

UN SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO FEDERATO PER IL GRAFO DELLA RETE STRADALE LOMBARDA

Lucia RATTI (*), Emanuela COMETTI (**)

(*) Regione Lombardia, DG Infrastrutture e Mobilità, via Taramelli 12, 20124 Milano

(**) Gruppo Lombardia Informatica spa, via Don Minzoni 24, 20158 Milano

Riassunto

I soggetti responsabili della programmazione, progettazione e gestione della rete stradale lombarda hanno la necessità di condividere informazioni affidabili e accurate.

Il grafo stradale, fondamento di un sistema informativo a supporto dell'attività di programmazione della DG Infrastrutture e Mobilità della Regione Lombardia, riveste importanza strategica anche per l'intera comunità degli utenti SIT, tra cui gli Enti gestori delle strade, che lo utilizzano come base cui riferire le informazioni del proprio sistema informativo strade.

L'obiettivo è perseguito realizzando un sistema federato che coinvolge i soggetti che detengono le informazioni sulla struttura e la consistenza della rete nonché sui progetti di nuove strade.

In fase di avvio le 11 province lombarde giocano un ruolo determinante, in quanto titolari di circa il 90% della rete di interesse regionale.

La problematica organizzativa ha fortemente condizionato le soluzioni architetture e applicative adottate.

Abstract

Public and private organization involved in the regional road network planning, design and management need to share reliable and accurate information.

The graph database of the road network is the main element on which the information system of the Infrastructures and Mobility Department of Regione Lombardia is based. At the same time it has a strategic role for the whole GIS users community, mainly for the organization involved in road management that use this service as a base for their road information system.

A cooperative geographic information system has been realised with the information provided by the organization managing road network and planning new roads.

Start-up phase involves the 11 Provincial local government that own about 90% of the regional road network.

The organisational approach has deeply influenced architectural and software solutions.

Obiettivi istituzionali e applicativi

La rete stradale lombarda è gestita da una pluralità di soggetti esterni all'amministrazione regionale (Province, ANAS, società autostradali, Comuni), responsabili sia della manutenzione delle strade esistenti, sia della progettazione e costruzione delle nuove. Con essi la Regione Lombardia interagisce continuamente, nell'ambito delle proprie funzioni di governo e programmazione strategica, emanando indirizzi, allocando risorse e negoziando progetti e programmi di intervento.

Nel contesto di un modello di governo regionale basato sulla cooperazione istituzionale, la condivisione informativa assume un ruolo strategico.

Il grafo delle strade, esistenti e di progetto, è oggi il perno di un sistema di basi dati e applicazioni a supporto delle attività regionali di programmazione in materia di infrastrutture e mobilità.

Esso riveste inoltre importanza strategica per l'intera comunità degli utenti SIT, tra cui gli Enti gestori delle strade, che lo utilizzano come base cui riferire le informazioni del catasto strade e dei sistemi informativi di settore.

La sua implementazione, il suo aggiornamento e la sua fruibilità rappresentano dunque una necessità comune a tutti i soggetti coinvolti nel processo di programmazione, progettazione e gestione della rete stradale lombarda.

Il progetto sviluppato dal Sistema Informativo Trasporti della Regione Lombardia di concerto con il Sistema Informativo Territoriale risponde a questa necessità rendendo disponibile un'informazione affidabile, completa e condivisa su stato e consistenza della rete stradale lombarda esistente e di previsione. Il sistema a questo scopo realizzato consente di:

- instaurare un ciclo permanente di verifica, editing, validazione e pubblicazione dei dati relativi allo stato di fatto;
- creare la base dati di riferimento dei progetti a supporto della programmazione e del monitoraggio attuativo.

La soluzione adottata, supportata da un articolato sistema di indirizzi, linee guida, protocolli, specifiche tecniche e convenzioni¹, punta a costituire un sistema informativo geografico **federato** con la partecipazione attiva dei soggetti che detengono le informazioni di base sulla struttura e la consistenza della rete nonché sui progetti di nuove strade.

In fase di avvio le 11 Province lombarde giocano un ruolo determinante, in quanto titolari di circa il 90% della rete di interesse regionale.

In particolare per quanto riguarda la gestione delle informazioni sui nuovi progetti stradali, il loro contributo è connesso con l'erogazione delle risorse derivanti dal trasferimento della rete delle strade ex-statali (D. Lgs. 112/98).

Modello organizzativo e funzionalità applicative

Ogni Ente è direttamente responsabile delle attività di aggiornamento di tutti i dati (geografici e alfanumerici) che fanno riferimento alla rete stradale di cui è titolare.

La Regione non entra mai nel merito dei contenuti, ma si pone quale garante della consistenza logica dei dati e dell'integrità topologica, secondo modalità differenti nel caso si tratti di strade esistenti o in progetto.

La gestione dello stato di fatto prevede che le modifiche siano apportate direttamente sugli strati informativi relativi al grafo nel rispetto di un set di regole attinenti alla forma ed al contenuto dei dati trasferiti.

La gestione dei progetti prevede che le modifiche siano apportate su strati separati sui quali le regole formali sono definite in modo meno stringente, ma esistono verifiche di completezza e accuratezza, in funzione del livello di maturità raggiunto dal progetto.

La scelta di diversificare i due percorsi di lavoro ha inteso commisurare lo sforzo operativo richiesto agli Enti cooperanti al grado di "stabilità" connesso con le due tipologie di dati: più alto per quelli relativi alla rete esistente, più basso per i progetti, per loro natura soggetti ad affinamenti ed evoluzioni nel corso dell'iter di approvazione.

Dal modello organizzativo discendono alcune conseguenze sulle specifiche soluzioni applicative.

Nel caso della **rete esistente** l'editing avviene in modalità disconnessa: gli Enti trasferiscono le modifiche al sistema regionale che si incarica di effettuare i controlli di consistenza, di restituire gli eventuali errori e, infine, di caricare e pubblicare i nuovi dati.

Il ruolo regionale si spinge in questo caso fino a garantire la posizione dei nodi di confine (sono da considerare nodi di confine tutti quelli nei quali confluiscono archi di Enti diversi). Tale ruolo non

¹ Tutti i documenti citati nel presente articolo sono disponibili su www.trasporti.regione.lombardia.it

si manifesta però mai in correzioni dirette del grafo, ma nella ricerca delle situazioni di inconsistenza e nella loro segnalazione direttamente agli Enti proprietari.

L'unica situazione in cui la Regione opera direttamente in editing sul grafo è in eventuale supplenza di soggetti che ancora non hanno aderito al sistema (ad esempio per la rete ANAS)².

Nel caso dei **progetti** gli Enti operano invece in diretta connessione con il sistema regionale, che accetta quanto inviato senza ulteriori controlli se non sui dati alfanumerici.

La Regione interviene successivamente per correggere le incongruenze ed integrare i singoli tracciati di progetto nella rete esistente, laddove vi sia la necessità di rappresentare e simulare nuovi scenari di rete.

La base dati dei progetti alimenta le funzionalità di visualizzazione geografica del sistema regionale di monitoraggio degli interventi programmati.

Le due componenti del sistema sono accessibili dal portale del “Sistema Informativo Strade” che espone tutti i servizi di comunicazione e scambio dati tra la Regione e gli altri soggetti coinvolti.

Tali servizi riguardano la gestione, la consultazione, l'*upload* e il *download* dei dati relativi a:

- il grafo della rete stradale esistente;
- le caratteristiche della rete (catasto regionale delle strade);
- il monitoraggio della circolazione stradale extraurbana (flussi rilevati);
- la classificazione funzionale della rete esistente;
- il monitoraggio attuativo degli interventi sulla rete stradale di interesse regionale;
- altri temi che si vorranno implementare.

L'aggiornamento del grafo della rete stradale esistente

A supporto del processo di aggiornamento il sistema mette a disposizione degli utenti:

- funzionalità di *workflow* finalizzate a gestire le comunicazioni tra gli Enti coinvolti, a garantire sicurezza e ripercorribilità delle modifiche, ad amministrare le notifiche;
- funzionalità applicative volte a garantire il rispetto delle regole topologiche e del modello dati condiviso e ad erogare servizi di tipo GIS agli Enti, che potranno beneficiare dell'esposizione di dati sempre aggiornati.

La componente di gestione del grafo, oltre alle transazioni di aggiornamento delle geometrie, consente di gestire percorsi amministrativi ed itinerari funzionali e di aggiornare i dati del sistema di misura necessari alla calibrazione del grafo³ e al corretto posizionamento degli eventi gestiti con tecniche di segmentazione dinamica.

Caratteristica principale del sistema è quella di essere **aperto**: operando in modalità disconnessa, ciascun partecipante non è infatti vincolato all'utilizzo di una specifica applicazione di gestione del grafo, per la quale può invece autonomamente scegliere tra soluzioni che vanno da software GIS generalisti ad applicazioni verticali talvolta integrate con la componente di catasto stradale.

Questo approccio ha portato, nel progettare i flussi di comunicazione e le modalità di riallineamento del grafo, a considerare anche la differente situazione operativa degli Enti coinvolti:

- **Enti di tipo 1**: non hanno sviluppato un proprio ciclo di implementazione e gestione del grafo: effettuano l'editing direttamente sul grafo regionale, e richiedono l'erogazione di servizi accessori (consultazione, calibrazione...);
- **Enti di tipo 2**: hanno sviluppato un proprio grafo, talvolta di maggior dettaglio, che intendono mantenere: richiedono un lavoro preventivo di definizione di regole per l'armonizzazione dei modelli dati e dei formati di conversione.

² Il ruolo di supplenza può essere attribuito ad uno qualsiasi dei soggetti cooperanti nel sistema.

³ Posizione dei cippi chilometrici e dei punti notevoli del tracciato, ecc.

Il sistema si fonda quindi su un modello interoperabile che concentra l'attenzione sulla certificazione dei flussi di dati tra la Regione e gli altri soggetti in termini di:

- verifica formale del rispetto dei protocolli di scambio,
- verifica dei contenuti, limitatamente al rispetto di alcune regole di integrità topologica.

Tale modello è stato "personalizzato" in base alle due classi di utenti: gli Enti di tipo1 aprono vere e proprie transazioni di aggiornamento in remoto ogni qualvolta si presenti la necessità di apportare modifiche, mentre quelli di tipo 2 operano periodicamente delle semplici transazioni di riallineamento del grafo.

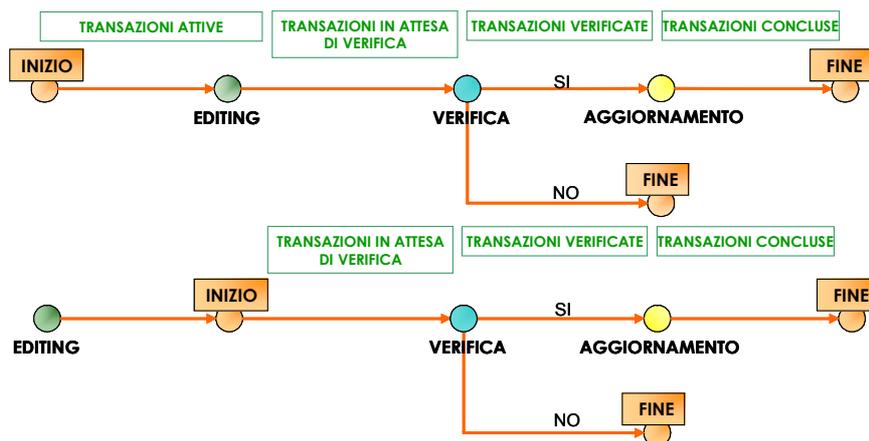


Figura 1 – Schema delle transazioni di aggiornamento del grafo delle strade esistenti per le due tipologie di Enti gestori

Dal punto di vista delle funzionalità GIS, il riallineamento del grafo che il sistema opera a seguito delle modifiche apportate, avviene in linea di principio per aggiornamento di singoli oggetti, salvo che i dati provengano da Enti di tipo 2 la cui applicazione non sia in grado di gestire lo storico delle modifiche; in questo caso il riallineamento avviene per sostituzione di intere porzioni del grafo. La modalità di gestione e trasferimento delle informazioni relative agli eventi del catasto stradale è invece uguale per tutti gli Enti: essa avviene infatti sulla base di un unico protocollo di scambio⁴.

Altri elementi innovativi del modello dati adottato sono il concetto di *ownership*, la gestione degli itinerari funzionali e una nuova definizione delle intersezioni, funzionale ad una più facile realizzazione di un grafo di sintesi GDF2.

La condivisione di requisiti e regole definiti in apposite linee guida agli Enti⁵ completa il quadro delle condizioni di interoperabilità.

La gestione dei progetti

La gestione dei progetti avviene nell'ambito del sistema regionale di monitoraggio degli interventi programmati, che tratta informazioni relative allo stato di attuazione delle opere e alle necessità, disponibilità, erogazione dei finanziamenti connessi.

Per quanto riguarda gli interventi finanziati con i fondi del D. Lgs. 112/98 l'acquisizione dei dati sia alfanumerici che geografici avviene da un'applicazione web direttamente accessibile dal Portale.

⁴ Specifiche per il Catasto Stradale della Regione Lombardia – Allegato M: protocollo di scambio dati (aggiornamento giugno 2005).

⁵ Editing distribuito del grafo stradale: Linee guida per gli Enti gestori.

Il modulo di web-editing geografico dell'applicazione, permette di effettuare on-line l'inserimento delle nuove geometrie di progetto (lineari o puntuali) e di definirne contestualmente gli attributi⁶. L'interfaccia utente non presenta difficoltà e non richiede alcuna particolare conoscenza di strumenti GIS, ma presuppone la corretta applicazione del modello logico implementato.

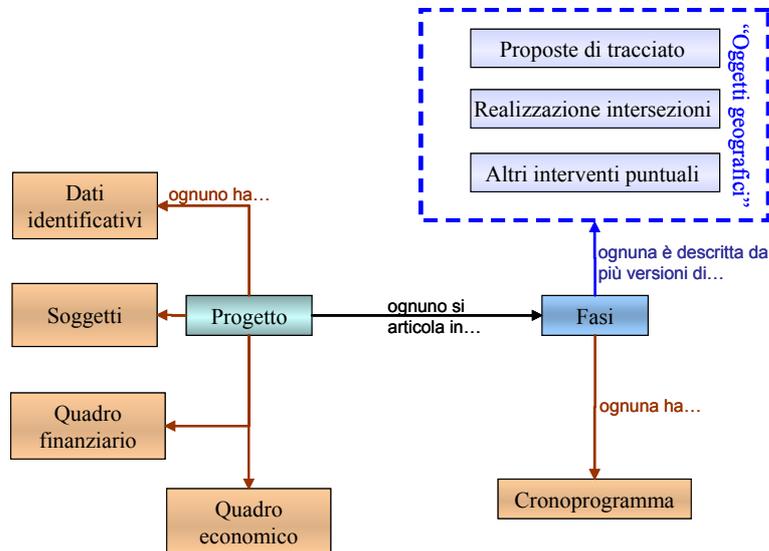


Figura 2 – Editing dei progetti stradali: modello logico complessivo

Ad ogni progetto monitorato sono associate più fasi progettuali e/o realizzative. Ad ogni fase sono associate una o più versioni di oggetti geografici che descrivono il progetto: l'utente può così modificare una geometria già inserita e associare la nuova versione ad una diversa fase.

Ulteriori funzionalità consentono di importare dati già disponibili ed editarli.

Questo tipo di utilities costituisce una facilitazione particolarmente interessante, considerato che nel prossimo futuro, i progetti di strade dovranno essere corredati di elaborati informatici redatti secondo specifiche tecniche recentemente adottate dalla Giunta Regionale⁷.

Architettura e tecnologie

Per quanto riguarda l'architettura logica del sistema il processo di acquisizione del dato alimenta uno strato di *layer* e tabelle storicizzate. Su questo gli amministratori della banca dati possono lavorare per la creazione di ulteriori viste. Ad esempio:

- sugli oggetti "attuali": a questo livello possono accedere gli utenti per effettuare elaborazioni (calcolo indicatori);
- su diversi orizzonti temporali;
- su aggregazione di dati più sintetiche e che integrino la componente spaziale e quella alfanumerica; tale livello è accessibile a utenti "esperti" (con applicazioni client/server) e su di esso poggiano i servizi di mappa che si occupano della pubblicazione del dato verso utenti "generici".

⁶ Attributi a tratti (tipo di sede, numero di sensi di marcia...) nel caso di geometrie lineari.

⁷ DGR n° 7/20829 del 16 febbraio 2005. Tali specifiche indicano modalità di georeferenziazione e di modellazione, contenuto informativo e formati e si differenziano in base alla categoria di strada e al livello di definizione progettuale. Le specifiche diventeranno cogenti con l'approvazione del regolamento regionale per la progettazione stradale, attualmente in discussione.

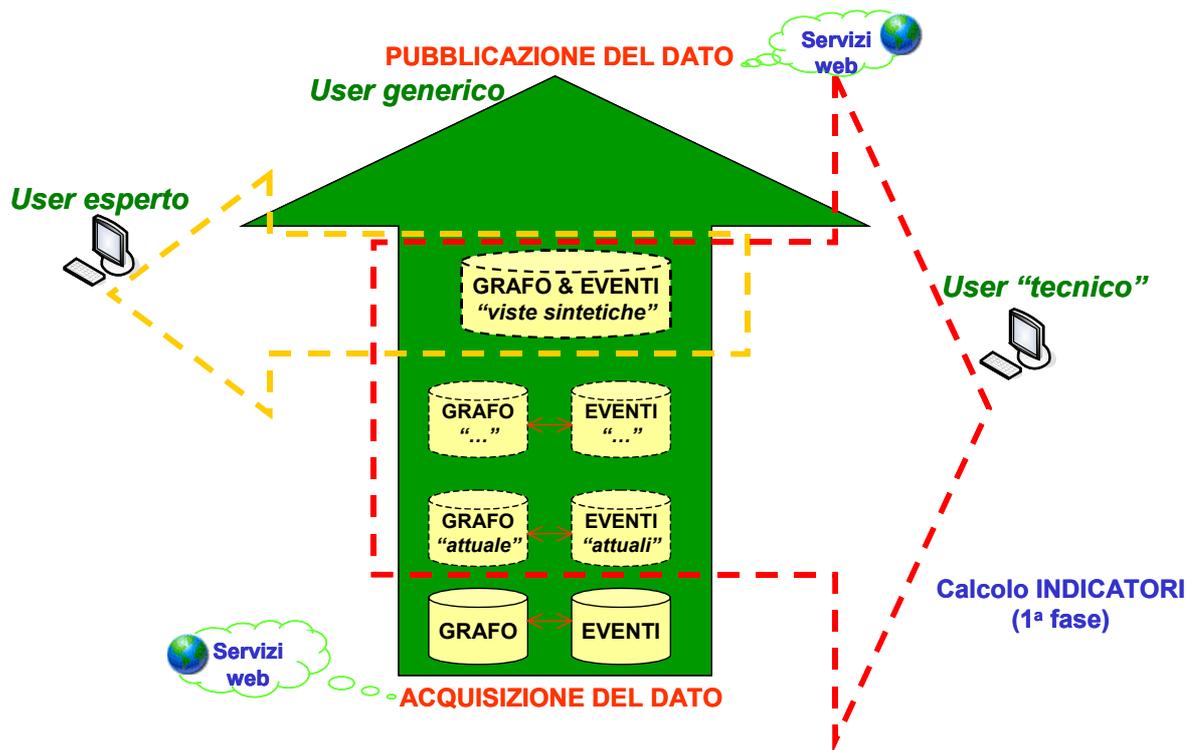


Figura 3 – Impianto logico del sistema di aggiornamento del grafo esistente

L'architettura tecnologica del sistema si basa sull'uso di tecnologie web sia per il governo delle comunicazioni tra i soggetti coinvolti che per la consultazione dei dati. Le condizioni di sicurezza e riservatezza dei servizi applicativi sono garantite dall'utilizzo della Rete Regionale Lombarda, rete privata virtuale su Internet, dedicata esclusivamente all'insieme degli aderenti al programma Lombardia Integrata (Regione, Comuni, Province, Comunità montane, Associazioni, Camere di Commercio,...).

Il sistema si basa su un modello architetturale a tre livelli: **Database server**, cui sono demandate le funzioni di gestione e memorizzazione dei dati, **Application server**, su cui sono installati, gestiti, supportati ed eseguiti i software applicativi, e **server Web**, che gestisce l'interfaccia per la presentazione dei moduli applicativi.

A livello di database server il sistema si articola in due componenti integrate tra loro: una che gestisce la componente spaziale del dato (*SDE database server*) e l'altra quella strettamente alfanumerica (eventi, anagrafiche,..; *ORACLE database server*).

Risultati e stato dell'arte

Dal mese di giugno 2005 l'applicazione di web-editing per i progetti stradali è a disposizione delle Province che hanno già incominciato ad utilizzarla.

E' in corso di completamento lo sviluppo del sistema di editing per il grafo della rete stradale esistente e sono già iniziati i test sulle funzionalità di aggiornamento destinate agli Enti di tipo 1.

La piena operatività del sistema è prevista per la metà del 2006.