza. Tuttavia essi provano a dare enfasi a quelle caratteristiche di INSPIRE che possono essere valide anche in altri contesti, arricchendole con i riferimenti ad altre iniziative.

L'obiettivo principale di questo report è spiegare gli aspetti del framework necessario per lo sviluppo di modelli di dati e delle specifiche di interoperabilità nelle SDI senza entrare troppo nei dettagli tecnici, per consentirne la comprensione da parte di soggetti in possesso di comuni conoscenze informatiche.

Per aiutare i lettori, le definizioni sono riportate in riquadri di colore verde mentre gli esempi sono evidenziati in riquadri di colore marrone chiaro.

³ La definizione ed una breve descrizione delle SDI è fornita nel punto 1.1

1 Infrastrutture di Dati Territoriali: inquadramento

1.1 Dalla mappa alle Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI)

E' evidente che frammenti isolati di dati o parti di informazioni, per quanto accurati, non possono mai produrre lo stesso risultato che si può ottenere contestualizzandoli nel tempo e nello spazio, che sono i due riferimenti più comunemente usati.

Da un migliaio d'anni a questa parte l'osservazione del territorio⁴ ha prodotto mappe che rappresentano graficamente il contesto spaziale (Klinghammer, 1995). Le carte antiche erano utilizzate per realizzare le più importanti attività di uno stato: navigazione, scoperte, colonizzazione di nuovi territori, tassazioni, strategie di guerra, ecc. Il possesso di una mappa garantiva il potere di dominare e guadagnare ricchezze. Con la diffusione della moderna tipografia, molti prodotti popolari come mappe di città, carte stradali, mappe turistiche e atlanti geografici sono diventati di largo uso comune.

Ad ogni modo la maggior parte delle mappe rimanevano accessibili solo a specialisti. Mappe diverse avevano linee di produzione e scopi tematici diversi. Il riuso di queste mappe era limitato e solo le mappe topografiche hanno avuto una larga diffusione in quanto fornivano descrizioni generali della superficie terrestre ed assicuravano una base geometrica per la cartografia tematica.

L'analisi spaziale è il processo di estrazione e generazione di nuove informazioni mediante la modellazione, la stima, la comprensione e la valutazione di fenomeni naturali e sociali in riferimento ad una localizzazione geografica.

Con lo sviluppo dell'informatica e delle telecomunicazioni, le tradizionali mappe cartacee sono state pian piano sostituite da informazioni geografiche numeriche provenienti dalla digitalizzazione di mappe, da satelliti di osservazione della Terra, da sensori digitali *in situ* e da sistemi di posizionamento globale. Le mappe cartacee sono ancora in uso ma computer ed altri supporti hardware⁵ sono diventati i principali strumenti a supporto dell'analisi spaziale, della progettazione ingegneristica e dell'erogazione di servizi basati sulla geo-localizzazione.

I Sistemi Informativi Geografici (GIS) sono insiemi integrati di software e dati usati per visualizzare e gestire informazioni geografiche con l'obiettivo di analizzare relazioni spaziali e modellizzare processi spaziali (Wade e Sommer, 2006). Le realizzazioni GIS iniziali ricalcavano in qualche modo le fasi di elaborazione dei dati analogici, utilizzando dati esplicitamente raccolti per attività specifiche e perdendo così qualsiasi opportunità derivante dal potenziale riuso dei dati digitali.

La diffusione di Internet e l'estesa alfabetizzazione informatica hanno dato luogo ad un nuovo paradigma nella manipolazione di dati spaziali, promuovendo la condivisione dei dati attraverso comunità diverse ed applicazioni differenti. Le strutture per la condivisione di dati sono le Infrastrutture di Dati Territoriali (SDI)⁶ che si possono immaginare come estensioni di un GIS desktop (Craglia, 2010), in cui i dati raccolti da altre organizzazioni possono essere cercati, reperiti ed utilizzati nel rispetto di regole di accesso ben definite.

Secondo il *Cookbook* (Nebert, 2004) dell'Associazione GSDI (Global Spatial Data Infrastructure) "una SDI raccoglie dati e attributi geografici, sufficiente documentazione (metadati), strumenti per reperire, visualizzare e valutare la qualità dei dati (cataloghi e strumenti di web mapping), e metodi per consentire l'accesso ai dati geografici. A questi si aggiungono servizi aggiuntivi o software di supporto all'uso applicativo dei dati. Per rendere funzionale una SDI sono necessari anche gli opportuni accordi organizzativi, utili a coordinare ed amministrare il sistema stesso a livello locale, regionale, nazionale e internazionale".

⁴ Le scienze cartografiche risalgono ad Eratostene (II sec. A.C.) e Tolomeo (II sec. D.C.)

⁵ Tablet, smartphone, personal computer e dispositivi specifici, come quelli utilizzati per la navigazione, offrono applicazioni basate su dati spaziali.

⁶ A volte le SDI sono anche definite come "infrastrutture di informazioni territoriali" per evidenziare il fatto che di solito garantiscono l'accesso ai dati attraverso servizi (anche a valore aggiunto). Tuttavia in questo report si è preferito adottare la definizione più ampiamente diffusa di "infrastruttura di dati territoriali".

Quindi la descrizione della GSDI classifica le componenti di una SDI come dati, metadati, servizi (tecnologie) e accordi organizzativi. Secondo Craglia et al. (2003), *“un’Infrastruttura di Dati Territoriali (SDI) incapsula regole, accordi legali e istituzionali, tecnologie e dati che rendono possibile la diffusione e l’utilizzo effettivo dell’informazione geografica”*. Questa definizione aggiunge un aspetto di rilevante importanza: l’utilizzo effettivo di dati geografici, che impone il requisito dell’interoperabilità.

I livelli di sviluppo di una SDI sono fortemente correlati con lo sviluppo della società informatica in generale, con l’uso della tecnologia informatica da parte della popolazione e con la diffusione di Internet. Una SDI può essere realizzata a livello globale, internazionale, nazionale, regionale o locale. Nel caso ideale questi livelli sono interconnessi, soddisfacendo le reciproche componenti rilevanti.

1.2 Esempi di iniziative di SDI

La costituzione di una SDI richiede la collaborazione di più soggetti. Questa collaborazione può essere basata su accordi volontari tra le parti interessate o può essere regolamentata formalmente o anche imposta legalmente, obbligando in maniera mirata gli enti che devono adempiere gli obblighi previsti a livello normativo.

Le iniziative volontarie, come GSDI e alcune SDI di carattere nazionale, sono sempre coordinate da associazioni nazionali ed internazionali o da organizzazioni “ombrello”.

Secondo Longley et al.(2011) esistono oltre 150 iniziative di SDI descritte in letteratura. Gli esempi che seguono rappresentano solo quelli a cui si fa riferimento nel contesto di questo report. Due di queste iniziative sono state costituite a livello globale, una a livello nazionale e infine una a livello sovranazionale nell’Unione Europea.

GSDI

L’Associazione Global Spatial Data Infrastructure è stata fondata nel 1998 per “promuovere la collaborazione e cooperazione internazionale a supporto dello sviluppo di infrastrutture di dati territoriali locali, nazionali e internazionali, per consentire alle nazioni di affrontare al meglio problematiche sociali, economiche e ambientali di rilevante importanza”⁷. Come organizzazione internazionale volontaria, la GSDI non ha l’obiettivo di mettere in piedi un’infrastruttura spaziale globale, ma si focalizza piuttosto sullo sviluppo della consapevolezza e sullo scambio di esempi e casi d’uso.

GEOSS

Il GEOSS, “Sistema Globale dei Sistemi per l’Osservazione della Terra” (Global Earth Observation System of Systems) ha lo scopo di fornire strumenti di supporto alle decisioni ad una grande varietà di utilizzatori. In quanto “sistema di sistemi”, GEOSS si basa su sistemi esistenti di rilevamento, elaborazione, scambio e diffusione dei dati, ed include i rilievi *in situ*, da piattaforme aviotrasportate o spaziali. Al fine di assicurare interoperabilità, ci si aspetta che i fornitori di informazioni e dati mantengano un opportuno livello di coordinamento e di organizzazione che includono le specifiche per la raccolta, l’elaborazione, l’archiviazione e la diffusione dei dati condivisi, i metadati ed i prodotti.

L’interoperabilità in GEOSS si focalizza sulle interfacce, in modo da minimizzare gli impatti sulle componenti dei sistemi. Come previsto dal piano decennale di implementazione (2005), GEOSS si basa sulle componenti di infrastrutture di dati territoriali esistenti per quanto riguarda i sistemi di riferimento geodetico, i dati geografici pubblici e protocolli standard. A livello tematico GEOSS mira a ricoprire le “Aree di Beneficio Sociale” correlate a disastri ambientali, salute, energia, clima, agricoltura, ecosistema, biodiversità, acqua e meteorologia.

UK Location Strategy

La UK Location Strategy è nata nel 2008. Ha come obiettivo di *“massimizzare l’utilizzo e i benefici dell’informazione geografica per il pubblico, il governo e per l’industria nazionale, nonché fornire una struttura di supporto alle iniziative europee, nazionali, regionali e locali. Questa strategia consentirà di*

⁷ <http://www.gsdi.org/>

creare un'infrastruttura per l'informazione georeferenziata al fine di supportare le politiche, l'erogazione di servizi ed i processi decisionali" (Geographic Information Panel, 2008).

Il documento strategico fornisce una rassegna di casi in cui l'informazione georeferenziata è applicata alle politiche pubbliche e in cui azioni strategiche sono proposte per un utilizzo migliore dell'informazione geografica. Definisce inoltre un ristretto numero di dataset chiave (*Core Reference Geographies*), che costituiranno le strutture informative comuni definite, approvate e utilizzate da tutti i possessori di dati, sia nel settore pubblico che in quello privato. Il *Core Reference Geographies* contiene strutture geodetiche (incluse informazioni sulle quote del terreno), toponimi, indirizzi, strade, dati catastali, idrologia/idrografia, limiti statistici e amministrativi. Nell'ambito della Location Strategy, è stata individuata la Struttura Digitale Nazionale (Digital National Framework, DNF) come mezzo di integrazione e distribuzione di informazioni georeferenziate provenienti da sorgenti multiple per il Regno Unito.

INSPIRE

INSPIRE è un brillante esempio di infrastruttura istituita legalmente. La direttiva INSPIRE del Consiglio e del Parlamento Europeo (2007/2/CE del 14 marzo 2007) istituisce un'Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa per sostenere le politiche ambientali o le attività che possono avere un impatto sull'ambiente.

Secondo Craglia (2010), INSPIRE presenta alcune caratteristiche che lo rendono particolarmente impegnativo:

1. L'infrastruttura si basa su quelle di 27 Stati membri dell'Unione europea in più di 23 lingue⁸. Ciò richiede la coesistenza e la collaborazione di sistemi informativi nonché di approcci professionali e culturali molto diversi;
2. Data questa complessità, è stato necessario adottare un processo di creazione del consenso, coinvolgendo centinaia di esperti nazionali, per sviluppare le specifiche tecniche di INSPIRE;
3. Le norme esistenti devono essere testate in contesti reali distribuiti e multilingua;
4. Gli standard che non sono abbastanza maturi, o che lasciano troppo spazio a diverse interpretazioni (a causa dell'attuazione stabilita per legge) devono essere raffinati;
5. Vanno definiti e sviluppati gli standard che ancora non esistono;⁹
6. Vanno affrontati i problemi di incongruenza ed incompatibilità di dati e metadati per tutti e 34 i temi che rientrano nell'ambito di applicazione della direttiva (cfr. Tabella 1).

Le categorie tematiche dei dati di INSPIRE sono divise in blocchi modulari. Gli allegati I e II si concentrano sui dati di riferimento, mentre l'allegato III si concentra sui dati per l'analisi ambientale e la valutazione di impatto ambientale.	
Allegato I	Allegato III
1. Sistemi di coordinate	14. Unità statistiche
2. Sistemi di griglie geografiche	15. Edifici
3. Nomi geografici	16. Suolo
4. Unità amministrative	17. Utilizzo del territorio
5. Indirizzi	18. Salute umana e sicurezza
6. Particelle catastali	19. Servizi di pubblica utilità e servizi amministrativi
7. Reti di trasporto	20. Impianti di monitoraggio ambientale
8. Idrografia	21. Produzione e impianti industriali
9. Siti protetti	22. Impianti agricoli e di acquacoltura
	23. Distribuzione della popolazione – demografia
	24. Zone sottoposte a gestione / limitazioni / regolamentazione e unità con obbligo di comunicare dati
	25. Zone a rischio naturale
	26. Condizioni atmosferiche
	27. Elementi geografici meteorologici
	28. Regioni biogeografiche
	29. Habitat e biotopi
	30. Distribuzione delle specie
	31. Risorse energetiche
	32. Risorse minerarie
Allegato II	
10. Elevazione	
11. Copertura del suolo	
12. Ortoimmagini	
13. Geologia	

Tabella 1: Categorie tematiche dei dati di INSPIRE

⁸ Le 23 lingue ufficiali dell'EU più le lingue minori

⁹ Per esempio, gli standard sono necessari per i servizi "invoke" per il concatenamento dei servizi, o le specifiche di interoperabilità per i dati territoriali target.

La direttiva non impone la nuova acquisizione di dati e non fissa alcun obbligo per i fornitori di dati di modificare flussi di lavoro esistenti. Se l'interoperabilità è garantita i dati possono essere usati in modo coerente, indipendentemente dal fatto che il dataset esistente sia effettivamente trasformato (armonizzato) in modo permanente o che sia trasformato solo temporaneamente da un servizio di rete al fine di pubblicarlo in maniera conforme a INSPIRE.

La SDI concepita da INSPIRE è ancora in costruzione. Il processo legislativo è in continua evoluzione, con la direttiva che viene progressivamente arricchita da “disposizioni di esecuzione” (“*Implementing Rules*”) che definiscono gli obblighi degli Stati membri in termini concreti, sia dal punto di vista tecnico che giuridico. Ogni *Implementing Rule* è accompagnata da linee guida tecniche che, oltre ad assicurare il supporto generico per l'attuazione, possono dare indicazioni su come migliorare ulteriormente l'interoperabilità.

L'esperienza di INSPIRE è davvero notevole se si considerano la sua dimensione ed i risultati finora ottenuti. Oltre a coprire un numero insolitamente elevato di categorie di dati, ed a coinvolgere centinaia (se non migliaia) di enti interessati nell'Unione Europea e non solo, INSPIRE ha portato alla definizione di accordi che sono giuridicamente vincolanti negli Stati membri.

1.3 Interoperabilità ed armonizzazione dei dati

L'obiettivo di un uso efficace dei dati porta l'interoperabilità alla ribalta. Secondo il piano di attuazione a 10 anni (GEOSS, 2005a), l'interoperabilità si riferisce alla capacità delle applicazioni di operare in sistemi altrimenti incompatibili.

Ci sono tre architetture di base per sistemi interoperabili (Lasshuys e van Hekken, 2001) come mostrato nella Figura 1.

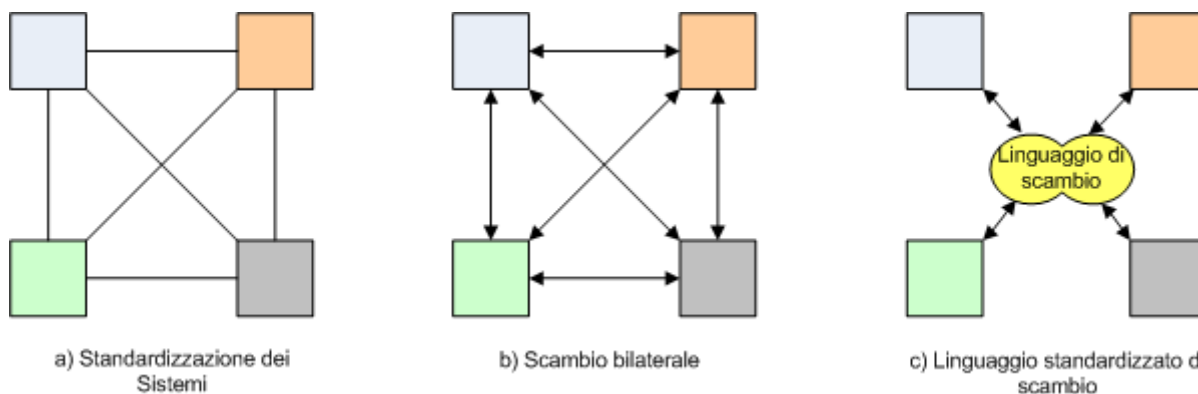


Figura 1: Le architetture di base per l'interoperabilità (adattato da Lasshuys e van Hekken, 2001)

Come mostrato in Figura 1a, quando i sistemi sono standardizzati, comunicano tra loro in modo completamente interoperabile. Nella maggior parte dei casi tuttavia questo approccio non funziona, poiché ogni sistema sarà stato sviluppato secondo le norme, convenzioni, o le migliori pratiche di una particolare organizzazione o comunità di utilizzatori.

Nel caso di scambi bilaterali (Figura 1b), sono necessarie interfacce dedicate tra ciascuna coppia di sistemi interconnessi. Il numero di interfacce cresce rapidamente con il numero di sistemi diversi. La terza opzione (Figura 1c) è comunemente considerata la soluzione più pratica per assicurare l'interoperabilità. Si tratta di un “sistema di sistemi” flessibile, a cui i nuovi sistemi possono essere aggiunti senza dover adattare quelli esistenti o aggiungere nuove interfacce.

Anche se non esiste una definizione unica del termine “sistema di sistemi”, una SDI ne soddisfa sicuramente i requisiti principali (autonomia gestionale e operativa, sviluppo evolutivo, “comportamenti emergenti”, ampia estensione geografica). Una SDI collega sistemi di vari fornitori di dati, geograficamente dispersi, a

livello locale, regionale, nazionale, transnazionale e globale. Ciascun sistema funziona indipendentemente e sotto una *governance* locale; essi comunicano però tra loro utilizzando gli standard concordati. Le migliori pratiche suggeriscono che le SDI vengano istituite e sviluppate seguendo un approccio graduale, basato sull'incremento continuo dei partecipanti e sul progressivo ampliamento degli obiettivi. Il comportamento emergente (la capacità di svolgere funzioni che non si trovano nei componenti) può essere individuato nel miglioramento del processo decisionale, quando l'informazione è integrata in un contesto transfrontaliero o di intertematico.

Secondo INSPIRE, l'interoperabilità è definita come "*la possibilità per i set di dati territoriali di essere combinati, e per i servizi di interagire, senza interventi manuali ripetitivi, in modo tale che il risultato sia coerente e che aumenti il valore aggiunto dei set di dati e dei servizi*". Questa definizione sposta l'accento dal modo in cui i sistemi interagiscono¹⁰ al modo in cui gli utilizzatori possono trarre beneficio dalla rimozione degli ostacoli che tipicamente si incontrano nel tentativo di combinare dati provenienti da fonti differenti.

Nelle SDI l'interoperabilità risolve l'eterogeneità tra sistemi di comunicazione in due modi:

1. mediante trasformazione di dati spaziali (utilizzando tecnologie ICT);
2. mediante armonizzazione dei dati che i sistemi contengono.

Nel primo caso, i dati vengono trasformati da specifici software per produrre una presentazione standardizzata dei dati. La trasformazione può essere eseguita on-line o off-line. Nella modalità on-line i dati vengono spesso trasformati mediante processi basati su servizi Web. Nella modalità *off-line* viene prodotta ed archiviata una vista interoperabile (copia) del dato, a cui si può poi accedere mediante un servizio di download. In entrambi i casi, la semantica iniziale e la struttura dei dati vengono conservati per soddisfare i requisiti utente originali per cui sono stati creati.

L'armonizzazione è necessaria quando gli accorgimenti tecnici appena descritti non riescono a colmare il divario in termini di interoperabilità, e sono necessarie delle modifiche ai dati di partenza. L'armonizzazione agisce sulla semantica e sulla struttura dei dati e rimuove le incongruenze che non possono essere risolte dalle tecnologie disponibili. Sia gli accorgimenti tecnici per l'interoperabilità che l'armonizzazione conducono alla standardizzazione delle informazioni prodotte.

L'armonizzazione dei dati è il processo di modifica / aggiustamento della semantica e della struttura dei dati al fine di facilitare la conformità agli accordi (specifiche, norme e atti legali) transfrontalieri e / o tra comunità di utilizzatori.

Gli standard nel settore geospaziale sono principalmente definiti a livello nazionale o internazionale. Il Comitato Tecnico (Technical Committee - TC) 211 dell'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (International Organization for Standardization - ISO) e l'Open Geospatial Consortium (OGC) definiscono le basi per la creazione di informazioni georeferenziate che devono essere rese coerenti attraverso ambiti diversi. Le norme ISO sono formulate in collaborazione con organismi di standardizzazione nazionali, mentre gli standard OGC sono creati con il supporto di utilizzatori e produttori di tecnologia. Entrambe le organizzazioni aggregano competenze basate sulle migliori esperienze internazionali, facilitando così la diffusione mondiale di questi standard.

La standardizzazione sui tematismi avviene in diverse organizzazioni internazionali quali l'Organizzazione Idrografica Internazionale (IHO), la NATO (North Atlantic Treaty Organisation), l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) ecc. Queste organizzazioni collaborano su argomenti di interesse comune, sia nell'ambito di processi formali di standardizzazione¹¹ che in iniziative SDI¹² che portano ad una sempre maggiore convergenza delle informazioni geografiche.

In aggiunta ai suddetti standard *de-jure*, possono contribuire al raggiungimento dell'interoperabilità anche le migliori pratiche collettive (che definiscono i cosiddetti standard *de-facto*), come il GeoTIFF per le immagini

¹⁰ Ciò non significa che INSPIRE ignori l'interoperabilità dei sistemi. La componente Servizi di Rete comprende anche la tecnologia IT.

¹¹ http://www.dgiwg.org/dgiwg/html/activities/external_c_c.htm

¹² http://www.iho.int/iho_pubs/CB/C-17_e1.1.0_2011_EN.pdf e <http://www.unqiwg.org/contact.htm>

geo-referenziate, il GBIF e TAPIR per la biodiversità, il THREDDDS per i dati ambientali in tempo reale, o il BAG per i dati batimetrici.

E' evidente che gli accorgimenti tecnici e l'armonizzazione dei dati vanno di pari passo con le SDI; il gap di interoperabilità può essere colmato solo bilanciando questi due diversi approcci. I sistemi interoperabili, a dispetto del valore che può derivare dal loro potenziale riuso, devono continuare a soddisfare perfettamente lo scopo per cui sono stati creati.

2 Dati territoriali

2.1 Dal mondo reale ai dati territoriali

I dati territoriali sono ogni tipo di dato con una relazione diretta o indiretta con una posizione specifica o un'area geografica¹³. L'informazione territoriale contiene dati territoriali strutturati per uno scopo specifico. Oltre a descrivere la posizione e la distribuzione di differenti fenomeni nel nostro ambiente terrestre, l'informazione territoriale esplora il contesto e le relazioni tra dati territoriali e non-territoriali.

Informazione geografica o territoriale?

L'informazione geografica è collegata a una specifica posizione sulla superficie della Terra. L'informazione territoriale si riferisce a una posizione su (topografia), sotto (geologia) o al di sopra (meteorologia) la superficie della Terra. In aggiunta, i dati territoriali possono essere relativi a sistemi locali e a volte anche a micro-sistemi (ad es. dati da fotogrammetria *close-range*).

È importante notare che “ogni descrizione della realtà è sempre un'astrazione, sempre parziale e sempre solamente una delle molte prospettive possibili” (ISO TC 211 2005a). Differenti descrizioni (astrazioni) portano alla moltiplicazione delle informazioni relative alla medesima posizione geografica/territoriale. Il processo di astrazione può coinvolgere vari punti di vista, che possono essere collegati a differenti momenti temporali e produrre vari livelli di dettaglio nelle informazioni sull'area descritta¹⁴. I tre approcci che portano alla moltiplicazione dei dati geografici sono:

- viste multiple (viste multi-tematiche);
- rappresentazioni multi-temporali;
- rappresentazioni multi-scala (multi-risoluzione).

Viste multiple

In funzione del contesto e del punto di vista, lo stesso fenomeno può essere rappresentato in modi diversi. Ogni comunità enfatizza quelle proprietà del fenomeno che sono più interessanti per un ambito o esigenza specifici. Un fiume, per esempio, può essere considerato come una parte di una rete idrologica, un mezzo di trasporto, parte del confine di un stato o un habitat per specie protette. Ciascuna descrizione è valida; la sezione del fiume è la stessa, ma i dati raccolti e l'informazione derivata da questi dati sono diversi per ciascun scenario. Ciascun punto di vista sottolinea uno specifico ambito tematico. Il termine “*spatial data theme*” è spesso usato in riferimento alla raccolta e classificazione di oggetti territoriali effettuate da uno stesso punto di vista.

Una **categoria tematica di dati territoriali** (*data theme*) comprende tutti gli oggetti territoriali che sono rilevanti per la descrizione del mondo reale da un punto di vista specifico. Gli oggetti territoriali (*features*) sono concettualizzazioni (astrazioni) di entità specifiche del mondo reale.

In Figura 2 sono mostrati due possibili visioni di alcuni dati idrografici. Una vista “reticolo” (o *network*) dell'idrografia è molto utile per la modellazione di inondazioni, mentre la vista “carta” è necessaria per la pianificazione di impianti ingegneristici.

¹³ Art. 3(2) della Direttiva INSPIRE

¹⁴ Gli standard ISO TC 211 usano il termine “*Universe of discourse*” per enfatizzare il fatto che solo alcune selezionate entità del mondo reale sono considerate in un processo di modellazione.

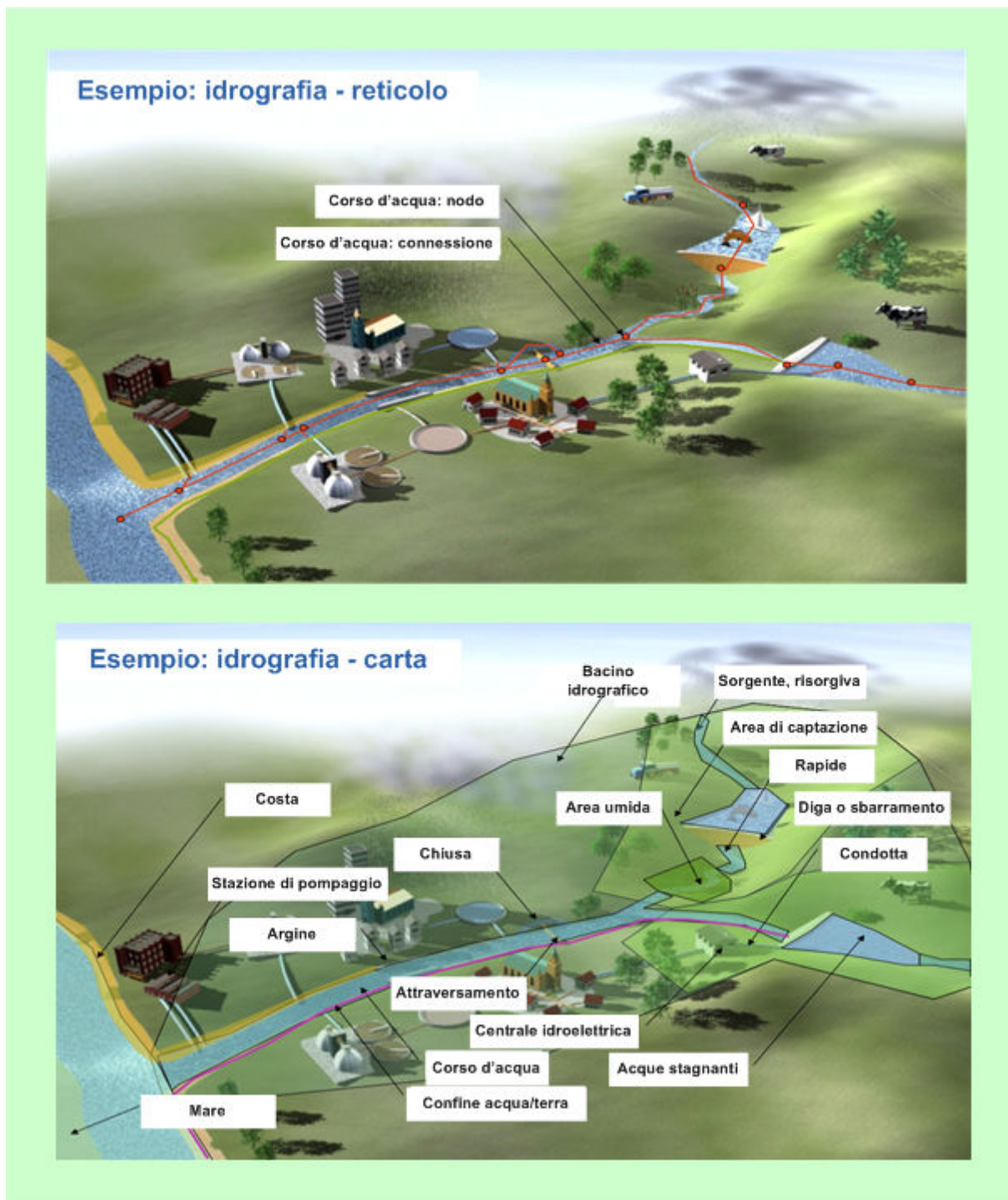


Figura 2: Viste multiple dell'idrografia

Rappresentazioni multi-temporali

Il nostro mondo cambia nel corso del tempo e questo può riflettersi nelle descrizioni di dati sperimentali. La rappresentazione multi-temporale è un principio di molteplicità che collega un oggetto territoriale, valido in un momento specifico, con uno o più analoghi oggetti in un tempo precedente o in un tempo successivo.

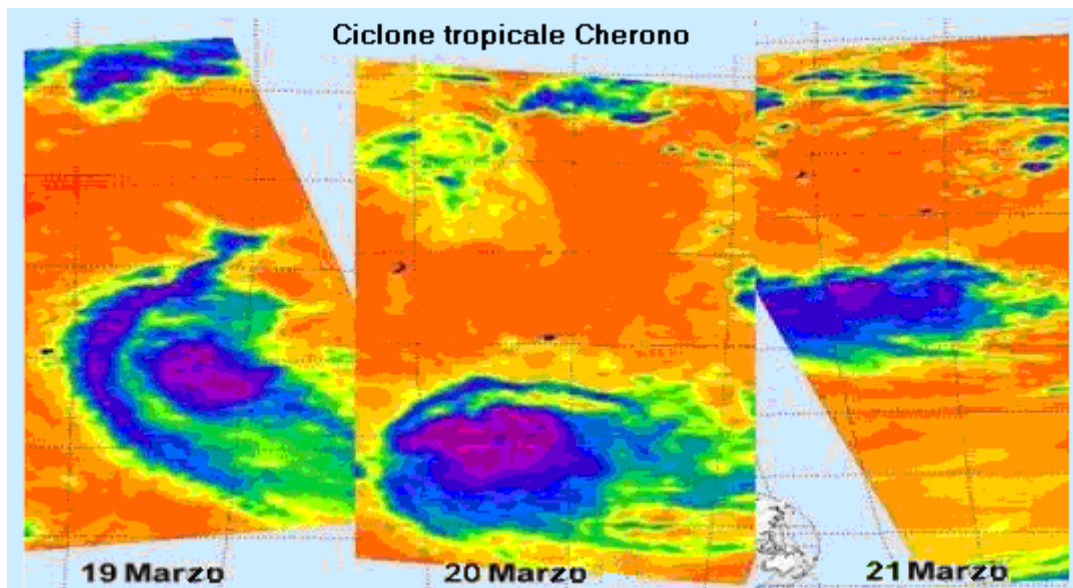


Figura 3: Rappresentazione multi-temporale

Fenomeni naturali che cambiano frequentemente, come i cicloni meteorologici, sono tracciati usando serie temporali di immagini satellitari. In questo caso l'identità del ciclone rimane la stessa, ma la sua posizione, estensione e le proprietà fisiche cambiano nel corso del tempo.

La frequenza dell'acquisizione dei dati può essere molto elevata, specialmente quando vengono usati sensori automatici. Tale informazione può essere aggregata temporalmente per rappresentare lo stato e/o i valori di un fenomeno in uno specifico momento o come valori medi per un determinato periodo. I dati climatici sono derivati per aggregazione di osservazioni meteorologiche da vari intervalli temporali.

Rappresentazioni multi-scala (multi-risoluzione)

All'interno di un tema (*data theme* o categoria tematica di dati territoriali), le entità del mondo reale possono essere descritte con svariati livelli di dettaglio. Il processo di generalizzazione include la riduzione del livello di dettaglio nella rappresentazione delle informazioni. Nel caso della descrizione di un centro abitato, come mostrato in Figura 4, una descrizione molto dettagliata potrebbe includere singoli edifici e tutte le strade dell'area, una descrizione meno dettagliata fornire solamente blocchi di edifici e le strade principali, mentre a piccole scale tutti i blocchi di edifici sono rappresentati come un'unica area edificata. Le rappresentazioni meno dettagliate includeranno solamente un piccolo numero delle più importanti proprietà tematiche (ad es. un punto rappresentante l'intero insediamento e il suo nome geografico).

Come regola generale, le rappresentazioni generali descrivono oggetti con la migliore approssimazione della loro forma e posizione reale, mentre le rappresentazioni meno dettagliate permettono una semplificazione, importante per conservare la chiarezza e la leggibilità dell'informazione territoriale sulle mappe o sullo schermo. L'approccio che utilizza differenti livelli di dettaglio è chiamato rappresentazione multi-scala o multi-risoluzione, ma tali termini sono spesso utilizzati semplicemente per definire rappresentazioni multiple.

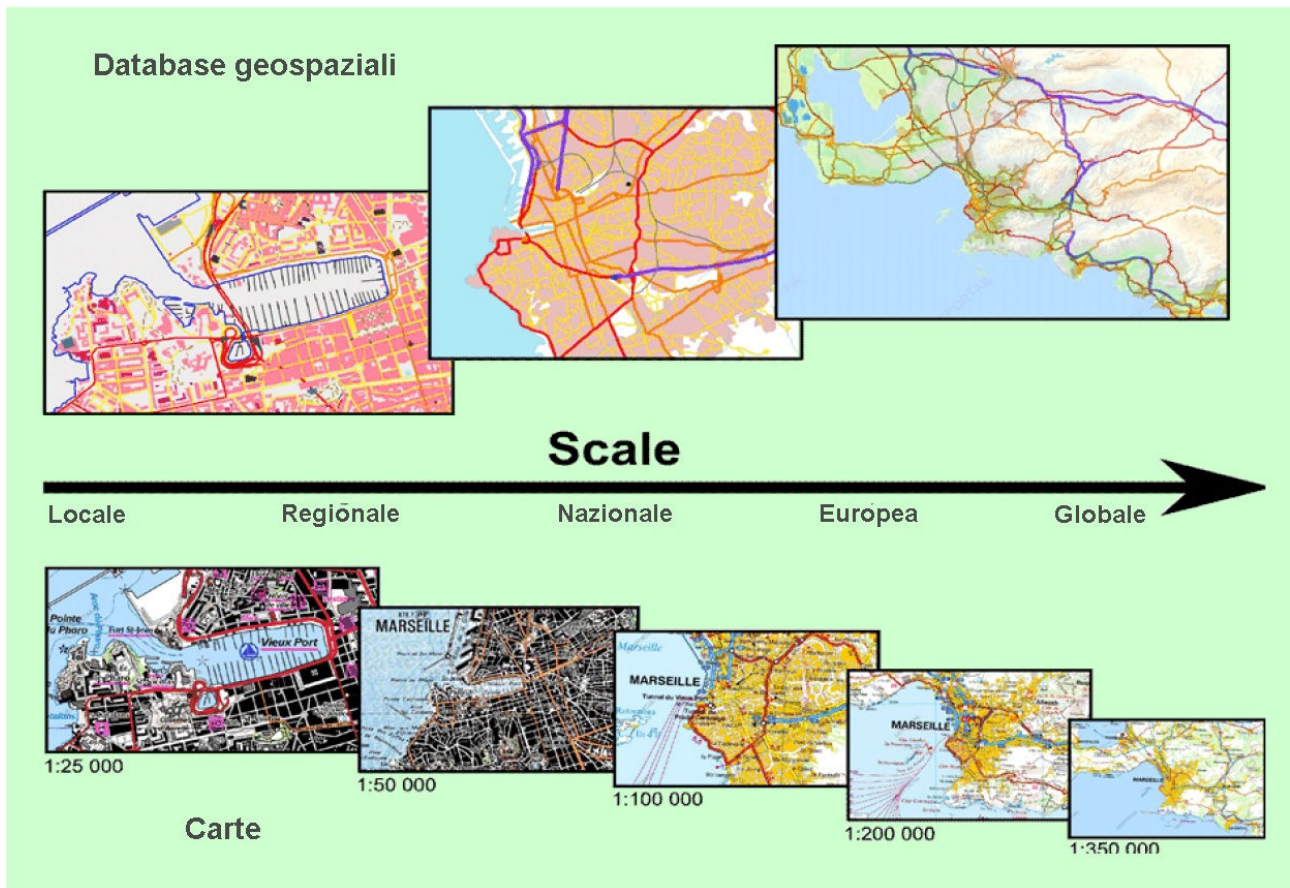


Figura 4: Rappresentazione multi-scala e generalizzazione (fonte delle immagini: www.geoportal.fr)

La molteplicità di informazioni relative a uno stesso luogo o allo stesso fenomeno in momenti diversi offre un enorme potenziale per ottenere una migliore comprensione del nostro mondo, poiché analisi simultanee o comparative possono esplorare nuovi aspetti, altrimenti nascosti.

Le informazioni geo-territoriali multiple possono richiedere grandi risorse in termini di elaborazione dei dati e di manutenzione a causa di potenziali inconsistenze tra le rappresentazioni coinvolte. Il punto seguente descrive le sfide nell'integrazione dell'informazione da varie fonti.

2.2 Problemi di incompatibilità e inconsistenza dei dati territoriali

Gli utilizzatori che cercano di integrare dati territoriali da svariate fonti o di riusare informazione sviluppata in altri sistemi frequentemente si scontrano con il problema dell'incompatibilità e dell'inconsistenza dei dati. L'origine del problema risiede nei diversi fattori politici, economici, culturali e tecnici della produzione dei dati, che danno luogo a difformità di sintassi o di semantica, a differenti rappresentazioni spaziali e temporali, a trattamenti disomogenei delle interdipendenze tra i temi ambientali.

La **sintassi** è il modello strutturale interno del linguaggio naturale o del linguaggio macchina. Gli esempi più semplici di differenze sintattiche sono i formati di archiviazione utilizzati per diversi software e le regole grammaticali dei linguaggi umani. In mancanza di una sintassi condivisa oppure di una approfondita conoscenza dei linguaggi di codifica, la comunicazione tra i sistemi non può avere luogo.

Le differenze sintattiche possono essere superate attraverso soluzioni tecnologiche e organizzative. La tecnologia fornisce, ad esempio, strumenti software per convertire i formati di archiviazione dei files. La presentazione armonizzata dei dati può essere ottenuta attraverso accordi sull'uso di formati specifici, preferibilmente open source.

La **semantica** è lo studio del significato. Si focalizza sulla relazione tra significanti, come le parole, segni e simboli, e ciò che rappresentano. La congruenza semantica significa che due persone o sistemi qualsiasi deriveranno le stesse conclusioni dalle stesse informazioni. La variabilità semantica di dati e informazioni geografiche derivano da processi di astrazione per mezzo dei quali differenti comunità in ambienti multinazionali o multidisciplinari descrivono il mondo reale in modi diversi.

I concetti utilizzati per descrivere entità del mondo reale possono non coincidere in termini di contenuto (definizioni), grado di aggregazione (risoluzione semantica) e ricchezza di descrizione (numero di proprietà o attributi), portando a differenze nel livello di classificazione e/o aggregazione, come illustrato nella Tabella 2.

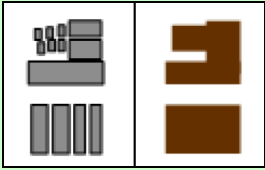
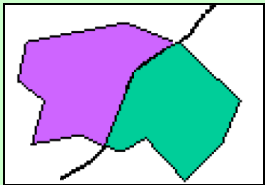
Esempi di differenze semantiche		
Livelli di aggregazione differenti		La stessa entità del mondo reale è rappresentata a diversi livelli di aggregazione (es. edifici, isolati)
Classificazioni differenti		La stessa entità è classificata in maniera differente ai due lati di un limite amministrativo (es.: zona industriale rispetto a zona edificata)

Tabella 2: Esempi di differenze semantiche di dati territoriali

Le differenze semantiche possono essere superate armonizzando i concetti o utilizzando tecnologie sviluppate all'interno del web semantico¹⁵. Dizionari di concetti, tassonomie, schemi di classificazione, elenchi di codici, ecc. sono alcuni dei veicoli utilizzati per pubblicare concetti concordati e armonizzati di dati territoriali.

La **rappresentazione territoriale** può causare un'ulteriore sfida all'integrazione dei dati geografici. Nelle rappresentazioni grafiche si trovano frequentemente inconsistenze che possono anche portare a problemi nell'elaborazione dei dati. Alcuni esempi tipici sono mostrati nella Tabella 3.

Gli accordi di interoperabilità e l'armonizzazione dei dati nelle SDI hanno l'obiettivo di eliminare incompatibilità e inconsistenza dei dati, esonerando perciò gli utilizzatori dall'esigenza di effettuare costose manipolazioni dei dati prima di poter iniziare a usarli nelle loro applicazioni. I paragrafi seguenti danno alcuni esempi di problemi di interoperabilità collegati a differenze nella rappresentazione spaziale, come illustrato nella Tabella 3.

Il primo esempio nella Tabella 3 mostra un'incompatibilità spaziale che deriva da differenti rappresentazioni spaziali. L'integrazione di *coverage* (raster) e dati vettoriali¹⁶ va raramente oltre la sovrapposizione e l'analisi visuale a causa dell'incompatibilità degli algoritmi di elaborazione. Mentre la conversione di dati vettoriali in semplici dati *coverage* è relativamente facile e può essere effettuata automaticamente, la conversione di dati *coverage* in vettoriali può richiedere la digitalizzazione della mappa.

In funzione del possibile uso dei dati, le caratteristiche spaziali dei fenomeni del mondo reale possono essere rappresentate usando modelli geometrici diversi. Tali modelli includono volumi in modelli tridimensionali (3D), o superfici in modelli 2D. I dati sulle stesse entità o entità simili modellate usando diverse tipologie geometriche hanno bisogno di essere modificati per poter essere integrati. Va sottolineato che, senza ulteriori informazioni, diverse forme di rappresentazione in genere possono essere trasformate solo diminuendo la dimensione. Ad esempio, un fiume può essere rappresentato attraverso un'area o una linea, come mostrato nella Tabella 3. Al fine di arrivare a una rappresentazione comune e interoperabile, la superficie deve essere collassata in una linea, attraverso l'utilizzo di vari algoritmi.

¹⁵ Vedi punto 4.1.6

¹⁶ I principali tipi di rappresentazioni spaziali sono descritte nel punto 4.1.7


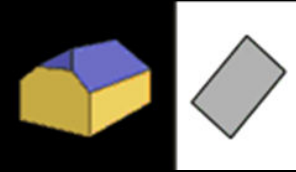
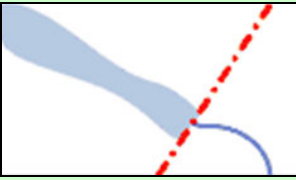
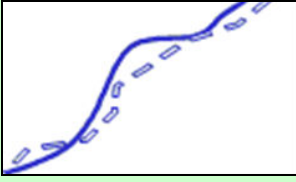
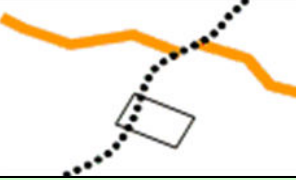
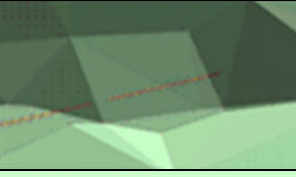
Rappresentazioni spaziali differenti		Efficienza limitata – sovrapposizione di rappresentazioni raster (ortoimmagini) e vettoriali (reticolo stradale)
Geometrie di rappresentazione differenti (2D o 3D)		Lo stesso edificio rappresentato con geometrie bi-dimensionali e tri-dimensionali
Geometrie piane di rappresentazione differenti		Un corso d'acqua è rappresentato da un poligono su un lato del limite amministrativo e da una polilinea sull'altro lato
Limiti amministrativi differenti		Possibili cause: Assenza di accordo tra le autorità pertinenti, errori di misura o di trasformazione, criteri diversi di generalizzazione
Sovrapposizione di oggetti territoriali e spostamenti delle geometrie		Errori lungo un limite amministrativo presumibilmente a causa del diverso sistema di proiezione iniziale
Incongruenze tra dati tematici (Modelli Digitali di Elevazione e reticolo stradale)		Violazione di interdipendenze naturali (es. la strada attraversa la superficie terrestre in assenza di un tunnel)

Tabella 3: Problemi di interoperabilità connessi alla rappresentazione territoriale

La posizione nel mondo reale di entità di carattere sociale e politico (come confini amministrativi, unità di gestione, ecc.) deve essere concordata dalle autorità competenti prima che essa venga distribuita come dato geografico. L'assenza di tali accordi può portare a rappresentazioni inconsistenti di oggetti territoriali adiacenti o intersecanti lungo i confini di tali entità. Differenze nella posizione dei confini, specialmente quelli degli stati, possono essere causati dall'uso di diversi sistemi di riferimento e proiezione¹⁷, il che può causare sovrapposizioni ingiustificate o discontinuità, come mostrato nel quinto esempio della Tabella 3.

La descrizione del mondo reale da un punto di vista specifico usando rappresentazioni astratte può non considerare le dipendenze naturali dei fenomeni del mondo reale. Ciò diventa evidente quando vengono integrati dati provenienti da varie sorgenti. Come mostrato nell'ultimo esempio della Tabella 3, la rappresentazione della strada che interseca la superficie del terreno, senza un tunnel, fornisce un modello inconsistente della realtà.

¹⁷ I sistemi di riferimento definiscono l'intelaiatura per descrivere la posizione degli oggetti territoriali usando le coordinate. Le proiezioni sono necessarie per rappresentare la superficie curva della Terra sui supporti piani (carta o schermo).

2.3 L'oggetto delle Infrastrutture di Dati Territoriali

Come affermato nel punto 2.1, la descrizione del nostro ambiente da diversi punti di vista, in differenti istanti temporali e con differenti livelli di dettaglio porta alla moltiplicazione dei dati territoriali, poiché ciascuna descrizione è orientata a scopi ben definiti. Le descrizioni, comunque, possono contenere elementi comuni. Più andiamo in profondità negli aspetti specifici, meno elementi comuni troviamo. Viceversa, alcuni aspetti, come i metodi di descrizione della posizione spaziale, sono condivisi da tutte le applicazioni.

Tra le innumerevoli applicazioni che usano dati territoriali, qual è il posto di una SDI? Le SDI dovrebbero includere gli aspetti territoriali comuni che costituiscano un riferimento di posizionamento generale per una grande varietà di applicazioni. Ad esempio, i dati demografici possono essere collegati agli indirizzi, o possono utilizzare la posizione geometrica delle unità amministrative. L'uso di dati di riferimento come un'ancora per collegare altre informazioni geografiche o commerciali è uno dei concetti centrali della *Digital National Framework* del Regno Unito.

L'obiettivo dei **Dati di riferimento** (*Reference Data*) è di stabilire un generico contesto di posizionamento che può essere riutilizzato (cioè a cui si può fare riferimento) per altre informazioni.

Gli strumenti per definire lo scopo di una SDI sono illustrati in Figura 5.

Una SDI tematica, come INSPIRE, può includere concetti generali relativi al tema in oggetto come, ad esempio, dati territoriali relativi all'idrologia. Seguendo il principio descritto precedentemente, solo quegli oggetti territoriali che hanno una forte potenzialità di riuso dovrebbero essere inclusi nell'infrastruttura. Applicazioni specifiche, come quelle che forniscono informazioni commerciali, sono al di fuori dell'obiettivo (*scope*) dell'infrastruttura.

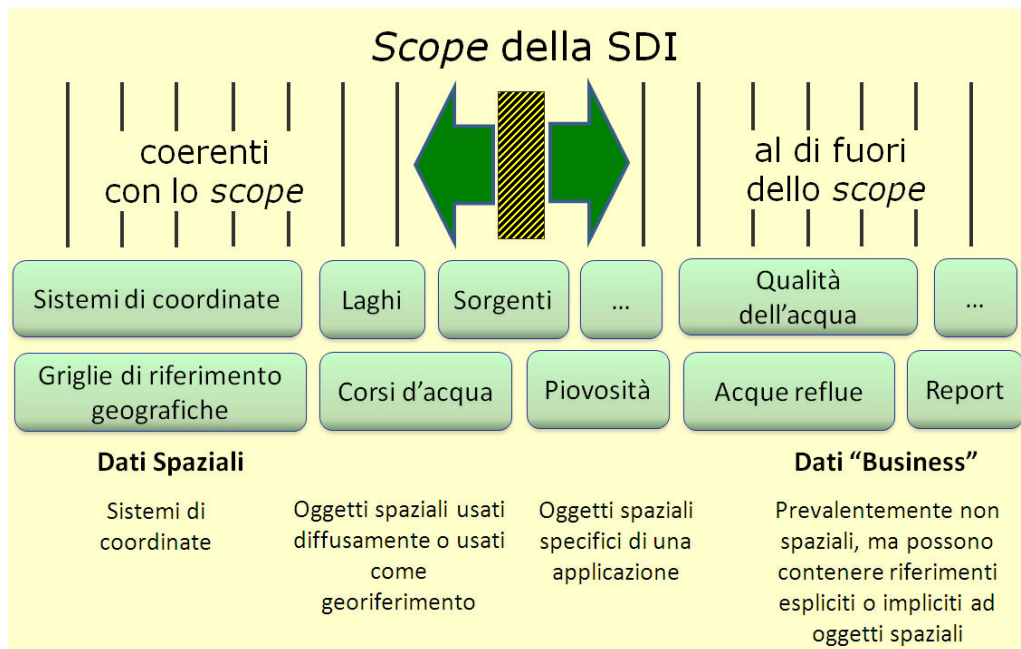


Figura 5: *Scope di una SDI*

Invece di includere molti dettagli nell'SDI, si dovrebbero informare i potenziali utilizzatori su come i dati territoriali forniti dall'infrastruttura possano essere usati e/o estesi per altri fini.

3 Lo Schema Concettuale di Riferimento per la Modellazione dei Dati nelle SDI

Un **modello di dati territoriali** è costruito per formalizzare la concettualizzazione dello spazio. Questo modello quindi include semantiche (concetti) per categorizzare oggetti territoriali all'interno dello scopo della descrizione (*universe of discourse*). Uno **schema applicativo** aggiunge una struttura logica alla semantica definita nel modello concettuale.

I dati territoriali rappresentano fenomeni del mondo reale in una forma astratta, che può essere strutturata in modelli di dati. All'interno di una comunità di *stakeholder*, i concetti dei modelli di dati in uso sono ben conosciuti e,

a volte, sono anche formalmente concordati. Coloro i quali si occupano di tematiche relative al catasto,

hanno una visione condivisa delle particelle catastali; gli specialisti della protezione della natura sanno cos'è una "area designata" e i topografi non hanno bisogno di spiegazioni riguardo le curve di livello. Riassumendo, ciascuna comunità rispetta alcune regole fondamentali relative ai modelli di dati utilizzati. Queste regole sono spesso pubblicate come regolamenti, standard, o sono condivise come convenzioni ed esempi di buone pratiche.

La modellazione dei dati e le specificazioni dei dati sono collegate, in primo luogo, alla raccolta dei dati e alla distribuzione del prodotto della loro elaborazione. Ma quale ruolo hanno nelle Infrastrutture di Dati Territoriali?

L'interoperabilità in una SDI implica che gli utilizzatori siano in grado di integrare dati territoriali da svariate fonti "senza un intervento manuale ripetitivo", cioè i dataset reperiti dagli utilizzatori nell'infrastruttura si basano su di una struttura comune e una semantica condivisa. Un modo di conseguire tale interoperabilità consisterebbe nel selezionare uno dei dataset e rendere gli altri conformi ad esso. Ad ogni modo, c'è un infinito numero di modi nei quali i dataset possono essere combinati; quindi ogni volta che un dataset viene scelto come modello di riferimento, tutti gli altri dovrebbero essere trasformati per essere conformi con le sue specificazioni. Questo inoltre richiederebbe la pubblicazione dei modelli dei dati per ciascun dataset sorgente. Questa soluzione non è efficiente dal punto di vista dei costi e non aggiunge molto valore alle soluzioni già disponibili nei GIS desktop.

Invece di definire obiettivi di interoperabilità caso per caso, è generalmente preferibile accordarsi su obiettivi di interoperabilità comuni che siano formalizzati e documentati per ciascun *data theme* cosicché possano essere interpretati e utilizzati sia da persone che da sistemi automatici.

Una **specificazione dei dati (data specification)** nel senso più ampio si riferisce sia alle specifiche di elaborazione dati che sono usate per la creazione di uno specifico dataset o prodotto (*data product specification*), sia alle specifiche dell'obiettivo di interoperabilità nelle SDI che sono usate per la trasformazione di dati esistenti così che condividano caratteristiche comuni (*interoperability target specification*). In questo report, il termine *data specification* si riferisce alle (*interoperability target specification*).

Una specifica dei dati contiene il modello dei dati e altre importanti informazioni relative ai dati, quali le regole per l'acquisizione, la codifica, e la distribuzione dei dati, così come i requisiti sulla qualità del dato, i metadati per la valutazione e l'uso, la coerenza dei dati, ecc.

Un fattore critico per il successo di ogni SDI è l'accettazione da parte degli *stakeholder*. Un approccio dal basso che crei un ambiente partecipativo nel processo di sviluppo delle specifiche prevede varie interazioni e feedback con le comunità degli stakeholder. E' quindi necessario un modello collaborativo che comprenda le garanzie necessarie per i processi di costruzione del consenso.

Poiché una SDI solitamente è composta da vari *data theme*, per i quali può essere richiesta un'interoperabilità di tipo cross-tematico, si dovrebbe costituire un robusto schema di riferimento che guidi in modo coerente il processo di sviluppo della componente dei dati. Questa idea è stata proposta in Germania già nel 1997 in forma di un modello base concettuale ("*AAA-Basischema*") per tre dataset nazionali: l'*Official Fixed Point Information System* (AFIS), l'*Official Real Estate Cadastre Information System* (ALKIS), e l'*Official Topographic Cartographic Information System* (ATKIS)¹⁸. L'iniziativa *The Geospatial Blue Book* nata negli USA (2005) ha avuto come scopo la creazione di un GIS per il Modello Dati Nazionale (*GIS for the Nation Data Model*¹⁹) e ha suggerito di mantenere gli schemi applicativi dei *data theme* in un sistema informativo comune che rafforzasse il trattamento coerente di concetti comuni.

Nell'Unione Europea, INSPIRE ha adottato un framework (schema di riferimento) concettuale che consiste di due sezioni principali, come mostrato nella Figura 6:

- il Modello Concettuale Generale;
- la metodologica per lo sviluppo delle specifiche dei dati.

¹⁸ <http://web.archive.org/web/19981206200623/http://www.adv-online.de/neues/oinhalt.htm>

¹⁹ <http://support.esri.com/en/downloads/datamodel/detail/42>

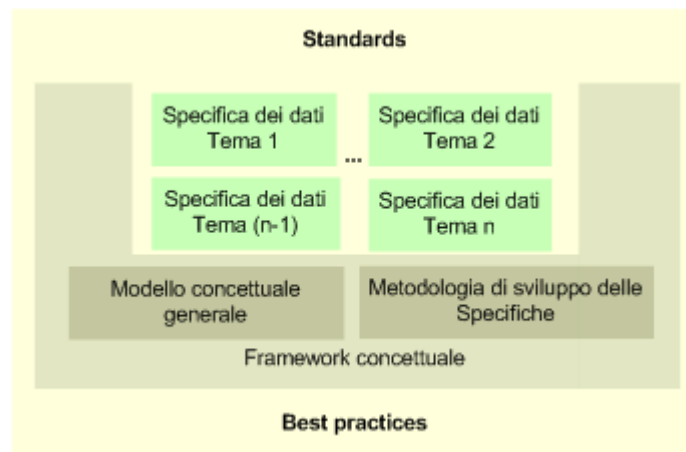


Figura 6: Relazioni in un *framework* concettuale

Il ruolo principale del framework è fornire una metodologia ripetibile per lo sviluppo di specifiche dei dati nonché informazioni generali per il processo di *data specification*, processo che è valido per tutte i temi. Il framework delinea un processo graduale e iterativo per istituire la componente dati: il lavoro dovrebbe iniziare con la definizione delle parti comuni e poi proseguire con le attività specifiche per tematica. In altre parole, il processo di specifica dei temi può iniziare solamente quando lo schema di riferimento concettuale è sufficientemente sviluppato²⁰.

L'introduzione del framework è in linea con il principio del riuso. Nel contesto delle SDI, il riuso è collegato non solamente con la condivisione dei dati in varie applicazioni, ma anche con la condivisione di conoscenze, soluzioni tecniche strumenti e componenti. Gli standard e gli esempi di buone pratiche dei fornitori di dati e delle comunità di utilizzatori rappresentano la base per la definizione dello schema di riferimento concettuale e del processo di specifica dei dati.

La complessità connessa con il raggiungimento di accordi sull'interoperabilità cresce con il numero dei temi e con il numero degli *stakeholder* partecipanti. INSPIRE, con i suoi 34 *data themes*, centinaia di esperti partecipanti e una documentazione rigorosa, è un buon esempio per illustrare il ruolo di un framework. Quindi, **i capitoli 4 e 5 sono basati principalmente sull'esperienza di INSPIRE**, e sono completati, dove utile, da input provenienti da altre iniziative.

Uno dei compiti principali dell'iniziativa INSPIRE è di permettere l'interoperabilità e, dove praticabile, l'armonizzazione dei dataset territoriali e dei servizi di dati in Europa. E' importante notare che l'interoperabilità deve andare oltre le singole comunità e prendere in considerazione le varie esigenze di informazione trasversali alle comunità stesse (Portele, 2010a).

Il modello concettuale generale (GCM – Generic Conceptual Model) rende più tangibili i concetti di interoperabilità e armonizzazione di dati attraverso l'utilizzo di **elementi di interoperabilità**. Questi elementi derivano dai requisiti e dagli obiettivi dell'infrastruttura, combinandoli con i corrispondenti termini tecnici della tecnologia geospaziale e della modellazione dell'informazione.

Una domanda pertinente è se la componente dati di una SDI possa essere istituita senza un modello concettuale generale. Per raggiungere l'interoperabilità all'interno di un singolo *data theme* non è indispensabile l'utilizzo di un modello concettuale generale, poiché una singola specifica di interoperabilità risolverebbe la mancanza di interoperabilità. Una SDI, comunque, consiste di molti temi che non formano flussi isolati di informazione. L'interoperabilità e l'armonizzazione sono necessarie se l'infrastruttura mira a condividere semantica, rappresentazione territoriale e sintassi attraverso i temi.

Nella Figura 7, ogni box rappresenta un elemento ben definito di uno schema applicativo che può essere un oggetto territoriale semantico, una rappresentazione geometrica, uno schema importato, una lista di codici,

²⁰ Il *framework* concettuale può essere sviluppato attraverso revisioni da parte della comunità degli *stakeholder*, test, e la sua manutenzione, cioè attraverso i cambiamenti che derivano dall'applicazione del *framework* concettuale nel processo dello sviluppo della *data specification*.

ecc. A causa della sovrapposizione tra i temi e il numero limitato di standard applicabili, alcuni di questi elementi devono essere trattati in modo simile.

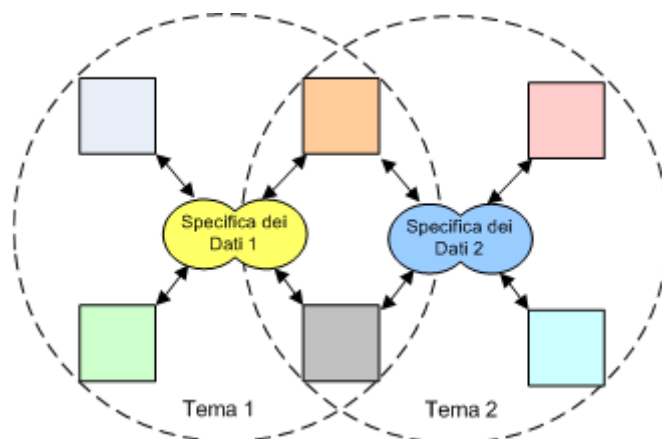


Figura 7: Interoperabilità cross-tematica nelle SDI (adattato da Lasschuyt e van Hekken, 2001)

Il modello generale concettuale (GCM) include i concetti condivisi di modellazione dei dati e di sviluppo delle specifiche dei dati. Gli elementi inclusi nel GCM non dovrebbero essere definiti nelle specifiche dei dati dei singoli temi. Viceversa, quando vengono individuati elementi comuni nelle specifiche dei dati di due o più temi, questi elementi devono essere rimossi dalle specifiche dei dati e inclusi nel GCM.

Anche se non è denominato “modello generale concettuale”, lo *United Kingdom’s Digital National Framework* (DNF) definisce principi, concetti e metodi per creare una migliore integrità dell'informazione territoriale. Esso affronta questioni trasversali, quali:

- aggancio di informazioni da molteplici fonti a una posizione di riferimento definitiva usando identificatori univoci;
- presentazione e formalizzazione strutturate per supportare la condivisione e il riutilizzo dei dati;
- attendibilità e integrità del dato;
- flessibilità necessaria per lo scambio di informazioni e applicazioni cross-business.

Una presentazione sintetica degli elementi di interoperabilità contenuti in un GCM è disponibile nella Tabella 4. Gli elementi presentati sono stati prevalentemente definiti all'inizio del lavoro tecnico su INSPIRE. Sono stati in seguito integrati dai risultati di iniziative di ricerca (ad es. l'uso di ontologie) e dall'esperienza pratica del processo di sviluppo di INSPIRE (l'aggiunta del *repository* dei modelli consolidati, lo spostamento della manutenzione delle specifiche dei dati dal GCM alla metodologia per lo sviluppo delle specifiche).

Concetti di base	Modellazione dei dati	Gestione dei dati
<ul style="list-style-type: none"> – Requisiti – Modello di riferimento – Supporto architetturale per l'interoperabilità – Terminologie – Testi multi-lingua e adattabilità culturale – Utilizzo delle ontologie – Sistemi di coordinate e unità di misura – Registri e sw per la loro gestione (<i>Registry</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> – Georeferenziazione degli oggetti – Aspetti spaziali e temporali – Regole per gli schemi applicativi e per i cataloghi degli oggetti – Schemi applicativi condivisi – <i>Repository</i> dei modelli consolidati – Rappresentazioni multiple – Estendibilità 	<ul style="list-style-type: none"> – Gestione degli identificativi – Congruenza tra dati – Qualità dei dati e dell'informazione – Metadati – Conformità – Regole per l'acquisizione dei dati – Linee guida per la trasformazione dei dati – Regole per la manutenzione dei dati – Rappresentazione dei dati – Distribuzione dei dati

Tabella 4: Elementi di interoperabilità per la componente dati di una SDI

Il primo gruppo di elementi di interoperabilità definisce un punto di partenza per il processo di specifica dei

dati sia nella teoria sia negli strumenti pratici. Il secondo gruppo supporta il processo di specifica dei dati, mentre il terzo rinforza l'interoperabilità dal punto di vista della gestione dei dati. Alcuni elementi, come il modello di riferimento, gli schemi applicativi condivisi, i sistemi di coordinate ecc., devono essere modellati, concordati e pubblicati. Altri devono essere gestiti e pubblicati in *registry* per supportare la condivisione dell'informazione durante la fase di sviluppo delle specifiche e durante la fase operativa dell'infrastruttura (cioè quando gli utilizzatori possono recuperare i dati secondo le specifiche di interoperabilità). Ci sono anche elementi che forniscono linee guida e esempi di *best practice* per supportare una implementazione coerente. Ciascun elemento riguarda tutti i temi ma il grado di importanza varia da tema a tema.

Il GCM di INSPIRE è implementato con una modalità iterativa. La prima versione era stata derivata dal *Data Specifications Drafting Team* secondo i requisiti della Direttiva INSPIRE, armonizzandoli con le specifiche tecniche presenti in standard internazionali e altro materiale di riferimento che descrive esempi di buone pratiche. Avendo migliorato la bozza del GCM sulla base della consultazione con gli stakeholder, la versione base è stata consegnata ai *Thematic Working Group* responsabili per lo sviluppo delle specifiche dei dati per i temi dell'Allegato I.

Il GCM è stato aggiornato nel corso dello sviluppo delle specifiche dei dati dell'Allegato I. Il cambiamento più rilevante è stato l'introduzione del modello generale delle reti, dato che si era visto che lo schema di rappresentazione delle reti era stato usato in due temi. I gruppi di lavoro tematici responsabili per lo sviluppo delle specifiche dei dati per i temi degli Allegati II e III hanno iniziato a lavorare con il GCM aggiornato, e hanno introdotto altri elementi condivisi durante le loro attività, come lo schema per le *coverage* e il modello per le osservazioni e le misure. Poiché lo sviluppo delle specifiche dei dati per gli Allegati II e III è ancora in corso, potrebbero venire fatti altri aggiornamenti al GCM. Ulteriori modifiche possono sorgere durante il processo di aggiornamento delle specifiche come presentato nella Figura 8.

Il Modello Concettuale Generale (GCM) di INSPIRE è un modello generale a rete che è stato introdotto quando per i temi Idrografia e Reti di Trasporto si sono dovuti modellare i dati spaziali, appunto, come "rete". Il modello concettuale generale deve garantire che siano usati gli stessi principi geometrici. Successivamente il GCM è stato impiegato per il tema Servizi di pubblica utilità (a rete).

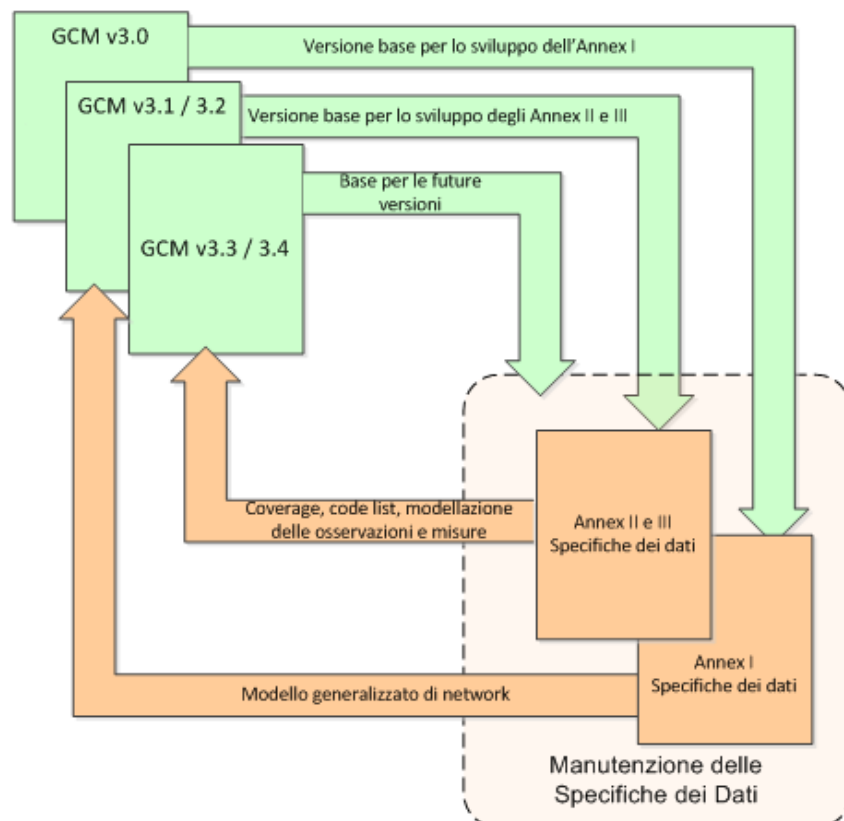


Figura 8: Sviluppo iterativo del Modello Concettuale Generale

Le sezioni seguenti forniscono ulteriori dettagli su ciascuno degli elementi di interoperabilità inclusi nella Tabella 4. A causa della natura dell'argomento, queste sezioni sono inevitabilmente più tecniche. I lettori maggiormente interessati al processo potrebbero tralasciare il punto 4 e andare direttamente al punto 5, "Metodologia per lo Sviluppo delle *Data Specification*".

4 Modello concettuale generale

4.1 Concetti base

4.1.1 Requisiti

L'esperienza mostra che i requisiti e i principi per la realizzazione di SDI possono essere dispersi tra documenti di indirizzo, atti legali, studi tecnici e vari altri documenti. Al fine di definire l'ambito di pertinenza delle attività tecniche richieste, questi requisiti e principi devono essere raccolti e sistematizzati. Una lista non esaustiva di questi principi può essere la seguente:

- nessun obbligo di raccogliere nuovi dati: le attività di sistematizzazione riguardano i dati esistenti e le future raccolte di dati avviate dai competenti organismi degli stakeholder;
- inclusività: qualche dato è meglio di nessun dato;
- approccio orientato agli utilizzatori: per definire cosa deve essere incluso (in termini di informazione geografica riusabile) nonché quale livello di descrizione è appropriato,
- nessun obbligo di cambiare gli attuali flussi di dati: ci si limita alla pubblicazione dei dati in accordo con gli obiettivi di interoperabilità condivisi, utilizzando i servizi di rete;
- la priorità è data alla trasformazione dei dati esistenti, non alla loro revisione/ristrutturazione
- riuso di standard, accordi e iniziative esistenti;
- fattibilità tecnica e proporzionalità (senza porre specifici vincoli sui componenti software) per assicurare che le specifiche possano essere allineate alle infrastrutture ICT dei produttori di dati;
- approccio di implementazione graduale;
- proporzionalità finanziaria e attenzione a costi-benefici per assicurare una soluzione ottimale;
- congruenza di informazioni e dati riferiti alla stessa localizzazione spaziale, alle differenti scale e risoluzioni e fra confini amministrativi (statali, regionali ecc.).

La chiarezza su questi requisiti di alto livello è il primo passo nella definizione del Modello Concettuale Generale (GCM), poiché questi requisiti sono successivamente tradotti in costrutti di modellazione e in elementi delle specifiche.

4.1.2 Modello di riferimento

Il modello di riferimento stabilisce dove applicare e come utilizzare gli standard per sviluppare la componente dati della SDI. Poiché gli standard, di regola, hanno un campo di applicazione più esteso di quanto serva in una SDI, è necessario essere d'accordo sui principi da seguire per adattarli allo specifico scopo. Questo processo di adattamento è sostanzialmente una contestualizzazione dello standard allo specifico campo di applicazione. Il modello di riferimento elenca inoltre le tipologie di servizi di tecnologia dell'informazione che possono essere utilizzati per accedere, elaborare e condividere i dati geografici e l'informazione correlata nell'infrastruttura. Un esempio di modello di riferimento è l'ISO 19101 (Geographic Information, Reference Model), che fornisce una descrizione di alto livello del processo di creazione dell'informazione geografica e delle modalità di integrazione degli standard applicabili in questo campo.

Il modello concettuale generale di INSPIRE può essere visto come una istanza specifica del modello ISO; questa istanza è la base per lo sviluppo delle specifiche dei dati. Il GCM può anche essere utilizzato per sviluppare altre infrastrutture in altri contesti geografici o tematici.

4.1.3 Supporto architetturale per l'interoperabilità dei dati

Integrare dati territoriali in una infrastruttura implica che l'accesso ai dati stessi è facilitato dagli altri blocchi costitutivi della SDI. Questi blocchi costitutivi comprendono i dati, i metadati, i servizi di rete nonché le soluzioni tecniche e organizzative per la condivisione dei dati.

Per avere prestazioni efficienti, i blocchi costitutivi della SDI devono essere collegati tra di loro, il che implica che devono essere coordinati e armonizzati in riferimento alle rispettive funzionalità e caratteristiche tecniche. Questa componente di interoperabilità riassume inoltre le regole e le tecnologie applicate alla pubblicazione degli elementi di informazione necessari per la comprensione e l'interpretazione dell'informazione geografica.

Nelle SDI, si accede ai dati territoriali attraverso Internet usando servizi che rendono disponibili funzioni specifiche tra cui la ricerca, l'interrogazione, la rappresentazione cartografica, la trasformazione delle coordinate. La componente dati della SDI deve tener conto delle caratteristiche dei **servizi di rete**. Per esempio, il servizio di Consultazione può comportare la disponibilità dei dati in un determinato sistema di riferimento geografico oppure l'applicazione di predefiniti stili di visualizzazione e di rappresentazione grafica. Ciò ha un impatto sulla componente dati.

I **metadati** forniscono informazione sui dataset e sui servizi presenti nell'infrastruttura. La funzione principale dei metadati è aiutare l'utilizzatore a ricercare dati e servizi esistenti nonché a valutarne l'adeguatezza rispetto ai propri scopi. I metadati per la valutazione e l'utilizzo sono strettamente connessi con i modelli dati e con gli altri elementi delle specifiche. Strutture dati, semantica, codifiche, eventuali requisiti di qualità e altre caratteristiche tecniche sono presenti nelle specifiche dei dati che vengono rese disponibili agli utilizzatori insieme con i metadati. Idealmente, dati e metadati vengono prodotti e mantenuti congiuntamente.

Scopo della **condivisione dei dati e dei servizi** è stabilire le condizioni armonizzate di accesso per i differenti gruppi di utilizzatori. In una SDI ideale, tutte le condizioni di uso sono chiare, complete, disponibili a tutti nonché pubblicate su rete in varie lingue in un contesto globale. I diritti assegnati ai differenti gruppi di utilizzatori nelle SDI sono gestiti tramite funzioni di controllo degli accessi.

I **servizi di registry** forniscono accesso ai registri²¹. Poiché hanno un ruolo importante nel processo di sviluppo delle specifiche dati, questi servizi sono inclusi come un elemento di interoperabilità nel modello concettuale generale.

4.1.4 Terminologie

La coerenza del linguaggio è di vitale importanza per l'interoperabilità semantica. La SDI necessita di uno strumento di riferimento per la condivisione dei termini e delle loro definizioni. I glossari, insieme con i Dizionari concettuali dei *feature* (oggetti o elementi territoriali), supportano lo sviluppo coerente dei documenti tecnici (specifiche, pagine web), migliorano la loro congruenza e consentono agli *stakeholder* di comprendere meglio i dati e i servizi presenti nell'infrastruttura. Per migliorarne l'accessibilità, essi devono essere realizzati come *registry*.

4.1.5 Testi multilingua e adattabilità culturale

Le SDI possono estendersi oltre frontiere linguistiche e culturali come pure oltre le aree di competenza delle varie comunità di utilizzatori. E' pertanto necessario stabilire meccanismi per superare la difficoltà di avere una comprensione comune del significato dei termini.

“La soluzione del problema delle risorse multilingua non è la traduzione di tutto in un linguaggio comune (es. l'inglese). Spesso, è sufficiente avere le risorse nella loro lingua originale, piuttosto che in versione tradotta” (European Committee for Standardization, 2011). Questa affermazione solleva due problemi:

- cosa dovrebbe essere tradotto;
- quando e come tradurre.

Per consentire la leggibilità da parte del computer, l'uso di testi descrittivi nelle SDI dovrebbe essere limitato al massimo, specialmente nelle specifiche tecniche. Idealmente, i termini sono archiviati in dizionari centrali (multilingua) dove sono tradotti in tutte le lingue degli utilizzatori di riferimento. Questi dizionari gestiti centralmente possono essere utilizzati da utilizzatori umani oppure da strumenti di traduzione

²¹ Ulteriori dettagli sono disponibili nel punto 4.1.8.

automatica, contribuendo di conseguenza ad eliminare la necessità di traduzioni ad-hoc a carico di utilizzatori che possono non essere pienamente a conoscenza della terminologia tecnica. Per l'accesso ai dati e per facilitare la comprensione è utile sviluppare strategie di reperimento dell'informazione basate su più linguaggi. Conseguentemente, *code list*, dizionari concettuali e cataloghi degli elementi conformi agli standard ISO dovrebbero essere multilingua.

Le regole per i nomi geografici sono differenti²² da quelle per i testi descrittivi. Poiché i nomi geografici costituiscono riferimenti spaziali indiretti che sono largamente utilizzati nell'interrogare altre forme di informazione territoriale, è essenziale che i nomi e i corrispondenti esonimi²³ siano disponibili nelle lingue prevalenti e nelle lingue delle minoranze; nessuno di questi nomi può essere sostituito da sue traduzioni.

4.1.6 Utilizzo delle ontologie

Le ontologie sono rappresentazioni formali della semantica che possono facilitare il superamento delle diversità culturali e il dialogo tra differenti gruppi di *stakeholder*. SKOS (*Simple Knowledge Organization System*) fornisce uno strumento standard e a basso costo, per migrare la conoscenza esistente da sistemi di diverso tipo (come i tesauri, le tassonomie, gli schemi di classificazione ecc.) al Web semantico basato sulle similarità nelle loro strutture. SKOS può essere usato da solo o in combinazione con linguaggi di rappresentazione formale della conoscenza come OWL (Ontology Web Language).

Le ontologie sono utili per catturare gli aspetti multi-culturali solo se sono sufficientemente ricche da includere l'informazione contestuale necessaria alle differenti comunità per ottenere una comprensione condivisa. Questa componente di interoperabilità fornisce una guida per lo sviluppo di ontologie nelle SDI.

Sebbene l'uso operativo delle ontologie nelle SDI, INSPIRE compresa, sia limitato, è opportuno rilevare che progetti di ricerca e tecnologie emergenti del Web Semantico stanno aprendo nuove prospettive per il loro utilizzo.

4.1.7 Sistemi di coordinate e unità di misura

Una posizione spaziale può essere definita dai valori delle coordinate dei punti geometrici che rappresentano l'oggetto territoriale. E' necessario un sistema di riferimento per definire le coordinate. Inoltre, per rappresentare la superficie sferica della Terra su di un piano bidimensionale (mappe cartacee, schermi ecc.) è necessario un sistema di proiezione. La scelta dei sistemi di coordinate e di proiezioni varia da stato a stato (al fine di minimizzare gli errori associati) e da comunità a comunità (al fine di ottimizzare le analisi spaziali e le rappresentazioni in funzione dell'uso). Per integrare dati originariamente definiti in sistemi di riferimento e/o proiezioni differenti, è necessario trasformare tutti i dati nello stesso sistema.

In INSPIRE, per le coordinate orizzontali si adotta il sistema ITRS (International Terrestrial Reference System) con la sua versione europea ETRS; per la componente verticale si usa EVRS (European Vertical Reference System). Le proiezioni proposte sono la ETRS89-LAEA (Lambert Azimuthal Equal Area) e la ETRS89-TMzn (Transverse Mercator).

I sistemi comuni di riferimento e di proiezione scelti per permettere l'interoperabilità devono essere descritti precisamente. La coesistenza di differenti sistemi di riferimento comporta il loro inserimento nel *registry* e la messa a disposizione degli specifici parametri di trasformazione necessari per passare da un sistema all'altro.

Il GCM dovrebbe inoltre regolamentare le unità di misura. Sulla base delle iniziative di standardizzazione in campo internazionale, si dà preferenza al Sistema Internazionale di unità misura (SI), con l'eccezione degli angoli che usualmente sono indicati in gradi. In aggiunta ai sistemi lineari, si possono usare sistemi di misura parametrici o non basati sulla lunghezza²⁴.

²² In INSPIRE si utilizzano tutte le lingue ufficiali dell'Unione Europea.

²³ Un nome geografico utilizzato in una specifica lingua per un oggetto territoriale ubicato fuori dell'area in cui tale lingua è parlata; ad esempio il nome inglese "Brussels" è un esonimo di Bruxelles o Brussel

²⁴ Come il sistema barometrico oppure i sistemi basati su altre lunghezze (es. le miglia).

4.1.8 Registri e *registry*

Una SDI comprende una quantità di elementi che richiedono descrizioni univoche e la possibilità di essere referenziati. A questi elementi, i registri assegnano identificatori unici nonché le rispettive definizioni e/o descrizioni. I registri sono spesso realizzati come *registry*, cioè tramite sistemi informativi dedicati alla gestione dei registri stessi. I *registry* sono strumenti per condividere informazione e conoscenza. Al fine di facilitare il riuso dei concetti e dei componenti nella fase di sviluppo dell'infrastruttura, i *registry* sono inclusi nel GCM. Nelle SDI operative i *registry* forniscono agli utilizzatori la possibilità di avere una completa comprensione della semantica e della struttura dei dati.

Senza pretesa di essere esaustivi, si elencano qui di seguito alcuni esempi di registri che sono di interesse per le SDI:

- **Glossario:** documenta la terminologia adottata nell'infrastruttura;
- **Dizionario concettuale dei *feature*:** stabilisce un insieme di concetti (nome, definizione, descrizione) correlati agli oggetti territoriali e che possono essere usati per descrivere l'informazione geografica;
- **Registro dei cataloghi dei *feature*:** questo registro, basato sui cataloghi dei *feature* di cui allo standard ISO 19110, contiene definizioni e descrizioni dei tipi di oggetti territoriali, delle loro proprietà e dei componenti associati che si presentano in uno o più dataset, insieme con le operazioni applicabili;
- **Repository consolidato dei modelli:** è il contenitore di tutti i modelli dati in un determinato *conceptual schema language*, che permette di gestire le interdipendenze tra i modelli;
- **Registro delle *code list*:** è il vocabolario validato ed espandibile, che descrive i domini dei valori di specifiche proprietà in uno schema applicativo, che è gestito separatamente nel suo specifico dizionario;
- **Registro dei sistemi di coordinate:** elenca i sistemi di coordinate, datum, sistemi di proiezione e operazioni sulle coordinate che sono usate nell'infrastruttura;
- **Registro delle unità di misura:** espone le unità di misura che possono essere impiegate nei set di dati territoriali;
- **Registro dei namespace:** gestisce l'unicità dei *namespace* che possono essere riutilizzati, ad esempio, per gli identificatori di oggetti esterni nell'ambito dell'infrastruttura;
- **Registro delle rappresentazioni:** supporta la configurazione dei servizi di consultazione e la condivisione di stili definiti dagli utilizzatori;
- **Registro degli schemi di codifica:** racchiude le specifiche di codifica dei dati adottate nell'infrastruttura.

4.2 Modellazione dei dati

4.2.1 Georeferenziazione degli oggetti

In alternativa all'assegnazione esplicita delle coordinate, l'ubicazione di un fenomeno può essere definita tramite la sua relazione ad un oggetto territoriale preesistente. Questa modalità di referenziazione indiretta è possibile tramite:

- la specificazione dei riferimenti ad altri oggetti territoriali;
- l'utilizzo di un identificatore geografico proveniente da un *gazetteer*.

La referenziazione degli oggetti riutilizza le coordinate geometriche dell'oggetto territoriale referenziato, specificando come la nuova informazione può essere messa in rapporto con coordinate esistenti. Per esempio, nel caso della referenziazione lineare, un oggetto lineare preesistente (ad es. un tratto di strada) può essere usato per localizzare un altro oggetto territoriale (ad es. una fermata di autobus) tramite l'indicazione della sua distanza dall'inizio del tratto.

Un *gazetteer* viene utilizzato per ricercare ed estrarre elementi di un dizionario georeferenziato. Questo metodo alternativo di referenziazione è particolarmente utile nel caso di nomi geografici e di indirizzi.

4.2.2 Aspetti spaziali e temporali

Ci sono due vie per descrivere l'ambito spaziale o distribuzione degli oggetti territoriali: rappresentare i dati come set di dati vettoriali oppure come set di dati '*coverage*'.

L'approccio geografico tradizionale considera il mondo reale come composto da strutture ben identificabili e dotate di proprietà oggettive. Questo approccio conduce ai dati vettoriali, in cui ogni fenomeno è visto come un singolo oggetto territoriale con una sua specifica identità. Questi oggetti sono rappresentati come punti, superficie o volumi (in rappresentazioni 3D complete). Le proprietà di tali oggetti sono descritte come attributi. I dati vettoriali permettono di rispondere alla domanda: *Dove sono gli oggetti territoriali che appartengono a uno specifico tipo e quali sono le loro proprietà?*.

Un'altra strada per descrivere il mondo reale è vederlo come un continuum di campi dove un qualsiasi fenomeno è rappresentato da un numero di variabili, ognuna delle quali può essere misurata su ogni punto della superficie terrestre. Questi valori cambiano attraverso lo spazio e/o il tempo (Longley et al., 2011). Questo metodo di rappresentazione, che è di solito denominato *coverage* (copertura), è molto comune nelle osservazioni e nelle misure, comprese le rilevazioni satellitari. Da un punto di vista matematico, una copertura è una funzione che fornisce una risposta alla domanda: *Qual'è il valore (di una specifica proprietà) in corrispondenza di una specifica posizione?* I valori attribuiti rappresentano spesso distribuzioni di grandezze come la temperatura, l'altitudine o la popolazione umana. Le coperture più utilizzate sono griglie che contengono un insieme di valori, ognuno dei quali è associato ad uno degli elementi presenti in una disposizione regolare di punti o di celle.

Entrambe queste rappresentazioni spaziali sono necessarie in quanto esse “esprimono [...] il mondo: sia come uno spazio popolato da cose, sia come uno spazio in cui le proprietà variano” (Woolf et al., 2010). Sarebbe opportuno notare che la forma di rappresentazione spaziale non è predefinita dal contenuto dei dati. Nell'ambito della stessa applicazione, può risultare utile passare da una rappresentazione all'altra. Ad esempio, una coppia stereoscopica di immagini digitali da aereo o da satellite (nativamente *coverage*) può essere usata per estrarre dati di quota che poi possono essere rappresentati come dati vettoriali (curve di livello, punti quotati, linee di discontinuità ecc.) oppure come una griglia di quote (che quindi costituisce una nuova *coverage*).

Per i riferimenti temporali è necessario stabilire su quale fuso orario e su quale calendario basarsi. L'utilizzo generalizzato del calendario Gregoriano insieme con la scelta e l'accettazione di un determinato fuso orario semplifica la gestione dei dati. Per SDI internazionali e globali è ragionevole utilizzare lo standard UTC (Coordinated Universal Time). L'interoperabilità è ulteriormente supportata dall'utilizzo di metodi univoci e ben definiti per la rappresentazione delle date e dei tempi in accordo con lo standard ISO 8601 (Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times).

4.2.3 Regole per gli schemi applicativi e per i cataloghi dei *feature*

Come ricordato in precedenza, uno schema applicativo è un modello concettuale dei dati che è sviluppato per un'applicazione specifica (nella produzione di dati) o per stabilire un obiettivo di interoperabilità tra *data theme* nelle SDI. Lo schema applicativo contiene i tipi di oggetti territoriali, le loro relazioni e i loro attributi, così come eventuali vincoli applicabili agli elementi del modello. Nelle SDI ogni tema contiene almeno uno schema applicativo. Ulteriori schemi applicativi possono essere introdotti quando:

1. un tema è troppo “grande” ed è possibile effettuare una divisione logica sulla base di differenti punti di vista. Questa situazione è comparsa in INSPIRE per il tema “Reti di trasporto”, per il quale sono stati sviluppati schemi applicativi separati in relazione a strade, ferrovie, trasporto marittimo, trasporto aereo e impianti a fune.
2. il tema ha un modello dati di base che è legalmente vincolante per la realizzazione nonché uno o più modelli dati estesi che sono raccomandati ma non obbligatori.
3. Livelli di aggregazione differenti (scale o risoluzioni differenti) devono essere modellati esplicitamente.

Le regole per la modellazione concettuale indicano come il mondo reale dovrebbe essere rappresentato in uno schema applicativo. Un Dizionario Concettuale dei *feature* condiviso e mantenuto per tutti i temi contribuisce alla congruenza dei dati ed elimina le ridondanze.

Le regole per gli schemi applicativi contengono i costrutti di modellazione che sono adottati nel realizzare gli schemi applicativi. Modelli omogenei quanto più possibile semplici facilitano sia il processo di specifica sia l'adozione delle specifiche da parte dei produttori dei dati.

L'uso di un comune *conceptual schema language*²⁵, per la documentazione formale dei modelli dati consente l'elaborazione automatica degli schemi applicativi. Attualmente, il linguaggio più frequentemente utilizzato è l'UML (*Unified Modelling Language*). Gli *stakeholder* di una SDI possono mettersi d'accordo sull'uso di un particolare profilo UML, cioè su eventuali restrizioni degli elementi UML utilizzabili.

Un catalogo dei *feature* è una rappresentazione equivalente dell'informazione presente nello schema applicativo. Questi cataloghi svolgono un ruolo importante in quanto:

- consentono la conversione dell'informazione degli schemi applicativi in testi che possono essere letti dagli utilizzatori;
- supportano il multilinguismo in quanto sono tradotti nei linguaggi degli *stakeholder* (al contrario, lo schema applicativo dovrebbe essere gestito solamente in un unico linguaggio comune);
- facilitano la ricerca e l'accesso ai singoli elementi nello schema applicativo, da parte sia degli utilizzatori sia di strumenti software, quando questi cataloghi sono pubblicati attraverso un servizio di *registry*.

4.2.4 Schemi applicativi condivisi

Questo elemento di interoperabilità dei dati mette insieme i componenti riutilizzabili dei modelli che possono essere sfruttati in più schemi. Nella Figura 7 del cap. 3, i componenti riutilizzabili si trovano all'intersezione dei due temi. Questi schemi applicativi possono essere sia definiti per la specifica infrastruttura sia importati da altre analoghe iniziative.

Un piccolo ma largamente utilizzato modello è lo schema per gli identificatori unici. La struttura degli identificatori unici è descritta nel punto 4.3.1. Un altro esempio è il già ricordato modello generalizzato di rete. Lo schema applicativo "Osservazioni e misure" è condiviso da molti temi di INSPIRE, come Impianti di monitoraggio ambientale, Elementi geografici oceanografici, Condizioni atmosferiche, Elementi geografici meteorologici, Suolo e Geologia.

Gli schemi applicativi condivisi sono uno strumento importante per consolidare la congruenza intertematica e l'interoperabilità. Appare ragionevole, di conseguenza, controllare gli schemi applicativi esistenti prima di sviluppare un nuovo tema in una SDI. Il *repository* di modelli consolidati descritto nel punto seguente fornisce un accesso immediato a tutti gli schemi applicativi sviluppati nel contesto di una data SDI. Quando tale *repository* non esiste, gli sviluppatori devono controllare gli standard e altro materiale di riferimento come descritto nel paragrafo di analisi "as-is" del punto 5.3.

4.2.5 Repository dei modelli consolidati

Nel contesto di una SDI, dove possono coesistere differenti gruppi tematici che si dedicano allo sviluppo e alla manutenzione dei modelli dati, è cruciale avere una visione d'insieme esaustiva e allo stesso tempo concisa degli accordi e dei risultati correlati al processo di modellizzazione dei dati. Uno specifico strumento è necessario per fornire questa visione d'insieme e conseguentemente per permettere il (ri)uso congruente dei modelli sviluppati dai vari gruppi.

Il processo di specifica dei dati in INSPIRE ha adottato un ***repository dei modelli consolidati*** contenente i modelli fondamentali condivisi (come quelli provenienti dagli standard, sia ISO che altri), il modello concettuale generale (GCM) e gli schemi applicativi dei temi. L'adozione del *repository* dei modelli consolidati è stata l'unica strada praticabile per sviluppare congiuntamente modelli dati congruenti e schemi applicativi per i 34 *data theme*, poiché ha permesso al gruppo di esperti, operanti su modelli dati specifici dei vari temi, di tenersi informati reciprocamente e di rilevare approcci di modellizzazione con somiglianze, sovrapposizioni o carenze mutue. L'esperienza INSPIRE ha mostrato il notevole valore di questa modalità operativa, come è riassunto qui di seguito.

²⁵ Un *conceptual schema language* è un linguaggio formale (basato su formalismi concettuali) con lo scopo di rappresentare schemi concettuali (ISO 19101:2005). Un linguaggio di questo tipo di solito è leggibile in modo automatico per facilitare la transizione agli schemi di codifica.

In primo luogo, i modelli di base sono generati in accordo a standard diversi e di solito sono presentati come diagrammi o grafici statici. Il *repository* dei modelli consolidati li rende disponibili in un solo luogo in forma riutilizzabile. Mediante l'impiego di specifico software di modellazione, è possibile lavorare direttamente con i modelli dati inclusi in questi standard, importandone i componenti di interesse (profili) nei modelli dati specifici di ogni tema. Conseguentemente, gli standard sono applicati in modo simile per ogni tema.

In secondo luogo, ogni oggetto territoriale, indipendentemente dallo schema applicativo o dal tema in cui è creato, può essere richiamato da altri schemi applicativi oppure in altre categorie tematiche. Questo è un passaggio cruciale per consolidare la congruenza tra modelli dati in differenti categorie tematiche e conseguentemente per assicurare l'interoperabilità.

In terzo luogo, presentare modelli dati in linguaggi per gli schemi concettuali (ad es. UML utilizzando ISO/TS 19103:2005) e in forma grafica (ad es. come diagrammi UML) fornisce una presentazione dei dati immediata e di facile comprensione, la quale risulta essere anche comprensibile in via automatica. I testi descrittivi degli schemi (cataloghi dei *feature*) così come le voci del Dizionario concettuale dei *feature* possono essere derivati automaticamente dalla documentazione dei modelli dati nel *repository* consolidato. Questa possibilità aiuta ad evitare incongruenze nella documentazione testuale delle specifiche.

Infine, il *repository* rende possibile generare modelli automaticamente utilizzando lo schema di codifica GML/XML²⁶. Si raccomanda di rendere disponibili sia i modelli UML sia gli schemi di codifica GML/XML come registries nell'ambito dell'infrastruttura al fine di supportare la selezione e l'utilizzo dei modelli. Per esempio, gli stakeholder possono usare i modelli UML come una base per creare estensioni che coprono requisiti specifici di domini applicativi o di contesti territoriali a livello di stato o di regione. Questi modelli possono anche essere sfruttati dagli *stakeholder* per generare automaticamente altre forme di codifica.

Ai fini dell'utilizzo, è essenziale avere accesso agli schemi di codifica relativi ad una determinata specifica di dati, per permetterne ad es. la validazione automatica. Quando i modelli e gli schemi sono aggiornati nell'ambito delle procedure di manutenzione, è di fondamentale importanza che si possa accedere alle differenti versioni dei modelli dati e delle codifiche al fine di poter evidenziare il loro stato corrente (valido, annullato ecc.).

4.2.6 Rappresentazioni multiple

Come notato nel punto 2.2, i fenomeni del mondo reale possono essere descritti a differenti livelli di dettaglio. Questi fenomeni sono espressi nei livelli di aggregazione dei concetti utilizzati per l'astrazione (singoli edifici oppure un'area edificata) e/o nella rappresentazione spaziale (un fiume rappresentato come poligono o dal suo asse). Scala e risoluzione sono sempre scelte in funzione degli effettivi requisiti dell'utilizzatore.

Se c'è necessità di avere differenti scale e risoluzioni per uno specifico tema in una SDI, i diversi livelli di dettaglio possono essere modellati esplicitamente mediante schemi applicativi separati che forniscono rappresentazioni multiple del mondo reale. Al fine di assicurare la coerenza delle rappresentazioni, gli schemi applicativi devono essere collegati tra loro. Il processo di aggregazione spaziale dovrebbe essere supportato da strutture gerarchiche di generalizzazione/specializzazione all'interno del modello. Per esempio, un oggetto territoriale definito come isolato in una rappresentazione a piccola scala dovrebbero essere collegato con i singoli edifici della rappresentazione a grande scala attraverso una relazione di aggregazione. Questa modalità operativa, che supporta la propagazione automatica degli aggiornamenti dalle scale maggiori a quelle minori, ha un effetto positivo sulla possibilità di assicurare la manutenzione dei dati. Con riferimento all'esempio precedente, le caratteristiche dell'isolato cambieranno automaticamente in funzione del numero di edifici attribuiti a questo isolato.

Le rappresentazioni multiple aumentano la complessità degli schemi applicativi. Di conseguenza, questo approccio dovrebbe essere giustificato da stringenti requisiti utente. Generalmente è consigliabile adottare nel modello il minor numero di livelli possibile. L'esperienza di INSPIRE mostra che è stato possibile contenersi nell'ambito di un solo schema applicativo generico nella grande maggioranza dei temi.

²⁶ Maggiori dettagli sulla codifica sono presenti nel punto 4.3.10.

4.2.7 Estendibilità

Le specifiche di interoperabilità vengono sviluppate sulla base dei requisiti che sono di interesse comune per molti utilizzatori. Al fine di evidenziare applicazioni concrete o di collegare informazioni di tipo commerciale, gli utilizzatori possono essere interessati ad estendere le *data specification* fornite dall'infrastruttura. Queste estensioni possono essere contributi importanti per lo sviluppo ulteriore dell'infrastruttura, a condizione che l'estensione:

- non cambi nulla nella specifica di interoperabilità *target*, ma anzi utilizzi questa specifica e tutti i requisiti ad essa collegati come riferimento normativo;
- non inserisca un requisito aggiuntivo che sia in conflitto con uno qualunque dei requisiti della specifica di interoperabilità *target* o del modello concettuale generale.

Le estensioni possono aggiungere nuovi schemi applicativi, nuovi oggetti territoriali e tipi di dati, nuovi vincoli agli schemi applicativi; possono inoltre definire ulteriori regole di visualizzazione ecc. Anche la code list può essere estesa, purché l'infrastruttura non la identifichi come una code list gestita centralmente.

4.3 Gestione dei dati

4.3.1 Gestione degli identificatori

Gli identificatori unici (UID) sono necessari per mettere in relazione i nuovi oggetti territoriali con quelli già esistenti nonché per reperire dati geografici. Possono distinguersi due tipi di identificatori:

- identificatori esterni, che individuano univocamente le occorrenze degli oggetti territoriali;
- identificatori tematici, che hanno lo scopo di individuare univocamente fenomeni del mondo reale.

Gli identificatori esterni dovrebbero soddisfare le condizioni seguenti:

- unicità: due oggetti territoriali non possono avere lo stesso identificatore;
- persistenza: un identificatore non cambia nel corso della vita di un oggetto territoriale e inoltre non è mai riassegnato;
- tracciabilità: deve esistere un meccanismo per reperire un oggetto territoriale nell'infrastruttura sulla base dell'identificatore;
- fattibilità: gli UID nell'infrastruttura possono essere creati sulla base di UID gestiti da organizzazioni differenti.

Gli identificativi assegnati nell'ambito di una applicazione GIS non rispettano il criterio di unicità, poiché non garantiscono che la stessa sequenza alfanumerica non sia utilizzata anche in un altro luogo o in un'altra applicazione. Pertanto, gli identificatori unici devono essere esterni e consistere di due parti:

- un *namespace* per identificare l'origine dei dati; i *namespace* sono controllati dal fornitore dei dati e dovrebbero essere inclusi nel Registro dei *Namespace*;
- un identificatore locale, assegnato sempre dal fornitore dei dati; l'identificatore locale è unico nel suo *namespace*, nel senso che nessun altro oggetto territoriale utilizza lo stesso identificatore unico.

Gli identificatori tematici di oggetti (ad es. gli identificatori di località ICAO per gli aeroporti oppure i codici NUTS per le unità statistiche) veicolano conoscenza codificata che è importante per la SDI. Comunque, nella maggior parte dei casi questi identificatori tematici non possono essere considerati come identificatori esterni, perché non tutte le quattro condizioni sopra richiamate sono soddisfatte. Questi identificatori dovrebbero di conseguenza essere assegnati come attributi tematici degli oggetti territoriali.

Gli identificatori tematici possono essere utilizzati per stabilire relazioni tra oggetti territoriali in differenti dataset che fanno riferimento allo stesso oggetto del mondo reale. Per esempio, oggetti estratti da un dataset contenente informazioni sulla geometria di un reticolo fluviale potrebbero essere integrati con oggetti di un altro dataset con informazioni sulla qualità dell'acqua, sotto la condizione che entrambi questi dataset utilizzino lo stesso identificatore tematico, ad es. l'identificatore del fiume (o del suo tratto) stabilito da una qualche normativa ambientale o da un catasto delle risorse idriche. Per questa ragione, gli identificatori

tematici per gli oggetti del mondo reale sono gestiti, ad esempio, in Gran Bretagna nel contesto delle attività relative agli open data (Chief Technology Officer Council 2011).

4.3.2 Congruenza tra dati

Quando si integrano dati provenienti da fonti differenti, dopo aver trasformato²⁷ i dati come prescritto dalle specifiche di interoperabilità, possono ancora persistere alcune differenze residue²⁸. Ai fini della congruenza, i fornitori di dati devono allineare i loro dati sulla base degli accordi reciproci su classificazione e/o posizione dei relativi oggetti territoriali.

Questo elemento di interoperabilità fornisce linee guida sul quando è possibile allineare i dati e sul come il processo può essere organizzato. Alcuni temi nell'infrastruttura (come condizioni atmosferiche, oggetti geografici della meteorologia, oggetti geografici oceanografici, regioni marine ecc.) sono meno influenzati da questa questione data la loro natura transfrontaliera, transitoria o sfumata. L'allineamento dei dati di posizione non si applica a insiemi di dati non rilevati contemporaneamente. Le "incongruenze" in relazione a differenti momenti temporali non sono considerate incongruenze in senso stretto.

Quando ha senso allineare i dati, per esempio lungo i confini, i fornitori dei dati dovrebbero raggiungere un accordo sulla "vera" posizione degli oggetti territoriali da far corrispondere oppure sui principi del processo mediante il quale effettuare il riallineamento. La congruenza tra differenti temi dovrebbe essere perseguita solo nell'ambito di livelli di dettaglio identici o molto simili.

Quando differenti informazione geografica si riferiscono alla stessa localizzazione, le interdipendenze devono essere prese in considerazione. Per esempio, una strada e un fiume non possono incrociarsi in assenza di un ponte, di un tunnel o di un traghetto. Una lista iniziale di interdipendenze tra temi è prodotta nel processo di definizione delle finalità del tema²⁹.

4.3.3 Qualità dei dati e dell'informazione

Quando gli utilizzatori devono valutare se i dati sono adatti ai loro scopi, la qualità dei dati diviene un aspetto importante. Per facilitare gli utilizzatori, la presentazione della qualità dei dati dovrebbe essere simile per tutti i temi, laddove possibile.

Dal punto di vista di una SDI, una scarsa qualità dei dati può compromettere l'interoperabilità. Tuttavia, non si dovrebbero escludere dei dati dall'infrastruttura a causa della loro bassa qualità. E' meglio avere dati "di scarsa qualità" piuttosto che non averne affatto. Conseguentemente, si dovrebbe valutare attentamente quali requisiti sono indispensabili per il corretto funzionamento dell'infrastruttura. Per esempio, dal punto di vista dell'interoperabilità, i requisiti di congruenza logica (che hanno portato alla definizione della semantica e delle strutture dei dati) sono più "importanti" di quelli di accuratezza posizionale.

Nel contesto delle SDI, è più corretto stabilire i risultati da perseguire, piuttosto che stabilire a priori i requisiti di qualità dei dati. I risultati da perseguire dipendono anche dalla natura dei dati – i livelli di qualità più stringenti si applicano ai dati di riferimento, che sono utilizzati per referenziare gli oggetti territoriali. L'obiettivo di questo elemento di interoperabilità consiste nello stabilire sia un modello concettuale dei fattori di qualità dei dati applicabili sulla base degli standard pertinenti³⁰ sia i valori di soglia dei risultati attesi nei test di conformità³¹. Lo scopo ultimo consiste nel fornire agli utilizzatori finali una qualche assicurazione sull'affidabilità dell'informazione tramite indicatori tracciabili³² o misure sia di singoli fattori di qualità dei dati (come la completezza, la congruenza, l'aggiornamento, l'accuratezza ecc.) sia della conformità di un dataset nel suo insieme.

²⁷ La trasformazione dei dati è trattata nel punto 4.3.7.

²⁸ Vedere gli esempi nel punto 2.2.

²⁹ Vedere il punto 5.1

³⁰ ISO 19113, ISO/TS 19138 sostituito da ISO 19158

³¹ Vedere i dettagli nel punto 4.3.5

³² Vedere QA4EO di GEOSS

4.3.4 Metadati

I metadati forniscono “informazione sull’identificazione, l’ambito di pertinenza, la qualità, lo schema spaziale e temporale, il riferimento spaziale, la distribuzione dei dati geografici digitali” (ISO TC 211, 2003a). I metadati che descrivono le risorse geospaziali sono strettamente collegati ai dati che rappresentano. Pertanto, il ciclo di sviluppo ideale li comprende entrambi.

Per ragioni organizzative, gli sviluppi dei metadati e della specifica dei dati sono a volte distinti separando i metadati per la ricerca da quelli per la valutazione e l’utilizzo. Questa scelta è motivata dalla opportunità di anticipare la condivisione dei dati all’interno dell’infrastruttura anche prima che i dati siano resi conformi con le specifiche di interoperabilità *target*. Pertanto, i metadati che consentono la ricerca e una loro prima valutazione (cioè che descrivono caratteristiche tecniche di base come risoluzione oscale, ambito geografico, forma di rappresentazione geografica ecc.) sono resi pubblici per essere poi completati o rifiniti dai metadati provenienti dai processi di specifica dei dati.

I metadati sono la principale risorsa che fornisce informazione sulla qualità effettiva dei dati. Diversamente dai dati a priori, i metadati sulla qualità dei dati danno una valutazione *ex-post*, che – nel contesto dell’utilizzo di dati interoperabili nelle SDI – dipende da due fattori principali:

- la qualità dei dati in ingresso;
- il successo del processo di trasformazione necessario per ottenere l’interoperabilità.

Dopo aver trasformato i dati per l’infrastruttura, i metadati relativi ai dati originali possono non essere più validi. In senso stretto, questi metadati dovrebbero essere ri-valutati o trasformati se le trasformazioni dei dati hanno apportato modifiche sistematiche alla qualità dei dati. Ciò comporta un onere aggiuntivo per i fornitori dei dati e può non essere la principale priorità nel corso della creazione dell’infrastruttura. Come soluzione transitoria, i metadati originali potrebbero essere pubblicati insieme con una descrizione dei passi del processo di trasformazione al fine di fornire agli utilizzatori una sufficiente informazione sulla qualità dei dati.

Gli utilizzatori inoltre possono valutare la rilevanza e l’usabilità dei dati sulla base dei metadati. L’incertezza sulla “oggettività” delle misure di qualità dei dati e le descrizioni potenzialmente soggettive dell’usabilità a volte sono più di ostacolo che di aiuto per gli utilizzatori. La certificazione e l’etichettatura dei prodotti possono offrire una soluzione accettabile per gli utilizzatori. L’iniziativa “GEO Label” attribuirà un marchio di la qualità ai prodotti di rilevazioni satellitari sulla base di un ventaglio di misure prestabilite che esprimono la qualità dei dati o dell’informazione che un sistema fornisce (GEO Task ST-09-02 Committee 2010).

4.3.5 Conformità

Lo standard ISO 19105 definisce la conformità (*conformance*) come la capacità di soddisfare determinati requisiti. Ovviamente, la conformità dei dati nelle SDI deve essere valutata in riferimento alle specifiche di interoperabilità *target*. La valutazione della conformità può concentrarsi su di un singolo elemento della specifica (ad es. lo schema applicativo, le regole di acquisizione dei dati, specifici componenti di qualità dei dati) oppure riferirsi all’intera specifica come un tutto unico.

Ogni prodotto che voglia essere conforme alle specifiche come un tutto unico deve passare i test descritti nelle sequenze astratte di test (ATS – abstract test suites), che referenziano i requisiti da verificare ed elencano i test applicabili, le misure di qualità e i corrispondenti valori di soglia.

Un set di dati essere conforme a una o più specifiche in un dato istante temporale. Al fine di informare compiutamente gli utilizzatori in merito alla conformità dei dati, è consigliabile dichiarare il livello di conformità rispetto a tutte le specifiche in riferimento alle quali i dati sono stati sottoposti a test.

4.3.6 Regole per l’acquisizione dei dati

Le regole di acquisizione dei dati forniscono le linee guida in merito a quali fenomeni del mondo reale dovrebbero essere inclusi in un tema. Queste regole sono anche i principali elementi utilizzati per specificare il livello di dettaglio richiesto. Tipicamente i criteri di selezione sono l’area minima, la lunghezza oppure alcune caratteristiche funzionali.

Dal momento che le SDI prendono in considerazione dati esistenti, la determinazione dei metodi di

acquisizione dei dati (come metodi di rilevamento e misura, tipi di sensori utilizzabili ecc.) non è di fatto possibile.

4.3.7 Modelli/ linee guida per la trasformazione dei dati

In una SDI di successo, tutti i produttori di dati pubblicano i loro dati in accordo con specifiche di interoperabilità concordate. I dati potrebbero essere pubblicati direttamente in conformità con le specifiche di interoperabilità per l'accesso tramite il servizio di *download*. L'applicabilità di questa soluzione è però limitata. Da una parte, le comunità degli *stakeholder* hanno necessità ben consolidate che si aggiungono alle loro specifiche particolari. Dall'altra, specialmente nel caso di infrastrutture transnazionali, la trasformazione delle coordinate è praticamente sempre necessaria.

Di conseguenza, la soluzione teoricamente migliore consiste nel conservare le strutture dati originali e pubblicare i dati nella SDI trasformandoli opportunamente. La trasformazione che porta dallo schema applicativo sorgente a quello *target* è di basilare importanza, ma anche altre trasformazioni (ad es. trasformazione delle coordinate, allineamento dei vertici, traduzione linguistica, modifica del formato ecc.) possono essere necessarie.

Al fine di renderli disponibili attraverso servizi di *download*, i dati tipicamente sono trasformati fuori linea creandone una vista statica che rispetta la specifica di interoperabilità *target*. In alternativa, i dati possono essere trasformati all'interno del servizio di *download* "al volo" (*on-the-fly*), sulla base di regole di corrispondenza predefinite. Una terza opzione è data dall'utilizzo di un separato servizio di trasformazione che ha lo scopo di eseguire operazioni di corrispondenza prestabilite oppure definite dall'utilizzatore. Dovrebbe essere responsabilità di ogni produttore effettuare la scelta del metodo più opportuno e abilitare la trasformazione dei dati che consegue necessariamente a questa scelta.

4.3.8 Regole per la manutenzione dei dati

Dato che l'infrastruttura è basata sui dati esistenti, la manutenzione dei dataset viene effettuata alla fonte, cioè presso i produttori dei dati stessi, come prosecuzione dei loro processi specifici. Si rilevano due problemi che vanno risolti dal punto di vista dell'infrastruttura nella sua globalità:

- far sì che gli aggiornamenti siano trasmessi tempestivamente a chi ha la responsabilità di pubblicare i dati, sulla base delle relative specifiche di interoperabilità;
- rendere disponibile un meccanismo per distinguere i dati correnti da quelli storicizzati.

Il primo problema si risolve di per sé quando i dati sono mantenuti dai loro produttori in conformità con le specifiche di interoperabilità, oppure quando sono automatizzate le trasformazioni necessarie per l'interoperabilità. In questa situazione i dati della SDI sono mantenuti aggiornati con un minimo consumo di risorse umane.

Se i dati sono trasformati fuori linea, si dovrebbe avere un'attenzione specifica per il problema della propagazione degli aggiornamenti ai dati resi disponibili in accordo con le specifiche di interoperabilità. Di conseguenza, si dovrebbe concordare e controllare il massimo ritardo accettabile nell'apportare le modifiche in aggiornamento.

In generale, la capacità di fornire aggiornamenti dei dati dipenderà dalla disponibilità di informazione sul ciclo di vita nello schema applicativo, che mantiene traccia di quando nuovi oggetti territoriali sono stati inseriti oppure di quando oggetti territoriali preesistenti sono stati aggiornati o eliminati. L'informazione sul ciclo di vita può essere utilizzata nelle transazioni di interrogazione per selezionare unicamente quegli oggetti territoriali che sono stati interessati dagli aggiornamenti a partire da un istante temporale prescelto dall'utilizzatore.

4.3.9 Rappresentazioni dei dati

La presentazione grafica dell'informazione geografica dipende da molti fattori, come il contenuto informativo, il mezzo di rappresentazione³³, le eventuali convenzioni di rappresentazione nell'ambito della

³³ Mappe cartacee, schermo di computer, apparati mobili, telefoni cellulari ecc.

specifica comunità di *stakeholder* ecc. Nelle SDI, l'enfasi è posta principalmente sul riuso e sulla integrazione di dati da fonti differenti, il che crea una varietà infinita di dati che devono coesistere nello sviluppo dell'analisi spaziale. L'armonizzazione delle regole di rappresentazione è pertanto un compito complesso.

Adottando il principio della realizzazione per passi successivi, il primo passo può essere indirizzato a dare supporto al solo servizio di visualizzazione, servizio che è utilizzato nello stadio della individuazione dei dati. Questo approccio è stato adottato in INSPIRE, dove la rappresentazione è presa in esame dal punto di vista dei singoli temi. Lo schema per le regole di rappresentazione e la simbologia per gli elementi geografici definiscono le regole fondamentali (struttura dello strato) nonché un insieme standardizzato di stili predefiniti.

I metodi di visualizzazione più frequentemente utilizzati sono basati su SLD (Styled Layer Descriptor) definito dall'OGC. SLD consente l'adozione di simboli e colori definiti dall'utilizzatore quando i dati sono presentati tramite un servizio WMS (Web Mapping Service).

Il KML (Keyhole Markup Language)³⁴ è un linguaggio basato su XML che si concentra sulla presentazione e sulla visualizzazione dei dati geografici, incluse le informazioni testuali delle mappe e immagini. La visualizzazione geografica rappresenta i dati grafici in riferimento al globo terrestre e guida la navigazione dell'utilizzatore suggerendogli dove andare e dove guardare.

Per evitare contrasti tra gli stili utilizzati in differenti temi, una qualche armonizzazione di base è necessaria. Dove questa armonizzazione non è presente, la medesima linea blu ad esempio potrebbe essere utilizzata per rappresentare la batimetria, le rotte nautiche o i confini delle regioni marine. Condividere i vari SLD in un *registry* può facilitare il processo di armonizzazione, ad es. abilitando funzioni di ricerca di stili definiti per le differenti categorie tematiche. Un *registry* può essere utilizzato anche per condividere stili definiti dagli utilizzatori (ad es. per scopi specifici, come la mappatura delle zone costiere).

4.3.10 Distribuzione dei dati

Per lo scambio di dati territoriali, sono necessari efficienti metodi di codifica e distribuzione dei dati. La regola di codifica specifica i tipi di dati che devono essere convertiti, e sintassi, struttura e schemi di codifica; inoltre, presenta i dati in un formato adatto per il trasporto e la memorizzazione. Una chiara definizione dei formati di dati aiuta ad assicurare l'interoperabilità sintattica.

A causa della diversità dei dati presenti nell'infrastruttura (vettoriali, raster ecc.) non è possibile rendere vincolante un'unica regola di codifica e un'unica struttura di dati di output. Di conseguenza, ogni specifica dei dati dovrebbe dettagliare almeno una regola di codifica che sia obbligatoria per quello specifico tema.

Mentre la flessibilità nel supportare regole di codifica addizionali è un valido approccio, l'armonizzazione e la riduzione della proliferazione delle regole di codifica sono ugualmente importanti. È ragionevole mantenere in un *registry* la lista delle regole di codifica accettate e degli schemi delle strutture di dati di output. Le regole di codifica dovrebbero essere basate su standard internazionali, preferibilmente di tipo aperto; dovrebbero inoltre rispettare lo standard ISO 19118 (Geographic Information – Encoding).

In INSPIRE, a meno che non sia altrimenti specificato per il tema in esame, la codifica raccomandata è il GML (Geography Markup Language) creato dall'OGC e definito dallo standard ISO 19136. Per grandi volumi di dati di tipo coverage come le ortofotografie o le simulazioni numeriche (ad es. le previsioni meteo), si possono prestabilire altre codifiche più efficienti riferite ai file di dati (ad es. geoTIFF). Questi schemi di codifica sono largamente adottati e possono essere riconosciuti dalla maggioranza dei GIS.

In una SDI, i dati territoriali sono accessibili attraverso i servizi di *download* e di visualizzazione. Questo componente di interoperabilità include anche i servizi utilizzati per distribuire i dati e un riferimento ai formati di codifica applicabili per lo scambio dei dati tra sistemi.

³⁴ SLD è raccomandato da INSPIRE, KML è supportato da GEOSS.

5 Metodologia per lo sviluppo delle Data Specification

5.1 Definizione delle tematiche coperte dai data themes

La definizione dei *data theme* di INSPIRE è cominciata con l'analisi di quali informazioni sono richieste dalla legislazione ambientale europea. L'elenco preliminare, abbozzato nel *position paper* del Environmental Thematic Coordination Group, fu largamente discusso prima di essere inserito negli Allegati della Direttiva. A causa dei cambiamenti introdotti durante il processo di consultazione, è stato necessario rivedere la descrizione dei temi prima di avviare il processo di *data specification*. Questa revisione è stata fatta dal Data Specification Drafting Team nel documento "Definition of Annex Themes and Scope", documento che, definendo le interdipendenze tra i temi, ha rappresentato un importante contributo al processo di *Data Specification*.

La definizione dello *scope* dei temi [cioè delle tematiche coperte da ciascuna categoria tematica di dati territoriali] e dalle infrastrutture richiede attente valutazioni e il consenso degli *stakeholders*, che sono: gli utilizzatori dei dati, i produttori, i *technology providers* e i politici che hanno responsabilità sugli sviluppi strategici di quel certo campo. Indagini, sondaggi, studi, l'analisi di documenti ufficiali, la consultazione del web, audizioni pubbliche sono esempi di strumenti che possono essere utilizzati in questo processo.

Per ragioni storiche e organizzative, i dati territoriali sono raccolti e gestiti da molte e differenti organizzazioni. Poiché la loro attività non è necessariamente coordinata, possono esserci sovrapposizioni e lacune nei contenuti dei dati. Sappiamo che la duplicazione dei dati è fonte di incongruenze, è quindi necessario definire con precisione i confini tra i diversi temi. Una chiara individuazione delle tematiche coperte da ciascun tema aiuterà gli *stakeholder* a valutare se e come le infrastrutture di dati in costruzione potrebbero influenzare le loro attività, e in quali casi e con chi potrebbero utilmente interagire.

Se vengono individuate sovrapposizioni fra due o più temi, devono essere prese alcune decisioni:

- le sovrapposizioni che sembrano esserci, sono giustificate da un punto di vista concettuale? Gli oggetti territoriali sono differenti astrazione della stessa entità del mondo reale (ad es. un tratto di fiume come parte dell'idrografia ovvero come parte delle vie d'acqua navigabili)? Se è così questi oggetti territoriali devono esistere ed essere modellati in entrambi i temi. Diversamente, si deve decidere in quale tema è più appropriato trattare l'oggetto territoriale in questione.
- se la duplicazione è concettualmente giustificata, come le differenze possono essere rese chiare (ad es. con opportune scelte terminologiche), qual è l'aspetto critico che le differenzia, e deve essere definita una relazione tra i due concetti (ad esempio identificando la sezione/i di fiume dal punto di vista idrografico a cui corrisponde una sezione di fiume in quanto corso d'acqua navigabile)?

Va rilevato che qui non si tratta di analizzare o risolvere i problemi organizzativi (cioè, nel caso di sovrapposizioni non giustificate, di individuare quale organizzazione sta duplicando l'informazione), ma solamente di evidenziare dove è necessario un maggiore coordinamento. Similmente azioni di coordinamento sono necessarie quando si individuano interdipendenze tra due o più *data themes*.

Il processo di definizione delle tematiche coperto dal tema, basandosi su casi d'uso e materiali di riferimento rilevanti, contribuisce a delineare anche i suoi possibili contenuti in termini di tipi di oggetti territoriali e i loro attributi da includere. Questa lista non esaustiva non deve essere vista come un tentativo di definirne completamente i contenuti del tema, ma piuttosto come una sua illustrazione esemplificativa. Una corretta analisi dei documenti di riferimento e la definizione dei fabbisogni di dati deve sempre essere compresa nel processo di sviluppo della *data specification*. Il principale risultato del processo di *scoping*, di delimitazione delle tematiche coperte dal tema, è la definizione di un solido punto di partenza per il processo di costruzione della specifica.

5.2 Criteri per lo sviluppo della data specification

La metodologia di sviluppo della specifica è parte dello schema concettuale complessivo: deve guidare il processo in modo che gli obiettivi generali delle SDI, quali riuso, fattibilità, proporzionalità, siano perseguiti. Questa metodologia dà indicazioni su quali azioni devono essere intraprese nelle diverse fasi di avanzamento del processo.

Il processo di sviluppo della specifica può essere guidato dai produttori di dati e/o dagli utilizzatori. Se il processo è guidato dai produttori, la cosa più importante è trovare un denominatore comune tra i set di dati

riguardanti un determinato tema. Però, se mancano solidi riferimenti esterni, con questo approccio i reali fabbisogni di interoperabilità possono restare non chiari: ciò può portare ai seguenti problemi:

- i dati resi disponibili applicando le soluzioni di interoperabilità così individuate, possono non soddisfare i fabbisogni degli utilizzatori;
- i soggetti più forti, invece di ricercare il livello di interoperabilità ottimale, potrebbero cercare di far passare le loro soluzioni per ridurre al minimo le trasformazioni e i cambiamenti da apportare ai dataset che essi producono.

Se il processo è guidato dagli utilizzatori, i riferimenti esterni derivano direttamente dai fabbisogni degli stessi utilizzatori che sono stati analizzati e formalizzati approfonditamente all’inizio del processo di sviluppo delle specifiche. Questo approccio può presentare i seguenti rischi:

- è difficile individuare in dettaglio i fabbisogni degli utilizzatori sin dall’inizio;
- i fabbisogni manifestati possono essere troppo ambiziosi, portando a costi eccessivi o all’impossibilità di soddisfarli partendo dai dati esistenti;
- invece di focalizzarsi sul riuso, il processo di data specification può portare a specifiche che soddisfano completamente soprattutto i fabbisogni di qualche utilizzatore “forte”.

L’esperienza ci dice che, in pratica, si deve tendere ad usare una qualche combinazione di questi due approcci, tenendo in equilibrio i desiderata con la fattibilità tecnica e finanziaria.

La metodologia descritta in questo capitolo fornisce i dettagli del processo di sviluppo delle *data specification* usato per INSPIRE. Questa metodologia tiene conto dei risultati e delle esperienze di alcuni progetti di ricerca³⁵ e delle buone pratiche di sviluppo di SDI. E’ stata formalmente descritta e testata, e ha portato a concreti risultati per ciascuno dei 34 temi di INSPIRE. INSPIRE ha assunto un approccio iterativo volto ad una crescita incrementale delle SDI basata sul coinvolgimento degli *stakeholder*. Questo modello di processo di sviluppo, prevedibile e ripetibile, permette di ottenere soluzioni sistemiche fattibili e soddisfacenti per tutti. La Figura 9 rappresenta i passi principali del processo.

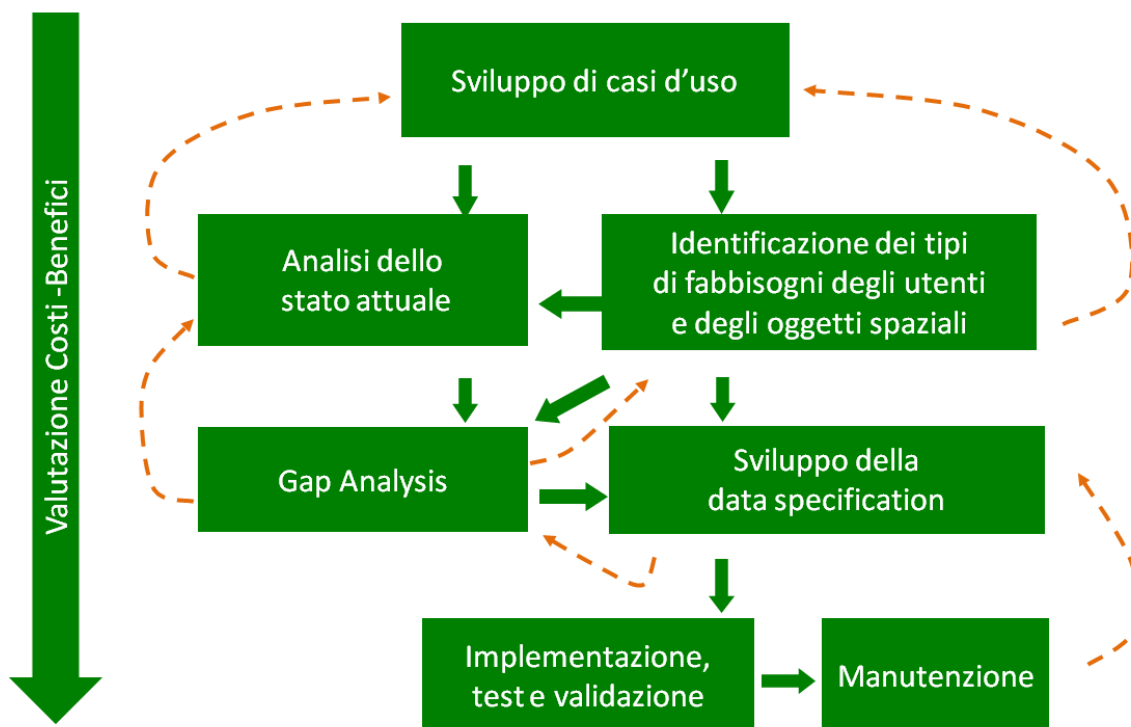


Figura 9: Passi del ciclo di data specification

³⁵ RISE: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/environment/riise_en.pdf
 MOTIIVE: <https://www.seegrid.csiro.au/wiki/Marineweb/MOTIIVE>

Questo approccio aiuta a bilanciare fattibilità e ambizioni. Se le ambizioni, gli obiettivi che si vorrebbero raggiungere, sono troppo elevati, ciò può portare a specifiche complesse, che sarebbe difficile e costoso implementare. Inoltre, se le specifiche sono troppo complesse, c'è il rischio che non siano supportate dai *data provider* e che non siano adottate dagli utilizzatori dei dati. All'opposto, *data specification* troppo semplificate possono portare ad insufficiente interoperabilità, e quindi non si raggiunge quella massa critica di utilizzatori che giustifica l'impegno di risorse relativo, rendendo non tangibili i benefici dell'infrastruttura. I punti chiave della sfida da risolvere sono illustrati nella figura 10.



Figura 10: La sfida nel processo di *data specification*: trovare il punto di equilibrio

Un buon punto di partenza per trovare un punto di equilibrio è l'applicazione dei seguenti due criteri:

1. Bisogna focalizzarsi sull'obiettivo di rendere disponibili informazioni, spazialmente (e temporalmente) consistenti, ad ampio spettro di utilizzo, tralasciando le informazioni che riguardano attività commerciali, simulazioni scientifiche, o necessità di documentazioni molto specifiche.
2. i modelli dati devono essere pensati “estendibili”, e deve essere indicato come altre informazioni e altri aspetti spaziali e non spaziali possono essere inserite.

I paragrafi successivi descrivono con maggiori dettagli i passi che devono essere compiuti nel processo di *data specification*

5.3 Il ciclo di sviluppo della *data specification*

Raccolta e sviluppo degli “*use case*”

Un *use case* (caso d'uso) analizza e fissa l'insieme di interazioni orientate ad un certo obiettivo tra diversi soggetti e il sistema che stiamo considerando. Gli *use case* sono utili per chiarire i fabbisogni degli utilizzatori e per definire quali dati sono necessari per soddisfarli.

Nella fase di definizione delle tematiche coperte dalla infrastruttura vengono individuati preliminarmente quali fabbisogni informativi degli utilizzatori devono essere considerati. Questi fabbisogni vanno ulteriormente focalizzati e documentati durante la fase iniziale del processo di *data specification*. Gli *use cases* sono diffusamente utilizzati nell'ambito della IT per formalizzare la descrizione di come gli utilizzatori interagiscono con il sistema che deve essere sviluppato. Nell'implementazione di SDI gli *use case* descrivono i possibili usi dei dati.

Un *use case* può coprire diversi temi. Per esempio, un *use case* che descriva le analisi sui rischi di esondazione in una certa area può richiedere dati idrografici, meteorologici, altimetrici etc., e può fornire input per il tema “Zone a rischio naturale”. *Use case* comuni a più temi possono anche aiutare a chiarificare le interdipendenze tra i temi. Quindi, i casi d'uso considerati nelle infrastrutture devono riflettere la molteplicità di usi dei dati.

Per pesare correttamente i diversi fabbisogni, deve essere assegnato un certo grado di priorità ai diversi *use case*. Una priorità alta deve essere attribuita a quei *use case* che riguardano diverse prospettive di utilizzo, o usi *time-critical* (gestione della calamità, inondazioni etc.). Queste sono le aree su cui puntare in quanto i benefici che le SDI producono sono immediati e tangibili.

Però, in pratica, può essere difficile mettere insieme *use case* partendo dagli *stakeholder*. Gli utilizzatori dei dati sono poco consapevoli dei benefici delle SDI o delle iniziative di sviluppo di SDI. Questo non dovrebbe compromettere il processo di sviluppo delle specifiche. Lo sviluppo delle specifiche può partire da *use case* preliminari forniti dai produttori di dati, che normalmente conoscono gli usi per i quali i loro clienti utilizzano i dati. Gli utilizzatori possono essere attivati in parallelo. Le consultazioni previste nelle successive fasi del ciclo di sviluppo delle *data specification* possono fornire i necessari elementi per il loro consolidamento e la loro focalizzazione sui fabbisogni degli utilizzatori.

Identificazione dei tipi di fabbisogni degli utilizzatori e degli oggetti territoriali

I casi d'uso sono utilizzati per individuare i fabbisogni di dati spaziali nella prima sboccatura del modello dati. Questo modello contiene una lista dei possibili tipi di oggetti territoriali, una loro definizione e descrizione preliminare, e un insieme iniziale di altri elementi della *data specification*. Ognuno di questi elementi è definito tenendo in considerazione un certo livello di dettaglio, che è determinato a partire dai fabbisogni degli utilizzatori. La concettualizzazione dei tipi di oggetti territoriali deve essere condivisa e armonizzata fra i diversi temi. In questo contesto, uno strumento utile è il "Dizionario concettuale dei *Feature*"³⁶.

Analisi dello stato attuale ("as-is")

Partendo dal principio che la SDI deve basarsi sui dati esistenti, i fabbisogni di dati risultanti dai casi d'uso devono essere confrontati con la situazione esistente. Questa analisi chiarisce se i dati richiesti possono essere forniti dai produttori di dati. Se è così, questa analisi fa capire la complessità del lavoro di trasformazione dei dati necessario. Se non c'è una relazione uno a uno tra lo schema armonizzato dei dati proposto e i *dataset* che si riferiscono al tema, potrebbe essere necessaria anche una integrazione di dati, a livello di fonte dei dati, o da parte degli utilizzatori. L'analisi "as-is" è spesso svolta in parallelo con la *gap analysis*, l'analisi di quello che manca.

Analisi dei gap

La *gap analysis* [l'analisi delle lacune informative] porta ad individuare i fabbisogni degli utilizzatori che non possono essere soddisfatti dai dati attualmente disponibili. Ci sono due tipi di *gap*: i *gap* che chiamiamo tecnici, che possono essere colmati attraverso l'integrazione dei dati di *dataset* esistenti o attraverso la loro trasformazione; e i *gap* di contenuto, che possono essere colmati solamente con la raccolta di dati aggiuntivi. Le analisi esistenti sullo stato dell'arte possono dare riferimenti per comparazioni.

Colmare i *gap* tecnici ha un indiscutibile valore per gli utilizzatori, ma può comportare costi rilevanti per i produttori di dati. Un approccio tecnicamente solido ed efficiente dal punto di vista dei costi può aiutare, tipo l'introduzione di automatismi per l'integrazione e la trasformazione dei dati. Tuttavia tali strumenti di trasformazione non sempre sono disponibili con i livelli tecnologici attuali. Quindi deve esser seguito un approccio prudente, di comparazione dei benefici con i possibili costi.

Sviluppo della *data specification*

In INSPIRE gli elementi obbligatori sono chiamati "requirements" mentre gli elementi opzionali sono detti "recommendations". E' stato inoltre applicato il concetto di "profile" per esempio nel caso dei temi Siti protetti e Edifici.

L'abbozzo dei modelli dati e gli altri elementi iniziali della *data specification* individuati nell'analisi dei fabbisogni devono essere rivisti alla luce dei risultati delle analisi *as-is* e dei *gap*.

Per tener conto della fattibilità tecnica ed economica i diversi contenuti della *data specification* possono essere contrassegnati come di "implementazione obbligatoria" ovvero "opzionale".

Secondo la prassi di INSPIRE, i modelli dati dovrebbero essere implementati nella loro completezza: nessun tipo di oggetto territoriale

³⁶ Vedere paragrafo 4.1.8

può essere omesso. Se c'è la necessità di distinguere tra tipi di oggetti territoriali più o meno importanti, i due gruppi devono essere organizzati in modelli dati separati, che sono chiamati "profiles". Gli oggetti territoriali che sono indispensabili per rispondere ai fabbisogni base sono inseriti nel modello base, nel *core model*. I modelli estesi possono supportare implementazioni su base volontaria, e lo sviluppo della infrastrutture per passi successivi ma coerenti, attraverso la definizione di obiettivi per le successivi acquisizioni e manutenzioni dei dati.

Oltre agli elementi tecnici le *data specification* possono contenere anche spiegazioni, ad esempio per favorire la loro migliore comprensione e implementazione.

Implementazione, test e validazione

Le specifiche devono essere riviste e testate da un ampio gruppo di *stakeholder* per verificare se le specifiche sono appropriate rispetto alle finalità dell'infrastruttura e contengono abbastanza informazione per supportare l'implementazione.

Possono essere effettuati test delle specifiche per avere *feed-back* sulla fattibilità e sulla loro idoneità rispetto agli usi dei previsti. I test di fattibilità valutano i costi dei *data provider* necessari per trasformare i loro dati in modo da renderli conformi alle specifiche di interoperabilità *target*. Il risultato riguarda la fattibilità tecnica e i costi di implementazione associati.

In INSPIRE sono state effettuati tre cicli di revisione. Dopo una prima revisione, le *data specification* sono state riviste dai Thematic Working Group. L'obiettivo principale di questa fase è stato eliminare le inconsistenze tra le specifiche dei vari temi. Nel secondo ciclo di revisione è stata compresa una fase di consultazione e di test alla quale ha potuto partecipare la comunità degli *stakeholder*. Per accelerare il processo, sono stati organizzati momenti di consultazione, i "comment resolution workshop", per chiarire le divergenze tra gli *stakeholder*. Sulla base dei risultati, le specifiche sono state riviste un'altra volta e, al termine di questa terzo ciclo di revisione, pubblicate come linee guida per l'implementazione. Alcune parti delle linee guida sono state incluse in atti legislativi che normano l'implementazione di INSPIRE nei diversi Stati dell'Unione Europea.

I test riguardanti l'idoneità delle specifiche rispetto agli usi previsti, valutano invece quanto l'interoperabilità faciliti il lavoro degli utilizzatori. Questi test devono essere fatti dagli utilizzatori dei dati che possono misurare se i dati forniti in conformità con le specifiche di interoperabilità *target* migliorino le loro performance.

I risultati dei test e la consultazione degli *stakeholder* possono essere usati per rivedere il processo di *data specification* a partire da qualsiasi punto, probabilmente a partire dalle analisi *as-is* e dei *gap*. Le revisioni possono essere ripetute fino a che non si raggiunge il consenso. Dopo questo processo di validazione, le specifiche sono pubblicate in modo da diventare di uso generale.

La *Commission Regulation 1089/2010* che implementa l'interoperabilità dei data set spaziali e dei servizi, contiene un parte del *INSPIRE Generic Conceptual Model* e delle *data specifications*. Mentre c'è una *data specification* per ogni tema, le parti normativamente vincolanti sono raccolte in un'unica *implementing rule*.

Per le SDI formalmente istituzionalizzate, è necessario un ulteriore passo. I documenti tecnici devono essere trasformati in documenti legali in modo che siano conformi alle leggi vigenti, conservando però nel contempo i loro contenuti tecnici. Un modo per facilitare la istituzionalizzazione legale è di rendere vincolanti solamente le disposizioni riguardanti i servizi attraverso cui i dati sono resi disponibili dall'infrastruttura, lasciando gli aspetti di contenuto, i modelli semantici, nelle linee guida. Un'altra possibilità è di estrarre un parte delle *data specification*, che complenda il modello

semantico, sulla base della fattibilità tecnica e del rapporto costo-benefici. In questo caso le specifiche con il loro contenuti tecnici completi servono da linee guida per gli *stakeholder*, permettendo ulteriori coerenti sviluppi della infrastruttura.

5.4 Manutenzione delle specifiche

Cambiamenti nei fabbisogni o nelle situazioni esistenti³⁷ possono imporre una revisione della *data specification* e dei documenti, registri e strumenti associati necessari per supportare le attività tecniche e di documentazione. La necessità di modificare la specifica può essere causata da:

- problemi individuati ad uno stadio successivo durante il processo graduale di *data specification* e nella fase di implementazione,

³⁷ Vedere punto 5.3

- cambiamenti nel quadro legislativo con un effetto sul fabbisogno di dati spaziali,
- nuove iniziative e programmi che influenzano lo sviluppo delle SDI (emergere di iniziative di costituzione di SDI a livello superiore, eGovernment, etc.)
- necessità di armonizzazione rispetto a standard internazionali e altre iniziative,
- nuovi significati fabbisogni degli utilizzatori e nuovi *use case*,
- cambiamenti nella situazione esistente degli *stakeholder* e progressi tecnologici,
- errori o ambiguità all'interno dei diversi documenti,
- inconsistenze con altri componenti costitutivi della infrastruttura,
- considerazioni riguardanti il rapporto costi-benefici.

Da un punto di vista organizzativo, le procedure di manutenzione devono essere aperte e partecipative tanto quanto lo è stato il processo di sviluppo delle specifiche, la qual cosa garantisce coerenza tra implementazione, sviluppo e manutenzione. Quindi devono essere individuate le persone e le organizzazioni che devono essere coinvolte nel processo, e anche tempi e modi.

Nel processo di manutenzione possono essere sostanzialmente utilizzati tre metodi. Il metodo “*fix and align*” che serve per correggere errori e mantenere o ristabilire la congruenza con altri componenti costitutivi dell'infrastruttura. Il metodo “*deprecate*” che è utilizzato per mettere da parte, sconsigliandone l'uso, elementi che non sono più utilizzati³⁸ o che sono stati sostituiti con altre cose. Il metodo “*add*” che permette di introdurre cose nuove.

Correzioni marginali permettono facilmente di mantenere una compatibilità retroattiva, cioè tutti i *dataset* che sono conformi con la versione precedente sono ancora conformi con la versione rivista. Revisioni più sostanziali introducono cambiamenti più significativi: quando è fattibile e appropriato, una revisione sostanziale dovrebbe rimanere retroattivamente compatibile. Questo tipo di revisione è ragionevole quando è assolutamente necessaria rispetto al ambito tematico, ad es. per introdurre un certo numero di tipi aggiuntivi di oggetti territoriali a un tema, o per aggiornare il *Generic Conceptual Model* o la *data specification* in modo profondo.

Per favorire il processo di manutenzione, è bene che vengano usati sistemi di controllo delle versioni sia per il modello dati consolidato che per i documenti tecnici.

5.5 Considerazioni su costi-benefici

Oltre ad essere basata sulla fattibilità tecnica, le soluzioni per l'interoperabilità proposte devono essere basate su attente analisi costi-benefici (v. Figura 10 nel paragrafo 5.2), che devono essere condotte durante tutto il processo di sviluppo della *data specification*.

Nell'analisi costi-benefici, i costi e i benefici attesi sono convertiti in unità comparabili, normalmente valori monetari. Effettuare una dettagliata analisi costi-benefici è piuttosto difficile per le SDI, in particolare per quanto riguarda i benefici. I benefici riguardano in generale gli utilizzatori e la società nel suo insieme. Inoltre, prima di essere evidenti, i benefici delle SDI possono richiedere tempo per consolidarsi, cioè ci va un periodo di transizione durante il quale una massa significativa di *dataset* esistenti devono essere trasformati in modo da essere interoperabili.

I ragionamenti su costi-benefici portano a mettere insieme, in una vista complessiva, criteri qualitativi e quantitativi di valutazione delle SDI. Invece di tentare di convertire ogni singolo aspetto di costo-beneficio in unità comparabili (monetarie), questa “vista” può contenere considerazioni del tipo:

- dove e quando è probabile che si siano costi e benefici,
- come evitare o ridurre i costi adottando le opportune decisioni e misure tecniche,
- come evidenziare i possibili benefici e renderli visibili agli *stakeholder*.

I principali modi per individuare i possibili costi relativi all'implementazione delle specifiche, sono i test con cui i produttori di dati possono quantificare gli investimenti necessari per ottenere l'interoperabilità, in

³⁸ Ai fini della tracciabilità, nessun elemento deve essere semplicemente cancellato.

termini di fabbisogni di competenze, tempo, nuovi software e hardware, formazione. In INSPIRE, questo tipo di test è chiamato “*trasformation testing*”.

L’altro tipo di test, l’*application testing*, è utile per quantificare i benefici per gli utilizzatori attraverso il confronto dei tempi necessari per portare a termine un determinato compito usando dati conformi alle specifiche di interoperabilità, con quello usando dati forniti nei loro formati di origine. Se i dati conformi alle specifiche di interoperabilità facilitano il raggiungimento dei propri obiettivi da parte degli utilizzatori, i benefici dell’infrastruttura sono evidenti. I benefici possono essere quantificati in termini di riduzione dei tempi, di possibilità di portare a termine i compiti con personale meno qualificato etc.

Per avere una vista complessiva dei costi-benefici dell’infrastruttura è stata effettuata una estesa valutazione dell’impatto di INSPIRE, e un’analisi diretta coinvolgendo gli *stakeholder*. La tabella 5 sintetizza i punti principali rilevanti per quanto riguarda i ragionamenti su costi-benefici.

Costi	Benefici	
<ul style="list-style-type: none"> - Costi relativi allo sviluppo delle specifiche - Costi di <i>reengineering</i> dei database - In alternativa, costi di sviluppo di schemi di trasformazione dalle vecchie alle nuove specifiche - Costi di hardware e software, se sono necessari nuovi sistemi - Costi di processamento controllo/validazione delle trasformazioni 	<p>Valori/benefici diretti degli utilizzatori</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento della disponibilità di dati - Incremento della facilità d’uso - Facilità di condivisione dei dati - Diminuzione dei costi di integrazione di dati <p>Valori sociali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Miglioramento dei processi decisionali - Riduzione delle barriere fra organizzazioni - Incremento della efficacia istituzionale - Utilizzo più efficiente dei fondi disponibili (pagati dai contribuenti) 	<p>Benefici operativi delle istituzioni</p> <ul style="list-style-type: none"> - Miglioramento della collaborazione intra-istituzionale - Miglioramento della collaborazione inter-istituzionale - Riduzione dei costi di integrazione dei dati tra istituzioni - Più riuso dei dataset esistenti - Diminuzione dei costi IT / di gestione dell’informazione - Risparmio complessivo nella gestione dell’informazione - Eliminazione di costi (complementare a risparmio) - Miglioramento delle relazioni di lavoro - Miglior supporto ai processi decisionali - Supporto ad altre infrastrutture informative

Tabella 5: Aspetti legati all’analisi costi-benefici delle SDI

5.6 Attori del processo di data specification

La struttura organizzativa necessaria per realizzare la componente dati di una SDI deve rispettare le seguenti condizioni:

- i processi devono essere basati sulla ricerca del consenso,
- la realizzazione e la gestione di una SDI finalizzata ad una interoperabilità inter-tematica, ha bisogno del coinvolgimento di parecchie organizzazioni,
- l’interoperabilità inter-tematica richiede strumenti e misure organizzative che garantiscano il flusso continuo di informazione fra i diversi *stakeholder*.

Queste condizioni implicano la necessità di coordinamento per garantire la comunicazione, la pianificazione, la predisposizione e la manutenzione degli strumenti necessari durante tutto il processo di *data specification*.

Più numerosi sono i temi gestiti dall’infrastruttura, più c’è la necessità di una solida strutturazione dei processi. Un approccio modulare permette più flessibilità dal punto di vista organizzativo. Potrebbe essere difficile mettere insieme le risorse per sviluppare in parallelo le specifiche di interoperabilità per diversi temi: se i moduli sono previsti nel giusto ordine, le conoscenze acquisite all’inizio possono essere utili negli stadi successivi. Ha senso iniziare il processo dai dati di riferimento, della cui importanza e utilità gli *stakeholder* sono più consapevoli.

Momenti di confronto con la comunità degli *stakeholder* possono significativamente aver luogo solo se basati su solide proposte. Le bozze tecniche delle specifiche di interoperabilità obiettivo devono essere

proposte da un organismo competente. Seguendo il principio partecipatorio delle SDI, la migliore forma organizzativa è il gruppo tecnico esperto, composto da rappresentanti degli *stakeholder*. Le competenze di questo gruppo devono comprendere:

- competenze riguardanti gli standard esistenti e la modellazione nel campo dell'informazione geografica,
- competenze tematiche (di dominio): conoscenza dei dati che devono essere utilizzati nei *use case* più significativi,
- competenze riguardanti le SDI: conoscenze riguardanti le politiche di sviluppo e l'architettura standard delle SDI,
- competenze in materia di servizi di rete: conoscenze riguardanti l'accesso ai dati
- competenze in materia di software: competenze riguardanti l'implementazione e distribuzione delle specifiche stesse.

In INSPIRE l'organismo di coordinamento è chiamato "Consolidation Team" ed è composto da funzionari della Commissione Europea. Per la componente dati, sono presenti due tipi di gruppi di esperti: il *Data Specification Drafting Team*, che è responsabile dello sviluppo e manutenzione del *Conceptual framework*, e i *Thematic Working Group* che sono responsabili dello sviluppo delle specifiche di interoperabilità obiettivo, per ciascun tema. I membri di questi gruppi sono delegati della comunità degli *stakeholder*. Gli *stakeholder* partecipano anche alle fasi di revisione e di test. La parte legalmente vincolante delle specifiche è adottata dal Comitato di INSPIRE, che è composto da rappresentanti ufficiali degli stati membri dell'Unione Europea.

Per una efficiente organizzazione del lavoro, all'interno dei gruppi di esperti, sono previsti specifici ruoli. Il leader del gruppo organizza il lavoro, distribuisce i compiti fra i membri, e modera le discussioni tra gli esperti all'interno del gruppo e con i *partners* esterni. Nella fase di sviluppo dello schema concettuale di riferimento il gruppo dovrebbe avere una buona visione complessiva dei percorsi di sviluppo delle SDI e dimostrare solidi basi per quanto riguarda la modellazione dell'informazione e la standardizzazione. Nella fase di definizione delle *data specification* l'enfasi va sulle competenze di dominio e sulla conoscenza dello schema concettuale.

I risultati del lavoro di costruzione delle specifiche sono documentati dall'editor, secondo modalità predefinite. L'editor deve possedere buone capacità di scrittura tecnica: prepara la documentazione più descrittiva e deve avere padronanza del *conceptual schema language* adottato per presentare i modelli dati in formato *machine-readable*.

5.7 Strumenti di supporto

Molti differenti *stakeholder* sono coinvolti nello sviluppo delle *data specification*. I risultati del loro lavoro devono essere comparabili. Ogni specifica deve adottare la stessa struttura per la documentazione, per facilitare la comunicazione fra i gruppi di esperti e la comprensione da parte della comunità degli utilizzatori. I gruppi di esperti responsabili della preparazione dei documenti tecnici, devono essere supportati da strumenti e schemi che guidino il loro lavoro, mantengano coerenti i risultati, e consentano la condivisione delle conoscenze fin dall'inizio del processo.

Gli strumenti possono essere classificati in: *template* di documenti condivisi, gruppi di discussione e forum su Internet, registri. I *template* di documenti rendono più facile l'armonizzazione della documentazione e garantiscono che tutti gli aspetti che devono essere considerati, lo siano nello stesso modo. In INSPIRE l'esempio di *template* più importante è appunto quello delle *data specification*, basato sullo standard ISO 19131. Per facilitare il lavoro possono essere previsti anche altri *template* di documenti e *checklist* (ad es. per la descrizione degli *use case* e l'analisi dei materiali di riferimento).

Gli archivi di documentazione sono utili per condividere i materiali di riferimento e le bozze di lavoro, in primo luogo fra i membri dei gruppi di esperti. Rendere le bozze visibili per tutti i gruppi aiuta nella ricerca della coerenza tra i diversi *data theme*. Se nell'archiviazione sono adottati sistemi di controllo delle versioni, questo dà la possibilità di tornare alla proposta precedente in ogni momento. Inoltre mantenere traccia dei cambiamenti rende i processi tracciabili e trasparenti.

6 Conclusioni

La gran mole di dati spaziali accumulati negli ultimi 30-40 anni e i progressi del ITC hanno aperto nuove prospettive per l'analisi del nostro mondo fisico e sociale. L'analisi spaziale, il supporto alle decisioni, i *location based services* spesso riutilizzano dati che sono stati originalmente prodotti per altri scopi, ottenendo significativi risparmi nello sviluppo dei sistemi.

L'integrazione di dati spaziali di diversa provenienza è spesso compromesso dalla scarsa condivisione dei dati e dalla mancanza di interoperabilità. Le infrastrutture di dati spaziali sono un mezzo per superare questi ostacoli, fornendo servizi on line per ricercare, valutare, recuperare e trasformare i dati. Una delle cause della limitata interoperabilità sono le incongruenze e le incompatibilità. Nella maggior parte dei casi, i dati devono essere trasformati per poter condividere quanto hanno in comuni e quindi acquisire interoperabilità.

Senza SDI queste trasformazioni devono essere eseguite dagli utilizzatori, volta per volta. Con le SDI, l'interoperabilità è resa possibile alla fonte: i fornitori di dati devono fornire i dati conformemente alle norme predefinite e concordate. La presentazione tecnica di queste norme sono le specifiche di interoperabilità *target*, spesso chiamate semplicemente *data specification*.

Per quanto riguarda i dati spaziali, i *gap* di interoperabilità possono essere superati in due modi: usando procedure di interoperabilità, che comprendono sia soluzioni tecnologiche che aspetti organizzative, o attraverso l'armonizzazione dei dati. Per una SDI la soluzione preferibile è la prima perchè i produttori di dati non devono cambiare la struttura dei loro dati originari: possono usare la tecnologia (ad es. trasformazioni dei dati *on-the-fly* o *batch*) per rispondere ai fabbisogni di interoperabilità. Tuttavia, la tecnologia attuale non sempre permette di coprire completamente i *gap* di interoperabilità. Invece, l'armonizzazione dei dati tende ad allineare il più possibile la struttura dei dati di differenti fornitori, l'una rispetto all'altra. L'esperienza mostra che la combinazione di questi due approcci porta ai risultati migliori.

Una SDI raccoglie e organizza parecchi *data themes*. L'interoperabilità *target* deve essere definita per ogni tema in termini di interoperabilità ovvero di *data specification*. Per ottenere interoperabilità inter-tema, è necessario una robusta intelaiatura che supporti le azioni tecniche comuni, permetta un efficiente scambio di informazioni, e standardizzi le metodologie per lo sviluppo delle *data specification* nell'insieme dell'infrastruttura. Questo è quello che chiamiamo *framework* concettuale. Sulla base dell'esperienza di INSPIRE, questo *framework* ha due componenti, il modello concettuale generale (GCM), e la metodologia di sviluppo delle specifiche.

Il GCM trasforma i vari accordi per l'interoperabilità e l'armonizzazione dei dati in un insieme di elementi di interoperabilità, facendoli corrispondere ai relativi elementi di modellazione dell'informazione e della tecnologia geospaziale. Il GCM contiene i concetti condivisi: è il principale strumento per consolidare l'interoperabilità tra i diversi temi compresi nell'infrastruttura.

L'approccio rappresentato dal GCM è stato implementato con rigore in INSPIRE, prestando particolare attenzione alla condivisione continua dei risultati del lavoro tecnico. I *registry* [ambienti software per la gestione di registri] pubblicamente accessibili, e un *repository* dei modelli consolidati configurano, nel loro insieme, un approccio innovativo nella definizione della componente dati di una SDI. "*In futuro, ci si aspetta che questo modello concettuale influenzi, in molti casi, l'attività di modellazione dei dati spaziali a livello nazionale, perché dà valore alla infrastruttura nazionale di dati spaziali e semplifica le trasformazioni verso le data specification di INSPIRE*" (Portele ed., 2010a). La convergenza verso tecnologie compatibili dei fornitori di dati è un elemento chiave nella costruzione delle SDI.

In quanto parte del *framework* concettuale, la metodologia di sviluppo delle specifiche rende più impellente la necessità che siano applicati i principi generali di una infrastruttura, quali riuso, fattibilità, proporzionalità tra costi e benefici. Le salvaguardie introdotte nel processo assicurano che i necessari passi e le azioni siano completati per ciascun tema compreso nell'infrastruttura. La metodologia deve delineare un processo di sviluppo prevedibile e ripetibile, che conduca a soluzioni fattibili e soddisfacenti per tutti: dovrebbero anche essere descritti i ruoli che gli *stakeholder* svolgono durante le varie fasi del processo.

INSPIRE stesso, il quadro legislativo a cui ha dato luogo, costituisce un precedente forte verso una crescita incrementale delle SDI basate sul coinvolgimento e sull'impegno degli *stakeholder*. INSPIRE mostra che tale metodologia può portare a risultati concreti anche quando l'area tematica coperta della SDI è ampia, sono coinvolti centinaia di *stakeholder* di più di 30 paesi³⁹, e il lavoro tecnico deve essere svolto in un tempo relativamente breve⁴⁰. Questo è il motivo per cui la metodologia proposta da INSPIRE è stata adottata dalla SDI delle Nazioni Unite (Atkinson e Box, 2008).

Il valore specifico del *framework* concettuale descritto in questo report è che raccoglie le migliori pratiche delle iniziative in corso. Sia la metodologia per lo sviluppo delle specifiche che il GCM sono stati testati in condizioni reali nel corso dello sviluppo delle *data specification*. Anche se questo processo di sviluppo ha portato a 9 specifiche di interoperabilità definitive e a 25 in bozza, deve essere osservato che la loro implementazione è tuttora in corso e che i benefici per gli utilizzatori potranno essere completamente valutati solo in futuro.

Le *data specification* che sono state riviste con attenzione, testate, e validate dalla comunità degli *stakeholder*, provano la fattibilità dell'approccio, che ingloba conoscenze collettive dell'Europa e non solo. La sempre crescente partecipazione nel processo, gli avanzamenti verso la sua formalizzazione legale, e i molti commenti ricevuti come risultato dei processi di test e di implementazione, indicano che un *conceptual framework* di questo tipo potrebbe essere un fattore di successo in altre iniziative

³⁹ Oltre agli Stati membri dell'Unione Europea, sono stati coinvolti nel processo *stakeholder* dello spazio economico europeo, Svizzera, Stati Uniti, e paesi candidati EU.

⁴⁰ Il lavoro tecnico sulla componente dati di INSPIRE è iniziato nel 2005 e dovrebbe terminare nel aprile 2012.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare i numerosi esperti e gli *stakeholder* che hanno contribuito allo sviluppo delle linee guida tecniche e delle *Implementing rules* della Direttiva INSPIRE. Particolarmente importante è stato il lavoro del *Data Specification Drafting Team* di INSPIRE, che ha sistematicamente e meticolosamente messo insieme e documentato lo schema concettuale di riferimento di INSPIRE. Ringraziamo anche gli *stakeholder* di INSPIRE che, con i loro commenti, i test e le domande, instancabilmente hanno contribuito a rendere più consistente il lavoro degli esperti.

Vorremmo anche ringraziare i *reviewer* del JRC, Max Craglia, Michel Millot, e Katalin Bodis, che hanno aiutato gli autori a non perdersi nei dettagli tecnici. I loro commenti sono stati molto utili per chiarire quanto non era abbastanza chiaro e eliminare le ambiguità, e nel colmare le lacune con informazioni che si spera rendano i contenuti tecnici trattati meno ostici. Hanno svolto in modo eccellente il ruolo di "*informed policy maker*"!

I nostri *reviewer* esterni, Siri Jodha Khalsa, Zdzisław Kurczyński, Stefano Nativi, e Daniele Rizzi, ci hanno aiutato a fare un passo indietro rispetto ai nostri dati – alla nostra visione *INSPIRE-oriented* - e a dare al testo una prospettiva più ampia. Hanno avuto un ruolo decisivo nel dare al testo la sua forma finale, si spera meglio strutturata e più omogenea.

Bibliografia

- Arnaud A., Masser I., Salgé F., Scholten H., 1993, "GISDATA Research Programme", *European Science Foundation GISDATA Newsletter*, n 1
- Atkinson R. and Box, P. (2008): United Nations Spatial Data Infrastructure (UNSDI) Proposed Technical Governance Framework v1.1 (pp. 4-52).
http://www.ungis.org/docs/unsdi/TechnicalGov/Proposed_UNSDI_Tech_Gov_Framework_v1.1.doc
- Burrough P., McDonnell R.A., 1998, *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press, p 11.
- Chief Technology Officer Council (2011): Designing URI Sets for Location. A report from the Public Sector Information Domain of the CTO Council's cross Government Enterprise Architecture, and the UK Location Council. Version 1.0 (pp. 1-18). http://location.defra.gov.uk/wp-content/uploads/2011/09/Designing_URI_Sets_for_Location-V1.0.pdf
- Craglia M. et al. (2003): Spatial data infrastructures. GI in the Wider Europe (pp. 19-20). European Commission. http://www.ec-gis.org/ginie/doc/ginie_book.pdf
- Craglia M. et al. (2008): Next-Generation Digital Earth. A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol.3*, 146-167.
- Craglia, M. (2010): Building INSPIRE: The Spatial Data Infrastructure for Europe. *ARC News*, 5-7. Redlands, California. <http://www.esri.com/news/arcnews/spring10articles/building-inspire.html>
- Craglia, M. and Nowak J., editors (2006): Report of International Workshop on Spatial Data Infrastructures "Cost-Benefit / Return on Investment" (pp. 3-61). Luxembourg. http://www.ec-gis.org/sdi/ws/costbenefit2006/reports/report_sdi_crossbenefit.pdf
- European Commission (2008a): Commission Regulation (EC) No 1205/2008 of 3 December 2008 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards metadata. *Official Journal of the European Union, L 326*, 12-30. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008R1205:EN:NOT>
- European Commission (2008b): European Interoperability Framework v 2.0 (pp. 1-79).
<http://ec.europa.eu/idabc/servlets/Docb0db.pdf?id=31597>
- European Commission (2009a): COMMISSION DECISION of 5 June 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards monitoring and reporting. *Official Journal of the European Union, L 148*, 18-26. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:148:0018:0026:EN:PDF>
- European Commission (2009b): Commission Regulation (EC) No 976/2009 of 19 October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the Network Services. *Official Journal of the European Union, L 148*, 18-26. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:148:0018:0026:EN:PDF>
- European Commission (2010a): Commission Regulation (EU) No 1088/2010 of 23 November 2010 amending Regulation (EC) No 976/2009 as regards download services and transformation services. *Official Journal of the European Union, L 323*, 1-10. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:323:0001:0010:EN:PDF>

- European Commission (2010b): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Digital Agenda for Europe. *Official Journal of the European Union*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:EN:PDF>
- European Commission (2010c): Commission Regulation (EU) No 1089/2010 of 23 November 2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services. *Official Journal of the European Union, L 323*, 11-102. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:323:0011:0102:EN:PDF>
- European Commission (2010d): Commission Regulation (EU) No 268/2010 of 29 March 2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the access to spatial data sets and services of the Member States by Community institutions and bodies. *Official Journal of the European Union, L 83*, 8-9. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:083:0008:0009:EN:PDF>
- European Commission (2011): Commission Regulation (EU) No 102/2011 of 4 February 2011 amending Regulation (EU) No 1089/2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services. *Official Journal of the European Union, L 31*, 13-34. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:031:0013:0034:EN:PDF>
- European Committee for Standardisation (2011): CEN/TR 15449:2011 Geographic information - Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructures
- European Parliament and European Council (2003): Directive 2003/98/EC of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the reuse of public sector information. *Official Journal of the European Union, L 345*, 90-96. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:345:0090:0096:EN:PDF>
- European Parliament and European Council (2007) Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) . *Official Journal of the European Union, L (108)*, 1-14. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:EN:PDF>
- GEO Task ST-09-02 Committee (2010): A GEO Label: Informing Users About the Quality, Relevance and Acceptance of Services, Data Sets and Products Provided by GEOSS (pp. 1-12). http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/downloads/ian/Egida/geo_label_concept_v01.pdf
- GEOSS (2005a): The Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) 10-Year Implementation Plan. [http://www.earthobservations.org/documents/10-Year Implementation Plan.pdf](http://www.earthobservations.org/documents/10-Year%20Implementation%20Plan.pdf)
- GEOSS (2005b): GEOSS 10-Year Implementation Plan Reference Document (pp. 3-209). Noordwijk. [http://www.earthobservations.org/documents/10-Year Plan Reference Document.pdf](http://www.earthobservations.org/documents/10-Year%20Plan%20Reference%20Document.pdf)
- Geographic Information Panel (2008): Place Matters: the Location Strategy for the United Kingdom (pp. 8-39). London. <http://www.communities.gov.uk/documents/communities/pdf/locationstrategy.pdf>
- Illert, A. (editor) (2008a): INSPIRE Definition of Annex Themes and Scope (pp. 1-132). http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.3_Definition_of_Annex_Themes_and_scope_v3.2.pdf
- Illert, A. (editor) (2008b): INSPIRE Methodology for the development of data specifications (pp. 1-123). http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6_v3.0.pdf

- INSPIRE Data and Service Sharing Drafting Team (2010): INSPIRE Good practice in data and service sharing (pp. 1-66).
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_and_Service_Sharing/INSPIRE_GoodPractice_DataService_Sharing_v1.pdf
- INSPIRE Metadata Drafting Team (2009): INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119 (pp. 1-74).
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/metadata/MD_IR_and_ISO_20090218.pdf
- INSPIRE Network Services Drafting Team (2008): INSPIRE Network Services Architecture (pp. 1-30).
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/D3_5_INSPIRE_NS_Architecture_v3-0.pdf
- ISO TC 211 (2000): ISO 19105 Geographic information - Conformance and testing (pp. 1-21)
- ISO TC 211 (2002): ISO 19108 Geographic information - Temporal schema (pp. 1-48)
- ISO TC 211 (2003a): ISO 19107 Geographic information - Spatial schema (p. 166)
- ISO TC 211 (2003b): ISO 19115 Geographic information - Metadata (pp. 1-140)
- ISO TC 211 (2005a): ISO/TS 19103 Geographic information - Conceptual schema language (pp. 1-67)
- ISO TC 211 (2005b): ISO 19109 Geographic information - Rules for application schema (pp. 1-81)
- ISO TC 211 (2005c): ISO 19110 Geographic information - Methodology for feature cataloguing (pp 1-55)
- ISO TC 211 (2005d): ISO 19123 Geographic information - Schema for coverage geometry and functions (pp. 1-65).
- ISO TC 211 (2005e): ISO 19128 Geographic information - Web map server interface (pp. 1-76)
- ISO TC 211 (2005f): ISO/NP 19135-1 Geographic information - Procedures for item registration
- ISO TC 211 (2007a): ISO 19131 Geographic information - Data product specifications (pp. 1-40)
- ISO TC 211 (2007b): ISO 19136 Geographic information - Geography Markup Language (GML) (pp. 1-394)
- ISO TC 211 (2007c): ISO 19131 Geographic information - Data product specifications (pp. 1-40)
- ISO TC 211 (2007d): ISO 19111 Geographic information - Spatial referencing by coordinates (pp. 1-78)
- ISO TC 211 (2008): ISO TS 19101 Geographic information - Reference model- Part 1: Fundamentals (pp. 1-40)
- ISO TC 211 (2010): ISO 19142 Geographic information - Web Feature Service (pp. 1-238)
- ISO TC 211 (2011): ISO 19118 Geographic information - Encoding (pp. 1-69)
- Klinghammer I. (1995): A térképészet tudománya. Membership inauguration lecture at the Hungarian Academy of Science. <http://lazarus.elte.hu/hun/tantort/2005/szekfoglalo/klinghammer-istvan.pdf>

- Lasschuyt, E. and van Hekken, M. (2001): Information Interoperability and Information Standardisation for NATO C2 – A Practical Approach (pp. 1-20). The Hague.
<http://ftp.rta.nato.int/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-064/MP-064-05.pdf>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2011): Geographic Information. Systems & Science (Third edition, pp. 1-525). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Nebert, D. D. (editor) (2004): GSDI Cookbook (pp. 1-250).
http://memberservices.gsdi.org/files/?artifact_id=655
- Open Geospatial Consortium (2005): OpenGIS Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 1:Common architecture (pp. 1-51).
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=13227&passcode=pcq7e0gzzeat5n7erwhr
- Open Geospatial Consortium (2007a): Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM) (pp. 1-130).
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14085&passcode=pcq7e0gzzeat5n7erwhr
- Open Geospatial Consortium (2007b): Styled Layer Descriptor profile of the Web Map Service Implementation Specification (pp. 1-53).
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=22364&passcode=pcq7e0gzzeat5n7erwhr
- Open Geospatial Consortium (2007c): Sensor Observation Service (pp. 1-104).
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=26667&passcode=pcq7e0gzzeat5n7erwhr
- Open Geospatial Consortium (2008): Web Coverage Service (WCS) Implementation Standard (pp. 1-133).
http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=27297&passcode=pcq7e0gzzeat5n7erwhr
- Portele, C. (editor) (2010a): INSPIRE Generic Conceptual Model (pp. 1-137).
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3_3.pdf
- Portele, C. (editor) (2010b): INSPIRE Guidelines for the encoding of spatial data (pp. 1-38).
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.7_v3.2.pdf
- Rackham, L. (2010): Digital National Framework (DNF) – Overview v3.0 (pp. 5-47).
http://www.dnf.org/images/uploads/guides/DNF0001_3_00_Overview_1.pdf
- Tóth, K. (2010): Tér-tudatos információs társadalom. *Információs társadalom, X(2)*, 7-16.
- Tóth, K. and Tomas, R. (2011): Quality in Geographic Information – Simple Concept with Complex Details. Proceedings of the 25th International Cartographic Conference (pp. 1-11). Paris: International Cartographic Association.
- Tóth, K. and Smits, P. (2009): Cost-Benefit Considerations in Establishing Interoperability of the Data Component of Spatial Data Infrastructures. Proceeding of the 24th International Cartographic Conference - The World's Geo-Spatial Solutions, Vol. XXIV. (pp. 1-10). Santiago de Chile: International Cartographic Association. http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/
- Wade, T. and Sommer, S. (editors) (2006): A to Z GIS. An illustrated dictionary of geographic information science (2nd edition pp. 1-265). Redlands: ESRI Press.
- Woolf A. et al. (2010): GEOSS AIP-3 Contribution - Data Harmonization (pp. 1-40).
<http://www.thegigasforum.eu/cgi-bin/download.pl?f=545.pdf>

Questo report tratta di come l'informazione geografica e ambientale prodotta e gestita da diverse organizzazioni in Europa può essere integrata nelle Infrastrutture di Dati Territoriali (in inglese *Spatial Data Infrastructure*, SDI) e essere riusata in vari modi da differenti soggetti. La sfida è confrontarsi con l'eterogeneità dei dati gestiti da soggetti diversi.

L'interoperabilità è il concetto chiave che è alla base delle SDI. Vuol dire la possibilità per i dataset spaziali e per i servizi di interagire senza ripetitivi interventi manuali, in modo che il risultato sia coerente e il valore dei dataset e dei servizi sia aumentato. INSPIRE, che è l'iniziativa dalla quale principalmente questo report ricava esempi e *best practice*, si fonda sugli standard esistenti e su sistemi informativi e infrastrutture, pratiche professionali e consuetudini dei 27 paesi membri dell'Unione Europea.

Gran parte di questo report è dedicata alla descrizione del *framework* concettuale per lo sviluppo di specifiche di interoperabilità che devono definire il modello dati *targhet* verso cui i dati devono essere trasformati. Questo *framework* è composto fondamentalmente da due parti: il modello concettuale generale (*Generic Conceptual Model*, GCM), la metodologia per lo sviluppo delle *data specification*.

Il GCM individua 25 aspetti o elementi che devono essere considerati per ottenere l'interoperabilità dei dati in una SDI. Sono tra questi, per ricordarne solo alcuni: registri e sw per la gestione di registri (*registry*), sistemi di coordinate, gestione di chiavi identificative, metadati.

La descrizione della metodologia di sviluppo delle *data specification* per l'interoperabilità comprende una dettagliata discussione su chi sono i soggetti da coinvolgere, i diversi passi e il percorso complessivo, dal riconoscimento dei fabbisogni degli utilizzatori alla documentazione e test delle specifiche risultato del processo stesso.

Insieme, GCM e la metodologia aiutano a focalizzare gli aspetti organizzativi e tecnici di come implementare la componente "dati" di una SDI.

INSPIRE fin dal 2005 ha spinto verso l'introduzione, lo sviluppo e l'applicazione di uno *framework* per la definizione della componente dati di una SDI. L'esperienza ha dimostrato che il *framework* descritto in questo report è robusto abbastanza per supportare l'interoperabilità tra le 34 *data specification* sviluppate in INSPIRE. Questo *framework* può fornire suggerimenti e soluzioni utili per la costruzione di SDI anche in altri contesti, poiché è indipendente dal tema e dalla piattaforma, è in grado di rapportarsi con diversi approcci culturali ed è basato su esempi di *best practice* non solo europee.

AMFM GIS Italia ha deciso di tradurre questo testo per favorirne la diffusione tra coloro che sono impegnati nella costruzione di SDI in Italia, eliminando, almeno in questo caso, l'ostacolo della lingua.

AMFM GIS Italia
www.amfm.it

