L'uso di un sistema GIS nell'ambito di un grande progetto infrastrutturale: l'esperienza della Galleria di Base del Brennero

R. Di Bella(*), I. Planötscher(**)
(*) *Galleria di Base del Brennero-Brenner Basistunnel BBT SE*
(**) Territorium Online Gmbh - Srl

Abstract

Durante la fase di progettazione e le successive fasi di costruzione e gestione di una grande infrastruttura, i sistemi GIS forniscono un importante supporto non solo nella loro accezione classica di archiviazione, visualizzazione e analisi di dati georeferenziati, ma anche quale strumento flessibile per rendere gli stessi dati accessibili a un'utenza eterogenea, in funzione del ruolo rivestito nel progetto e delle relative esigenze (progettisti, organismi preposti al controllo, pubblico che desidera essere informato), nel rispetto delle complesse dinamiche che regolano un'opera a grande scala.
Scopo della presente relazione è quello di illustrare quali sono state le scelte strategiche, le funzionalità implementate e i risultati ottenuti nella realizzazione del proprio WebGIS da parte di BBT SE, la società europea incaricata della progettazione e costruzione della Galleria di Base del Brennero, cioè il tunnel ferroviario transalpino lungo 56 Km che, collegando Italia e Austria, rappresenta la parte centrale dell'asse Monaco – Verona appartenente al corridoio europeo TEN n.1 Berlino - Palermo.

1) Introduzione

La Galleria di Base del Brennero (Brenner Basistunnel BBT SE) è la società europea incaricata della progettazione e costruzione del tunnel ferroviario che, collegando l'Italia e l'Austria attraverso le Alpi, rappresenta la parte centrale dell'asse europeo Berlino-Palermo (TEN1) (v. figura 1).

Figura 1: Asse TEN 1 Berlino – Palermo (2006, fonte BBT SE)

Istituita nel 1999 come Gruppo Europeo di Interesse Economico (GEIE BBT) con sede ad Innsbruck, nel 2003 ha attivato una sede a Bolzano, e nel 2004 è stata costituita come Società per azioni Europea (BBT SE) italo-austriaca.
Il progetto dell'opera prevede la costruzione di due canne del diametro di 8,10 m collegate, ogni 336 m, da cunicoli trasversali, per una lunghezza complessiva di 56 Km interamente scavati in galleria.
Le fasi del progetto sono tre: durante la Fase I, iniziata nel 1999 e conclusasi nel 2002, sono state svolte attività di studio e di indagine (ad esempio sondaggi esplorativi, campagne di misura, studi di settore) finalizzate all'elaborazione del progetto preliminare; tale fase si è conclusa con la presentazione del progetto alle autorità competenti, e con l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie per la prosecuzione del progetto; nella Fase II, tuttora in corso, viene elaborato il progetto definitivo e vengono proseguite le attività di indagine, inclusa la realizzazione di un cunicolo esplorativo; la Fase III coinciderà con l'avvio dei lavori di scavo delle gallerie principali, e si concluderà con la messa in esercizio dell'opera.

2) L'utilizzo di un sistema GIS nel progetto della Galleria di Base del Brennero

La Galleria di Base del Brennero è un'opera che si estende su un territorio transfrontaliero (Austria e Italia) e che interessa diversi settori di attività: Ambiente, Geologia, Geodesia, Progettazione, Pubbliche relazioni, ecc.
Le molteplici discipline coinvolte e la vasta estensione del territorio su cui si sviluppa l'opera hanno prodotto, nelle fasi di indagine e di progettazione, una considerevole mole di dati ai quali andranno ad aggiungersi quelli delle successive fasi di costruzione ed esercizio.
Per gestire questa grande banca dati geografica BBT SE ha deciso di dotarsi di un sistema GIS, basato su moderne tecnologie Web e costruito secondo un'architettura modulare e scalabile, ossia adattabile a esigenze di diverso livello che ciascun utente può manifestare.
Attraverso un sistema WebGIS ciascun settore o soggetto di BBT SE coinvolto nella realizzazione del progetto può infatti:

- accedere alle informazioni geografiche in modo trasparente, immediato ed efficace, anche da remoto;
- integrare dati, anche molto specialistici, nella cartografia di base del territorio in cui si sviluppa il progetto;
- condividere le proprie informazioni geografiche con altri settori senza creare duplicazioni o ridondanze.

La prima fase per raggiungere questi obiettivi è consistita nell'analisi e nella progettazione dell'architettura del sistema WebGIS. Durante tale fase era necessario mettere in luce non solo le esigenze e le aspettative di ciascun settore interno della società rispetto ad un sistema GIS, ma anche individuare e selezionare quali dati di base e quali dati tematici, sia tra quelli già prodotti, sia tra quelli attesi dagli studi e dalle indagini future, dovessero confluire nella banca dati.

Inoltre, considerata l'esigenza dei diversi settori della società di interfacciarsi con gli enti presenti sul territorio sia a livello locale che nazionale, era fondamentale individuare quali fossero gli standard GIS più comunemente adottati nelle realtà con le quali BBT SE interagisce.

Per questa articolata e complessa fase di studio e progettazione BBT SE si è avvalsa della consulenza delle ditte R3-GIS e Klenkhart; il risultato di questa analisi, condotta anche con l'ausilio di interviste, è stato successivamente tradotto in apposite specifiche tecniche nel capitolato di gara per la progettazione definitiva della Galleria di Base del Brennero.

La fase successiva ha riguardato la realizzazione del sistema WebGIS, inclusa la creazione e il popolamento della banca dati: all'interno del consorzio di imprese PGBB (Planungsgemeinschaft Brenner Basistunnel), aggiudicatario della suddetta gara, questa attività è stata affidata alla ditta RaumUmwelt di Vienna che, per la parte di implementazione delle funzionalità WebGIS, si è a sua volta avvalsa della tecnologia e del supporto della ditta Territorium Online di Bolzano.

Un gruppo di lavoro interno di BBT SE (Di Bella, Sibilla, Mosheimer, Gögele, Levrini, Nemec) ha coordinato i lavori relativi allo sviluppo del WebGIS durante lo svolgimento delle attività previste nel contratto.

3) I dati che alimentano il WebGIS

Uno degli aspetti di maggiore complessità affrontati durante la costruzione del sistema WebGIS è stato la contestuale realizzazione della banca dati.
Si è dovuto ricorrere all'impiego di diverse soluzioni per rappresentare e organizzare i dati in modo completo ed efficiente all'interno del WebGIS.
Tra le questioni più complesse che si sono presentate, vi sono:

- i formati dei dati, spesso non immediatamente assumibili nel GIS: soprattutto per i dati provenienti dall'ambito della progettazione ingegneristica, il formato vettoriale più comune è il DWG/DXF. In questi casi si è scelto di operare una conversione verso opportuni formati compatibili con un GIS, laddove i disegni fossero georeferenziati, e dove la perdita di informazione risultasse accettabile; in tutti gli altri casi si è preferito lasciare i file nella loro forma originaria, limitandosi a visualizzare sulla mappa esclusivamente l'informazione sulla presenza di tali file in forma di catalogo (ad es. visualizzando l'ingombro della tavola), e offrendo la possibilità di accedere al file tramite un link.
La stessa tecnica è stata adottata anche per i disegni e le tavole disponibili esclusivamente in formati chiusi (ad es. PDF).

- i diversi sistemi di coordinate: nel corso della Fase I di progetto, BBT SE ha deciso di adottare quale sistema di riferimento l'UTM WGS84 con determinazione ITRF 94. Tutta la cartografia di base di BBT SE (ortofoto, cartografia plano-altimetrica, modello digitale del terreno) è stata perciò prodotta nel suddetto sistema; inoltre, dal momento che il progetto si sviluppa su un territorio transfrontaliero, e che lo scambio di dati con gli enti territoriali preposti è un suo requisito fondamentale, gran parte della cartografia è stata prodotta contestualmente anche nei due sistemi di coordinate nazionali italiano e austriaco vigenti all'epoca (rispettivamente Gauss Boaga e Gauss Krüger).
Volendo fornire le coordinate geografiche φ,λ (Latitudine-Longitudine), e quelle nel sistema internazionale WGS84-ETRS89, il WebGIS deve essere in grado di gestire cinque sistemi di coordinate diverse. Questa funzionalità è stata implementata grazie alla disponibilità delle formule di passaggio tra i vari sistemi di coordinate, ed è disponibile per l'utente sotto forma di strumento di interrogazione sull'interfaccia.

- il multilinguismo: un aspetto assolutamente di primaria importanza per un progetto transfrontaliero inserito in un contesto europeo è la gestione delle informazioni in diverse lingue. L'architettura WebGIS implementata (v. paragrafo successivo) garantisce un utilizzo multilingue delle applicazioni sia a livello di interfaccia, sia a livello di contenuti.
Attualmente sono disponibili le due lingue ufficiali di progetto (italiano e tedesco) e la lingua inglese.

- la mole di dati: all'interno di ciascun settore specialistico di BBT SE era già stato prodotto negli scorsi anni un volume notevole di dati, provenienti da studi, indagini, monitoraggi, ecc. finalizzati all'elaborazione del progetto preliminare. Durante la fase di redazione del progetto definitivo, ai dati già esistenti se ne sono poi aggiunti ulteriori. Nel corso di questo processo di continuo aggiornamento è frequente il verificarsi di casi di eterogeneità tra i formati consegnati, fenomeni di obsolescenza dei dati, replicazione di alcune informazioni, ecc. Questi fenomeni vanno gestiti con la massima cautela per garantire la bontà della banca dati realizzata.

4) Caratteristiche tecniche e architettura di sistema della piattaforma WebGIS

La banca dati risiede su un server dati dedicato, ed è gestita attraverso un DBMS Oracle.
Il DBMS Oracle è collegato, tramite la tecnologia ESRI ArcSDE, all'Internet Map Server ESRI ArcIMS, che risiede a sua volta su un apposito server.

Per l'amministrazione dei dati e la realizzazione delle funzionalità erogate dalla piattaforma WebGIS di BBT SE viene utilizzato il framework WebGIS-Database "*mapaccel"* sviluppato dalla ditta Territorium Online. Il cuore dell'intera architettura SOA (Service Oriented Architecture) è rappresentato dal server *mapaccel*, che espone nel web il servizio applicativo (WebService) strutturato in maniera gerarchica.

Il servizio applicativo è strutturato in diverse viste logiche (*Detail-LogicView*) che vengono "consumate", cioè utilizzate dalle diverse applicazioni.
Ogni vista contiene il suo specifico set di parametri di configurazione ma condivide anche con le altre viste considerevoli quantità di parametri per la gestione di tematiche comuni (es. per la rappresentazione della cartografia di base).
Le stesse tematiche, anche se esposte in viste diverse, vengono sviluppate e sottoposte a manutenzione solo una volta, poiché gestite centralmente senza ridondanze.
Le viste logiche, se raggruppate in *Master-LogicViews,* vengono esposte in corrispondenti portali WebGIS sotto forma di applicazioni offerte dagli stessi.
La parametrizzazione delle viste, cioè delle applicazioni, avviene attraverso il sistema di Back Office (*mapsnap*), il quale permette lo sviluppo e la manutenzione delle applicazioni raccogliendo tutti i loro parametri nel suo database strutturato a progetti ed è in grado di generare i servizi applicativi sul server mediante l'invio di file XML.
Un sistema di autenticazione controlla la visualizzazione delle applicazioni nel portale. In questo modo il portale permette, dinamicamente, ai diversi gruppi di utenti di accedere solo ai servizi applicativi a loro destinati, come illustrato al paragrafo successivo.
La figura 2 visualizza i componenti del framework *mapaccel* utilizzati per la realizzazione delle applicazioni esposte dal portale WebGIS di BBT SE.

Il client *mapaccel* utilizzato nel portale WebGIS di BBT SE dispone di funzionalità notevolmente estese, come ad esempio l'editing online di punti, linee, poligoni e attributi, l'editing online di eventi puntuali e lineari lungo una o più progressive dell'asse della galleria (Dynamic Segmentation), l'upload di dati sul server, il redlining (punti, linee, poligoni, cerchi anche immessi con raggio, testi), la generazione di PDF per la mappa, la legenda, la tabella degli attributi e i diagrammi, l'export di dati verso il mondo Office (Output in Word, Excel, ecc.), i bookmarks inseribili dall'utente, l'invio e-Mail dell'applicazione, la possibilità per l'utente di comporre la propria applicazione e molto altro ancora.

Altri client degli stessi servizi applicativi (WebServices) sono le applicazioni desktop destinate all'editing online avanzato (con topologia locale, Crossover-Snapping, Tracing e quant'altro) oppure alla manutenzione integrata di banche dati descrittive e banche dati geografiche.

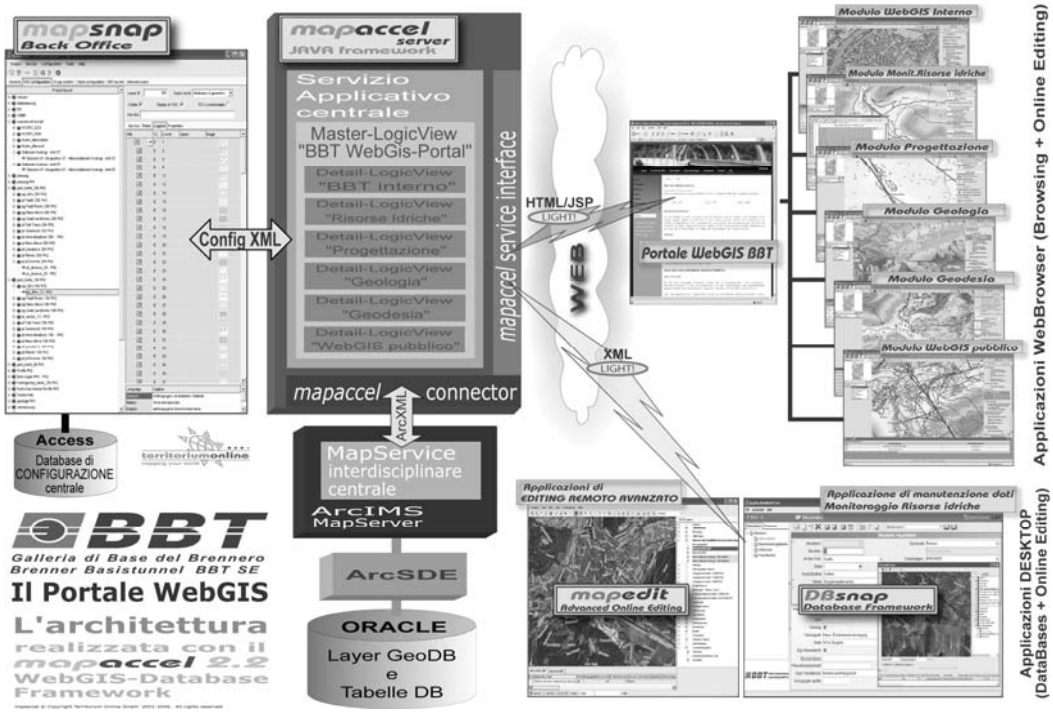

Figura 2: Componenti di sistema del framework *mapaccel* utilizzati per la realizzazione delle applicazioni esposte dal portale WebGIS di BBT SE (Fonte: Territorium Online Srl)

5) I moduli tematici e la gestione degli utenti

L'amministrazione degli utenti avviene attraverso l'applicativo di BackOffice: gli utenti vengono suddivisi in gruppi, e a ogni gruppo di utenti vengono assegnate una o più applicazioni – nel seguito denominate moduli - verso le quali è consentito l'accesso.
Pertanto ciascun utente, dopo essersi autenticato nel sistema mediante un prompt (username, password), potrà avviare il WebGIS scegliendo soltanto tra i moduli autorizzati.
I moduli controllano l'accesso ai dati sulla base di privilegi o restrizioni (editing, sola lettura) e abilitano sul lato Client funzioni specialistiche.
Il WebGIS sviluppato risulta così dotato di un'architettura modulare e scalabile, per consentirne diversi livelli di utilizzo tra i vari utenti (tecnici della società BBT SE, progettisti, pubblico che desidera essere informato, ecc.).
I moduli tematici attualmente presenti sono 6: Geologia, Progettazione, Monitoraggio delle risorse idriche, Topografia, Particelle catastali e proprietari, Modulo per il Pubblico.
Il modulo *Geologia* contiene tutti i dati provenienti dalle indagini geologiche (sondaggi, rilievi, prove di laboratorio), e offre funzionalità specifiche, come per esempio la ricerca nella banca dati geologica collegata.
Il modulo *Progettazione* include importanti funzioni basate sulla tecnica della segmentazione dinamica, che consentono ad esempio di inserire eventi lungo il tracciato utilizzando i valori della progressiva chilometrica.
Il modulo *Monitoraggio delle risorse idriche* è pensato per la gestione e l'analisi dei dati provenienti dal controllo continuo di sorgenti, pozzi, ecc. Tramite funzioni di ricerca è possibile effettuare filtri sui dati, e generare dinamicamente i grafici corrispondenti.

Il modulo *Topografia* offre funzionalità specifiche per la gestione e l'editing di dati provenienti dalle attività di rilevamento topografico (ad es. i punti di inquadramento e di raffittimento), mentre il modulo *Particelle catastali e proprietari* contiene informazioni dettagliate sui terreni, e fornisce strumenti per l'integrazione di dati provenienti da altri Soggetti (es. catasti provinciali).
Infine, il modulo per il *Pubblico* costituisce una vista semplificata e snellita dei dati e delle funzioni contenute nell'applicazione di base, allo scopo di divulgare informazioni sul progetto a un'utenza più vasta, come illustrato al punto successivo.

6) La comunicazione al pubblico: portale Internet e chioschi interattivi

Oltre ai moduli tematici rivolti ad un'utenza specialistica, è stato realizzato anche un modulo destinato ad un pubblico più vasto, con lo scopo di rendere accessibili alla popolazione informazioni cartografiche aggiornate in tempo reale sul progetto della Galleria di Base del Brennero.
Questo modulo, denominato WebGIS Pubblico, si basa sulla stessa architettura modulare WebGIS degli altri moduli, e quindi condivide con essi gli stessi dati e la medesima struttura, pur adattandola ad uno scopo divulgativo: ad esempio, per facilitare l'accesso del pubblico è stata rimossa l'autenticazione dell'utente e sono state rese più snelle alcune funzioni, quali ad esempio la ricerca.
Il portale cartografico, basato su questo modulo WebGIS, è pubblicato in internet ed è raggiungibile sia dall'home page ufficiale di BBT SE (www.bbt-se.com) sia da un link diretto (gis.bbt-se.com).

Per informare ulteriormente i cittadini sullo stato di avanzamento dei lavori BBT SE ha inoltre deciso di posizionare alcuni chioschi interattivi in punti strategici ad elevata frequentazione (stazioni ferroviarie, comuni interessati per territorio, ecc.) (v. figura 3).

Figura 3: chiosco interattivo presso l'atrio della stazione ferroviaria di Bolzano (Fonte: BBT SE)

Le informazioni cartografiche, già disponibili in internet attraverso il portale "WebGIS pubblico", sono state incluse tra i contenuti multimediali (video, sito web navigabile) dei chioschi interattivi.
Tuttavia, poiché le modalità di utilizzo del WebGIS sui chioschi sono diverse rispetto ad un utilizzo su normali pc, si rendono indispensabili adattamenti alla versione già realizzata del WebGIS pubblico.
Tali adattamenti coinvolgono sia una nuova versione grafica dell'interfaccia (ingrandimento dei pulsanti, ridimensionamento dei frame, utilizzo di tastiera virtuale, ecc.), per garantire un utilizzo semplice e immediato del WebGIS in modalità "touch screen", senza cioè l'uso né di tastiera né di mouse, sia le modifiche ad alcune funzionalità (ad esempio l'eliminazione dei tasti di stampa e di invio e-mail) il cui utilizzo sul chiosco è stato precluso.

7) Benefici ed elementi innovativi del sistema WebGIS di BBT SE

L'impiego di un sistema WebGIS produce un'ottimizzazione delle risorse aziendali, e precisamente:

- maggiore scambio di informazioni tra i vari settori del team di progetto (risultati di studi, indagini, ecc.);

- diminuzione dei tempi di ricerca delle informazioni;
- maggiore controllo dell'integrità del dato (vengono evitate pericolose duplicazioni o modifiche dei dati da parte di soggetti non autorizzati);
- divulgazione di informazioni al pubblico.

La struttura "modulare" implementata permette inoltre un riutilizzo estremamente elevato delle proprietà delle applicazioni WebGIS (impostazioni di configurazione, funzionalità, caratteristiche di rappresentazione dei dati) grazie ad un meccanismo di ereditarietà automatica tra il modulo di base e i moduli tematici.
Ciò produce un notevole risparmio di tempo e di risorse, sia durante lo sviluppo di nuovi moduli, sia durante la manutenzione delle applicazioni (modulo di base e tematici) pre-esistenti.
Questa struttura consente inoltre di ampliare il sistema sia "orizzontalmente", con la creazione di nuovi moduli tematici, sia "verticalmente", mediante lo sviluppo di nuove funzionalità sul modulo di base che possono essere ereditate dai moduli tematici.
Questo garantisce al sistema un elevato grado di flessibilità, in quanto consente di poterlo costantemente adattare a nuove esigenze che dovessero nascere col prosieguo dei lavori.
A titolo esemplificativo, già in concomitanza con l'avvio dei lavori per le aree di cantiere e durante lo scavo del cunicolo esplorativo sarà raccolta una notevole mole di dati, provenienti soprattutto dalle attività di monitoraggio ambientale e dei monitoraggi geotecnici in galleria, che sarà possibile gestire anche all'interno del sistema WebGIS grazie all'implementazione di nuovi moduli tematici.

La gestione del multilinguismo (italiano, tedesco, inglese), a livello sia di interfaccia, sia di banca dati, garantisce una fruizione completa delle informazioni, che risulta indispensabile se si considera l'importanza internazionale dell'opera.

8) Conclusioni

I benefici che si possono ottenere dall'uso di un sistema WebGIS all'interno delle attività di progettazione e costruzione di una grande opera di ingegneria sono sintetizzabili in un miglioramento complessivo dell'efficienza, nella possibilità di utilizzare e scambiare informazioni multidisciplinari sempre aggiornate tra i vari team di esperti di settore, nonché nella possibilità di condividerle con una vasta platea di pubblico che, pur non possedendo conoscenze specialistiche, desidera avere informazioni sul progetto e sul suo stato di avanzamento.
Funzionalità studiate appositamente in base alle caratteristiche strutturali dell'opera (inserimento di eventi lungo una chilometrica, gestione sincronizzata di più chilometriche che si intersecano) costituiscono un elemento tecnologico nuovo rispetto alle funzionalità standard offerte da analoghi sistemi WebGIS.
L'architettura modulare del sistema consente di ampliarlo sia "orizzontalmente", con la creazione di nuovi moduli tematici, sia "verticalmente", mediante l'implementazione di nuove funzionalità sul modulo di base che possono essere ereditate dai moduli tematici.
Questo garantisce al sistema un elevato grado di flessibilità, in quanto consente di poterlo costantemente adattare alle esigenze che inevitabilmente sorgono durante il prosieguo delle attività di progettazione e di costruzione di un'infrastruttura di grandi dimensioni e di vasti orizzonti temporali quale la Galleria di Base del Brennero.