

CAPITOLO 8.1 UNA REALIZZAZIONE WEB GIS PER L'AGGIORNAMENTO IN RETE DI DATABASE TOPOGRAFICI

Matteo Crozi, Anna Spalla

DIET - Dipartimento Ingegneria Edile e del Territorio, Università degli Studi di Pavia,
e-mail matteo.crozi@unipv.it, anna.spalla@unipv.it

SOMMARIO

I data base topografici dedicati alle attività di Enti che gestiscono sistemi di servizi distribuiti sul territorio richiedono spesso la necessità di azioni di aggiornamento che vengono attuate da una molteplicità di operatori .

Allo scopo di evitare situazioni di incompatibilità o di incongruenza è necessario che questi interventi di aggiornamento avvengano su un unico database topografico residente su un server centrale al quale accedono da remoto gli operatori che hanno il compito dell'aggiornamento.

L'applicazione sviluppata realizza questa situazione di WEB GIS in cui gli operatori accedono in tempo reale al database sul server con operazioni di editing che possono avvalersi del data GPS in modalità RTK.

1 PREMESSA

Il sistema implementato dal Laboratorio di Geomatica del Dipartimento di Ingegneria Edile ed Architettura non si pone in competizione con gli analoghi sistemi sia in sviluppo che in uso presso alcune amministrazioni pubbliche, ma vuole essere una sperimentazione di frontiera, che riassume le ultime innovazioni tecniche nel settore dei rilievi topografici e dei sistemi informativi territoriali.

2 ARCHITETTURA DEL SISTEMA REALIZZATO PRESSO IL DIET PER LA GESTIONE DI CARTOGRAFIA DA REMOTO

Il sistema è costituito da due parti: server e client.

La parte server è fondata su una macchina Dell di notevole potenza di calcolo, necessaria per la distribuzione di mappe, ed in più è dotata di un sistema di backup totale del sistema per la completa integrità di dati e servizi.

Su questa macchina è installato il web server APACHE TOMCAT (software open Source multiplatforma) necessario per la distribuzione dei servizi web.

L'applicativo dedicato al servizio WEB GIS è ABACO DbMapAsj; è basato integralmente sul linguaggio Java e pertanto è anch'esso multiplatforma. È completamente personalizzabile, sia lato server che client, come infatti è stato per il progetto in esame.

Infine i dati sono memorizzati utilizzando un database server: PostGresQL con estensione PostGIS, anch'esso Open Source e Multiplatforma.

Per quanto riguarda la parte client, si esaminerà in dettaglio l'attrezzatura utilizzata per i rilievi sul terreno, in quanto come client si annoverano anche tutti i pc, fissi o portatili, dotati di browser e collegati ad internet.

La scelta dell'hardware è caduta su un Tablet Pc Panasonic CF-18 che, rispondendo a specifiche militari, ben si presta per leggerezza e robustezza ad essere utilizzato nei rilievi sul terreno in qualunque condizio-

ne; è inoltre dotato di tutte le possibili connessioni wireless: Bluetooth, Wi-fi e GPRS/Edge; in particolare quest'ultima è stata utilizzata per le connessioni ad internet.

Al Tablet si è scelto di collegare un GPS di classe geodetica: un Leica GPS 1200, doppia frequenza, che è stato utilizzato in modalità RTK.

Al client web abbiamo affiancato un sistema palmare TOPCON GMS-2 dotato di antenna GPS integrata (codice e fase L1) in cui è stato installato il client Abaco DbMap Pocket. Eventualmente al palmare è possibile collegare altre antenne di classe superiore.

Dal punto di vista del software Abaco, nella figura 1 è visibile lo schema concettuale sia per quanto riguarda la parte server che la parte client.

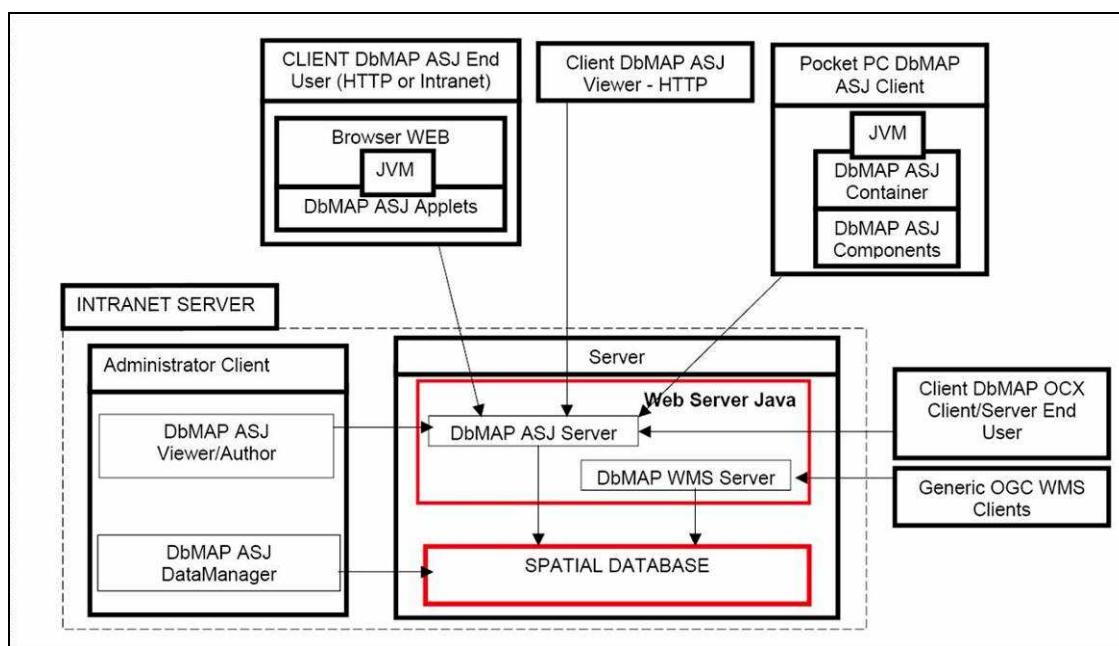


Figura 1. Architettura del sistema.

3 INFRASTRUTTURA HARDWARE WEB/MOBILE GIS

L'infrastruttura, dal punto di vista dell'hardware utilizzato, è visibile nella figura 2.

In essa sono visibili le 2 unità principali: a sinistra l'unità "server" ed a destra l'unità "client". L'unità "server" è già stata illustrata in precedenza; si ricorda solamente che su di essa sono presenti tutti i dati ed i software che costituiscono il progetto in esame. Per quanto riguarda la parte "client", essa è costituita da due tipologie: la prima, da noi definita "ON-LINE" in quanto i vari client sono collegati al server via web, o tramite cavi di una rete Lan, nel caso di pc desktop, oppure da reti wireless (Wi-Fi, oppure GPRS/EDGE) nel caso di pc portatili o tablet. La seconda tipologia di client, da noi definita "OFF-LINE", è basata su sistemi palmari che non sono collegati direttamente al server; i dati infatti vengono memorizzati su un supporto fisico (scheda di memoria Secure Digital [SD]) che a sua volta viene inserito nel palmare. Una volta terminato il rilievo, i dati rilevati vengono reinseriti nel sistema centrale per aggiornare il database.

La peculiarità maggiore di questo sistema è la gestione della multiutenza. Sono infatti possibili due scenari, anche contemporanei di gestione: multiutenza web (on-line) e multiutenza palmare (off-line), come nella figura 3.

Questa peculiarità è data dalla gestione centralizzata degli accessi e dei dati.

I primi permettono di definire i privilegi di accesso in maniera “granulare”, cioè ogni utente possiede precisi diritti, non solo generali di accesso, ma anche sui singoli progetti (visibili o non visibili), layers (editabili o no), e strumenti (utilizzo di determinati strumenti o meno).

I secondi permettono il “versioning” dei dati e quindi la gestione contemporanea di più utenti e di serie storiche.

Nel primo caso, la funzionalità è fornita dall'applicativo Abaco DbMapAsj, mentre la seconda dal Database Server PostGresQL, con estensione PostGIS.

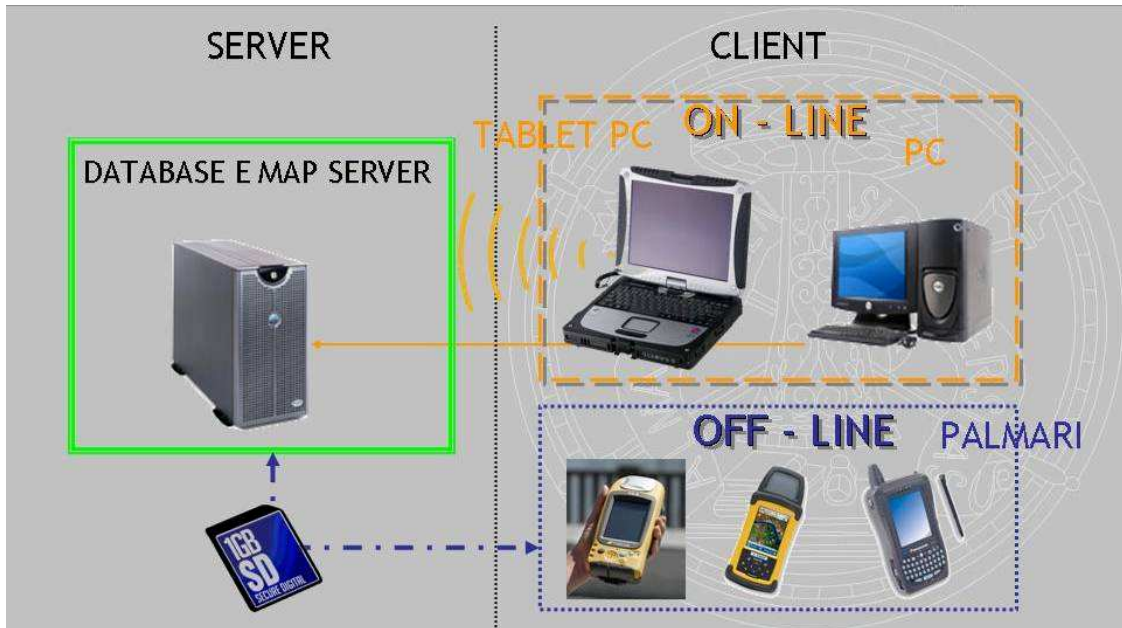


Figura 2. Architettura del sistema in forma grafica.

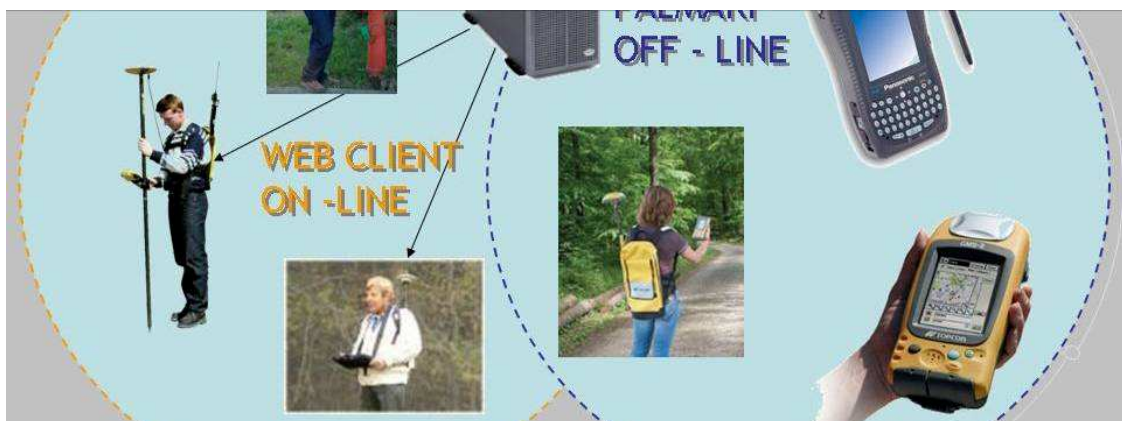


Figura 3. Multiutenza.

3.1 Infrastruttura hardware web gis

Esaminiamo ora in dettaglio l'infrastruttura hardware client/server basata su tablet pc (figura 4).

Il tablet viene connesso al server tramite web, grazie ad un modem interno di tipo EDGE, che permette una navigazione fluida del browser. Dopo essersi autenticato, l'utente potrà visualizzare il progetto che riguarda l'area e le tematiche del rilievo da effettuare.

L'utente può esaminare i dati sulla zona che desidera: navigazione, interrogazioni ed editing sono tra le possibilità offerte dal client web, che saranno esaminate in dettagli più avanti.

Al tablet pc è possibile collegare un dispositivo GPS: è possibile collegare qualunque GPS, purchè il relativo file di output sia di tipo NMEA; la velocità di aggiornamento, la porta di connessione e la velocità di trasferimento sono impostabili sul pc tramite un apposito tool sviluppato ad hoc per questo progetto, basato su tecnologia java.

Nel nostro caso, si è collegato un ricevitore GPS Leica modello 1200, dotato di elevate caratteristiche: riceve oltre al codice, le due fasi L1 ed L2 e tramite modem è possibile utilizzare la modalità RTK.

Volendo sfruttare appieno la possibilità di rilievi cinematici e gli aggiornamenti real-time dei dati sul server, si è infatti utilizzata quest'ultima modalità. Si è sfruttata infatti la possibilità di collegarsi alla stazione permanente GPS che il nostro laboratorio gestisce, per utilizzare la modalità RTK ed ottenere così rilievi di precisione in tempo reale, che grazie al collegamento al server centrale vengono immediatamente resi disponibili a tutti gli utenti collegati.

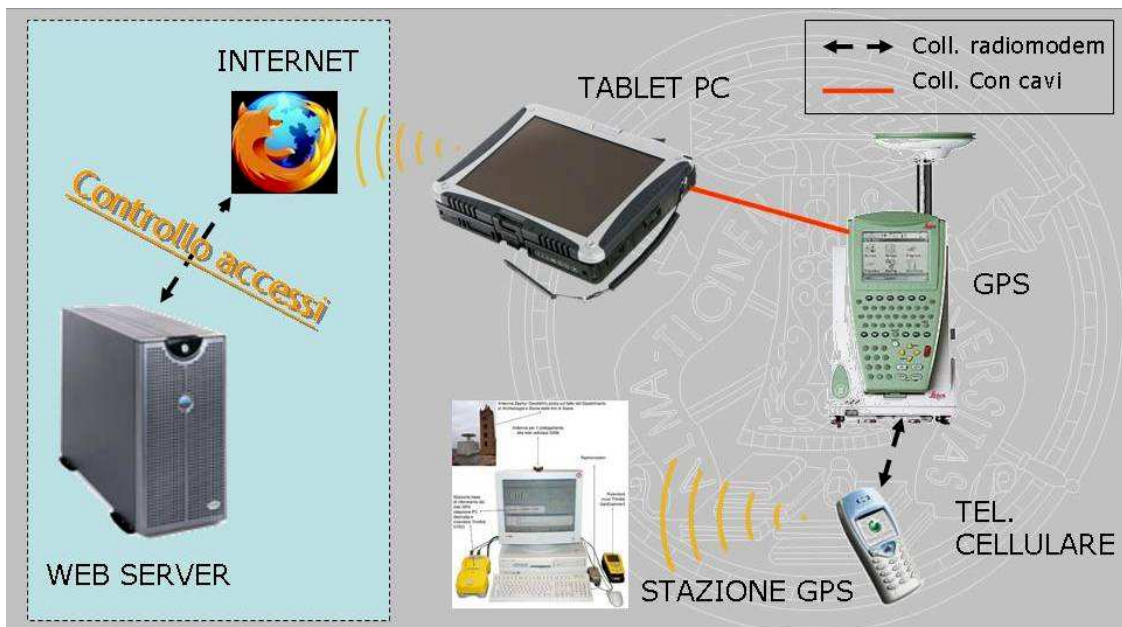


Figura 4. Infrastruttura WEB GIS.

3.2 Infrastruttura hardware mobile gis

L'infrastruttura basata su sistemi palmari (figura 5), non presenta un collegamento continuo e diretto con i dati ed i servizi residenti sul server. Attraverso un apposito tool presente nel software DbMapAsj, è possibile esportare la porzione di cartografia voluta in una scheda di memoria, la quale andrà poi inserita nel dispositivo palmare.

Come nel caso del client web, il palmare dispone di un proprio software client, questa volta sviluppato appositamente per l'ambiente windows CE dalla Abaco: il DbMap Pocket. Tale software è l'equivalente del client web, in versione palmare. È possibile utilizzarlo per le più comuni operazioni di tipo GIS (navigazione, interrogazioni, editing, ecc.) ed in più consente di utilizzare i dati in arrivo da un ricevitore GPS. Nel nostro caso, il palmare utilizzato, un Topcon GMS-2, possiede un'antenna GPS integrata, capace di ricevere i segnali di codice e fase L1; inoltre consente di utilizzare sia la costellazione GPS che

GLONASS. Un'ulteriore peculiarità è data dalla possibilità di collegare al palmare altri dispositivi topografici, tra cui ricevitori GPS che possano utilizzare la modalità RTK, come indicato al punto precedente.



Figura 5. Infrastruttura MOBILE GIS.

3.3 Ambiente lato server

Di seguito una breve esamina dei software disponibili sul server e dei relativi strumenti, dedicati all'implementazione e gestione, del progetto, per quanto riguarda sia i dati che i servizi.

Iniziando dai dati, nelle immagini seguenti sono riportate rispettivamente: l'interfaccia grafica dello strumento di amministrazione di PostGresQL (figura 6), e nella seconda la "vista" dei dati come risultato di una query SQL (figura 7). Il software di amministrazione, pgAdmin III consente non solo di visualizzare i dati contenuti nel database, ma di gestire gli utenti, creare relazioni, utilizzare funzioni preconfigurate di analisi spaziale, ecc.



Figura 6. Interfaccia grafica di pgAdmin.

5	58410	PV_AGCP_103A	5003526.934	512151.308	119.036	5003546.195	1512178.444	78.193	PV_AGCP_103A	122
6	58411	PV_AGCP_103B	5003545.58	512125.196	119.084	5003564.84	1512152.332	78.243	PV_AGCP_103B	123
7	58412	PV_AGCP_104	5003474.489	512528.494	117.098	5003493.751	1512555.635	76.269	PV_AGCP_104	124
8	58413	PV_AGCP_105B	5003108.897	512870.416	106.706	5003128.156	1512897.562	65.898	PV_AGCP_105B	126
9	58414	PV_AGCP_106	5003506.656	512924.544	112.974	5003525.923	1512951.689	72.154	PV_AGCP_106	127
10	58415	PV_AGCP_107	5003112.967	513217.279	109.711	5003132.229	1513244.428	68.911	PV_AGCP_107	128
11	58416	PV_AGCP_108	5003442.425	513422.212	116.416	5003461.695	1513449.362	75.611	PV_AGCP_108	129
12	58417	PV_AGCP_109	5003584.928	513666.269	116.891	5003604.203	1513693.421	76.088	PV_AGCP_109	130
13	58418	PV_AGCP_10M	5006020.534	515410.468	121.514	5006039.866	1515437.626	80.668	PV_AGCP_10M	13
14	58419	PV_AGCP_110	5003069.241	513618.796	114.573	5003088.506	1513645.95	73.786	PV_AGCP_110	131
15	58420	PV_AGCP_111W	5003293.639	513902.77	115.07	5003312.911	1513929.926	74.283	PV_AGCP_111W	132
16	58421	PV_AGCP_111Y	5003290.702	513900.973	115.058	5003309.974	1513928.129	74.271	PV_AGCP_111Y	133
17	58422	PV_AGCP_112W	5003053.074	514201.145	114.219	5003072.345	1514228.305	73.448	PV_AGCP_112W	134
18	58423	PV_AGCP_112Y	5003032.516	514238.869	114.145	5003051.787	1514266.029	73.375	PV_AGCP_112Y	135
19	58424	PV_AGCP_113W	5003390.802	514575.292	115.875	5003410.082	1514602.454	75.103	PV_AGCP_113W	136
20	58425	PV_AGCP_113Y	5003393.62	514574.922	115.801	5003412.9	1514602.084	75.029	PV_AGCP_113Y	137
21	58426	PV_AGCP_114	5002934.074	514640.843	104.786	5002953.347	1514668.008	64.03	PV_AGCP_114	138
22	58427	PV_AGCP_115W	5003280.862	514935.173	116.04	5003300.143	1514962.34	75.281	PV_AGCP_115W	139
23	58428	PV_AGCP_115Y	5003280.232	514937.975	116.076	5003299.513	1514965.142	75.317	PV_AGCP_115Y	140
24	58429	PV_AGCP_116A	5003360.087	515474.738	117.117	5003379.375	1515501.91	76.37	PV_AGCP_116A	141
25	58430	PV_AGCP_116B	5003361.514	515467.318	117.2	5003400.802	1515494.49	76.452	PV_AGCP_116B	142
26	58431	PV_AGCP_117	5002848.128	515441.128	115.078	5002867.407	1515468.302	74.347	PV_AGCP_117	143
27	58432	PV_AGCP_118	5003279.892	515864.061	116.796	5003299.182	1515891.237	76.062	PV_AGCP_118	144

Figura 7. Risultato di una query sui dati.

4 STRUMENTI SVILUPPATI PER L'IMPLEMENTAZIONE DEL WEB GIS

Di seguito invece i principali strumenti sviluppati dalla Abaco per l'implementazione del WEB GIS.

4.1 Data Manager

Il primo strumento è appunto il Data Manager (figura 8), che viene utilizzato per l'inserimento fisico dei dati nel database. Tramite questo software è possibile importare nel database alcune tipologie di dati, sia vettoriali che raster: gli shapefile sono, per la loro diffusione, il formato predefinito, ma è possibile importare anche DWG, così come raster di tipo ecw e tif.

Come si nota dalla figura 8, è possibile importare i dati precedentemente esportati per l'applicativo palmare, come pocket layer, e successivamente al rilievo è possibile la reimportazione nel database degli stessi dati aggiornati; l'applicativo gestirà automaticamente l'aggiornamento.

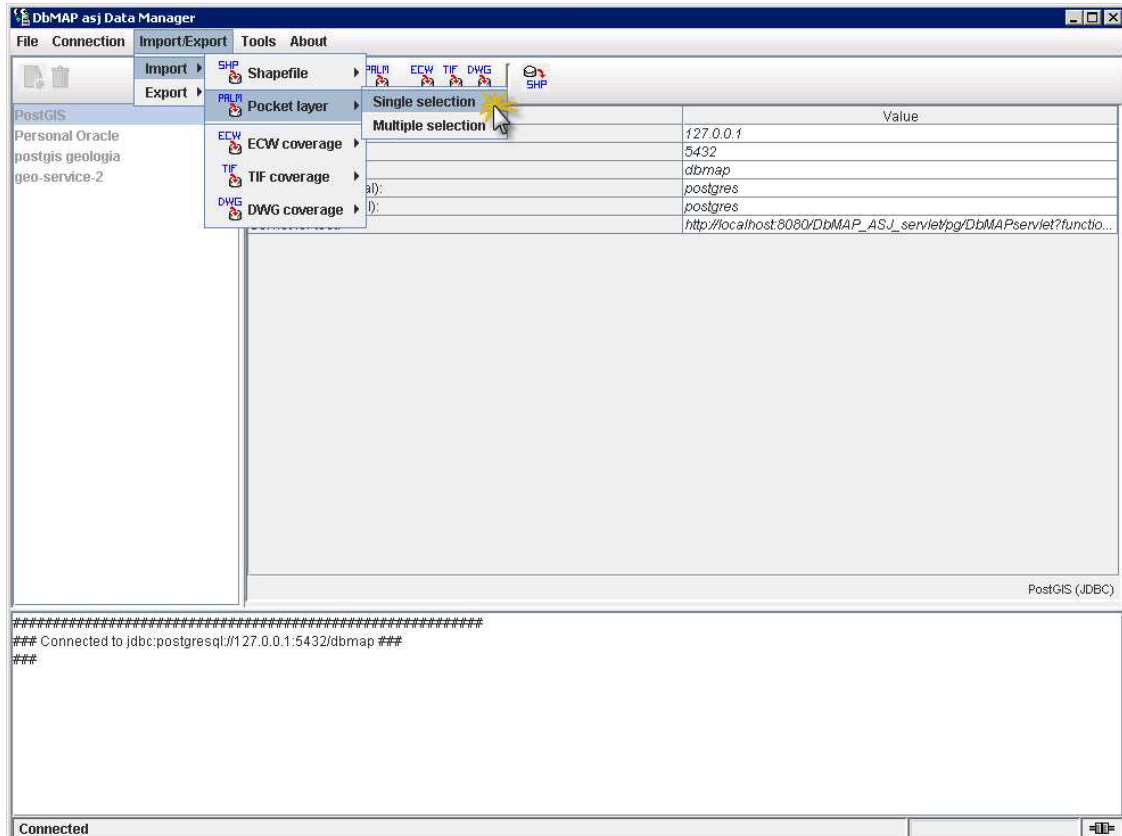


Figura 8. Data Manager.

4.2 Authoring

Una volta importati i dati nel database, è necessario creare dei “progetti”, in cui verranno inseriti tutti i tematismi necessari, scegliendo opportunamente la sovrapposizione dei layer, la loro vestizione, le possibilità di editazione degli stessi, ed infine le possibilità di interrogazione sui vari strati informativi.

La corretta gestione dei layer è importante sia per la presenza nel progetto di dati raster, che per le loro caratteristiche devono essere posizionati sotto tutti gli altri strati vettoriali, per evitare che la sovrapposizione copra gli oggetti; inoltre gli stessi layer vettoriali devono essere sovrapposti nel giusto criterio, sia per la loro visibilità che per la corretta leggibilità del progetto.

A questo riguardo è opportuna anche la corretta “vestizione” dei layer, per consentire una facile comprensione da parte degli utenti (figura 9).

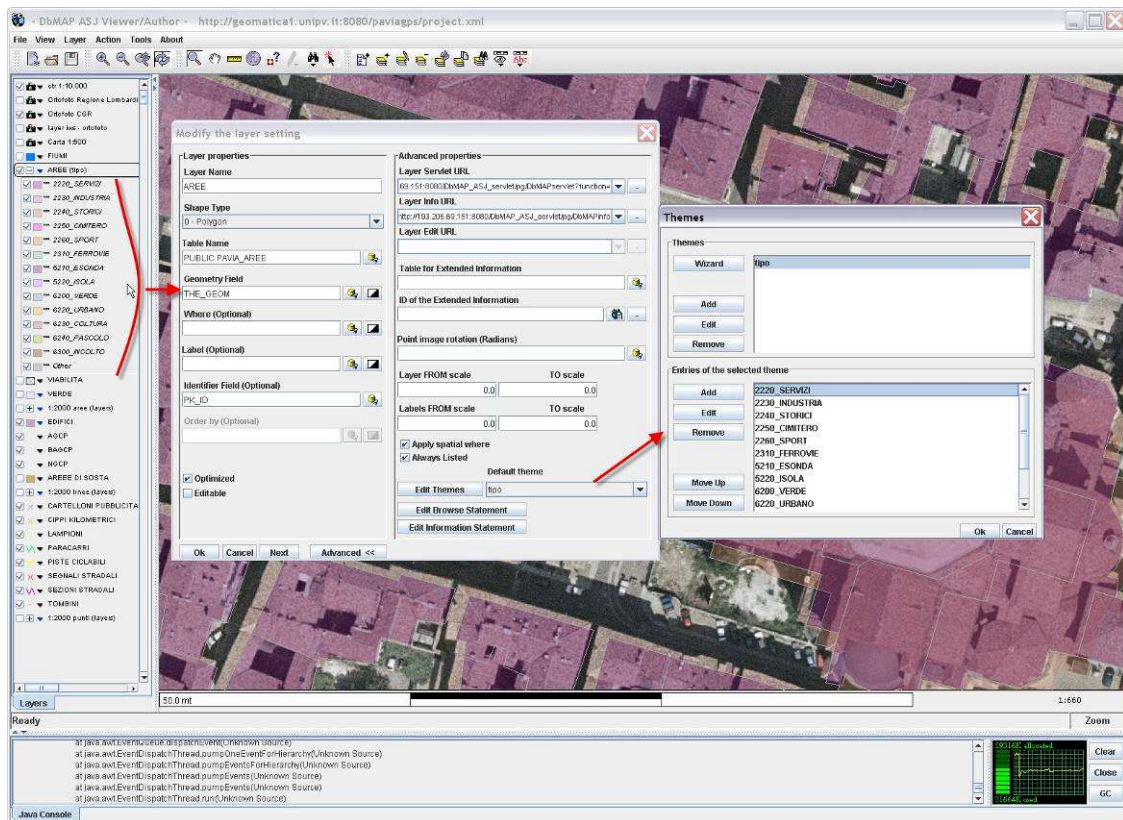


Figura 9. Interfaccia dell' Author e possibilità di vestizione.

Il software di authoring, consente di gestire al meglio i layer, soprattutto per la possibilità di assegnare non solo colori univoci, ma anche di scegliere tematismi in base agli attributi presenti. Infine ma è solo un'anticipazione, la funzione di personalizzazione dei layer è presente anche nei client web. Nelle proprietà di ciascun layer è possibile inserire la possibilità di essere modificato on-line. Inoltre, in questa breve rassegna delle funzioni principali, menzioniamo la possibilità per ciascun layer di creare dei form di ricerca personalizzati per effettuare interrogazioni facilitate sugli oggetti presenti nel progetto (figura 10).

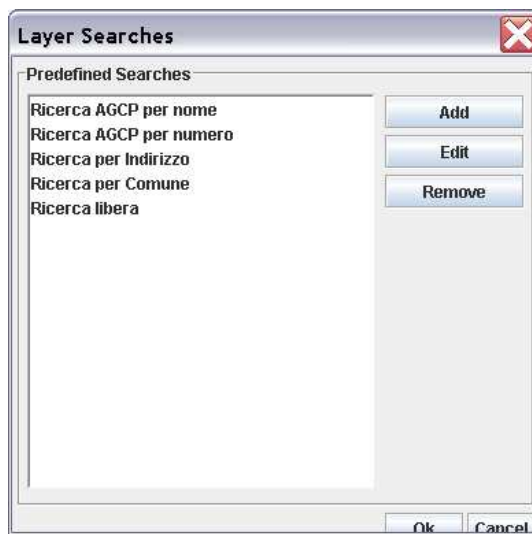


Figura 10. Ricerche personalizzate.

Infine una volta definito il progetto sono possibili 2 scelte (figura 11):
esportare il progetto per renderlo disponibile su web
esportare il progetto su una scheda di memoria per essere utilizzato sui computer palmari

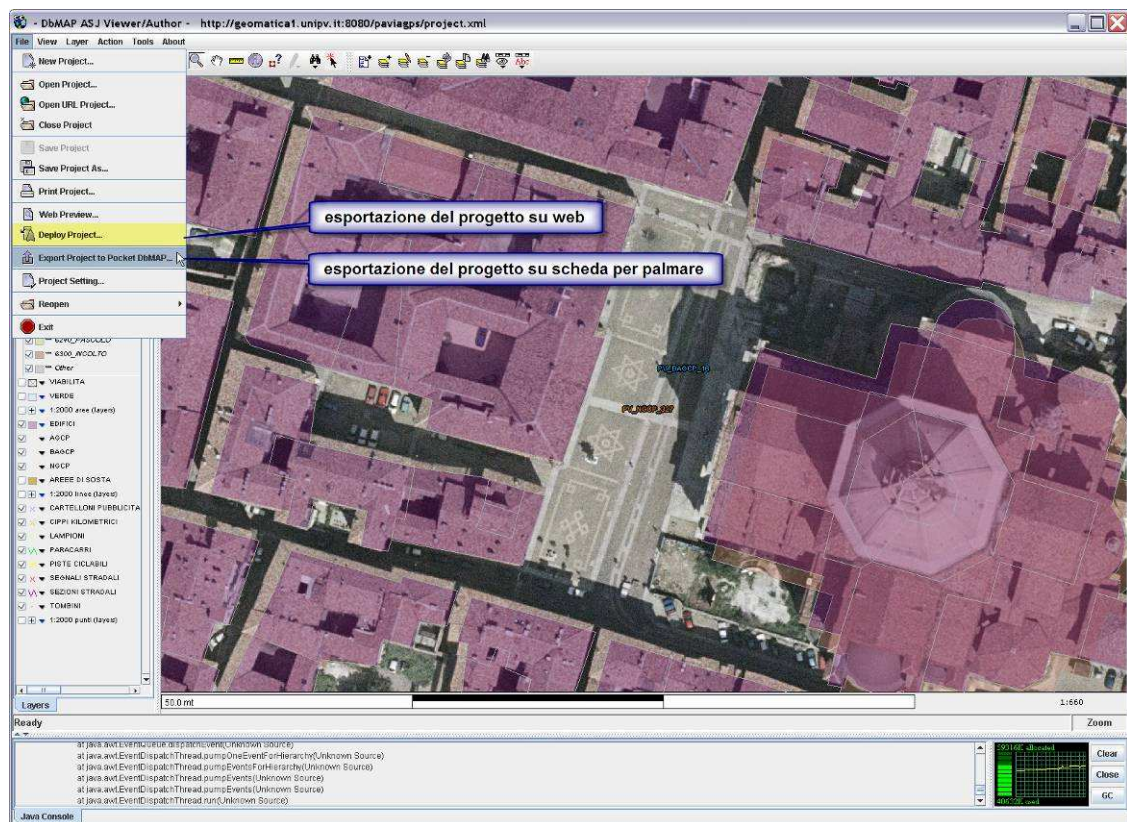


Figura 11. Esportazione del progetto.

5 TIPOLOGIE DI CLIENT

Di seguito si esamineranno le varie tipologie di client disponibili per gli utenti.

5.1 Client web generico

Il client web generico si riferisce alla possibilità di utilizzare un qualsiasi browser web, non solo per visualizzare, ma anche per editare features geografiche.

Dato che ci si collega via web, il progetto è intrinsecamente rivolto alla multiutenza, e questa è sottolineata dal fatto che più utenti simultaneamente, previa autenticazione, possono editare le varie features presenti sul server centrale.

L'interfaccia è basata su pagine html, javascript e applet java ed utilizzando di volta in volta il linguaggio appropriato è possibile personalizzarla ampiamente, sia dal punto di vista grafico che dal punto di vista delle funzioni disponibili. Nella figura seguente è visibile l'interfaccia sviluppata per il progetto in esame.

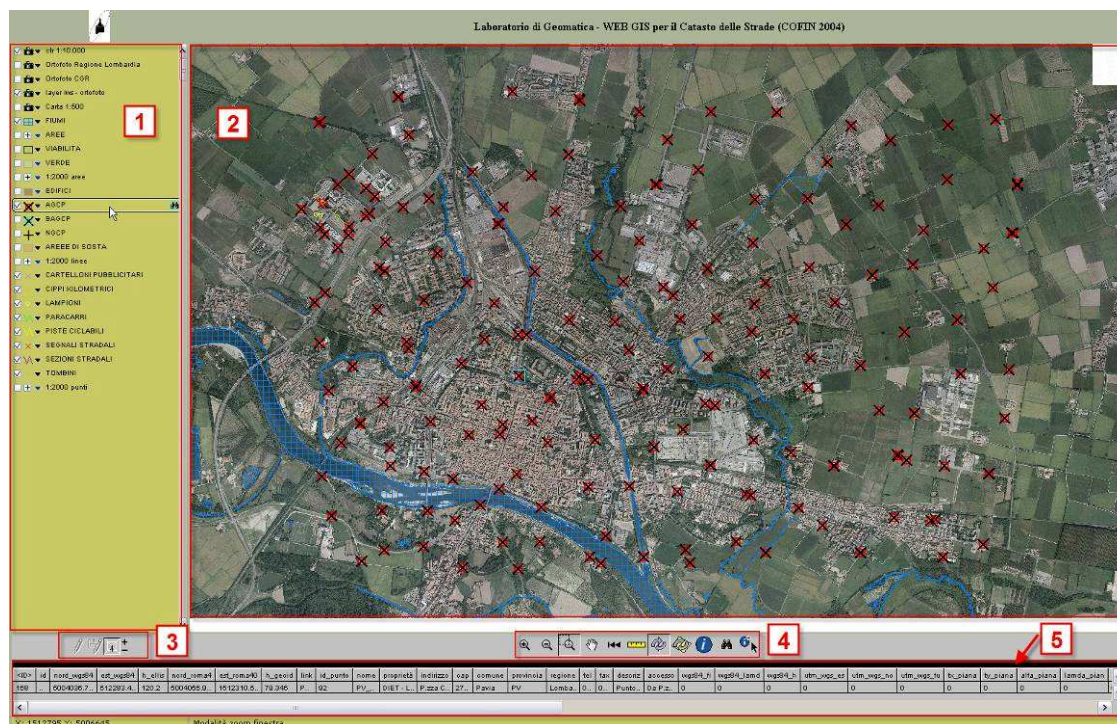


Figura 12. Interfaccia grafica del client web.

L'interfaccia si può descrivere in 5 parti principali:

1 – TOC (Table Of Contents) ovvero la lista dei layers presenti nel progetto. Attraverso di essa è possibile accendere/spengere la visualizzazione dei tematismi, inoltre i layers vettoriali possono essere personalizzati nella relativa simbologia, ovvero nel colore di sfondo, spessore di linee, colore e dimensione delle etichette.

2 – mappa grafica dei dati; tutti i dati vengono resi in forma raster al client ma, a differenza di altri web server, i layer di tipo vettoriale possono essere editati direttamente in questa finestra, utilizzando anche funzioni di snapping.

3 – barra degli strumenti di editing; con essi, è possibile per i layer editabili, inserire nuove entità, modificare le esistenti, cancellarle ed infine modificarne i relativi attributi. Le funzionalità di questi strumenti saranno chiarite in dettaglio nel paragrafo seguente.

4 – strumenti di navigazione ed interrogazione; consentono la tradizionale navigazione della mappa con funzioni di pan e zoom; sono inoltre presenti strumenti per la misura di distanze ed aree, di interrogazioni puntuali di dati, di selezioni tramite punti, linee e poligoni ed infine di strumenti di ricerca dei dati con la possibilità di creare form di ricerca personalizzabili.

5 – finestra dei dati; dopo aver selezionato uno o più oggetti, oppure effettuato una ricerca, i risultati, oltre che nella mappa sono visibili in forma tabellare in questa finestra.

5.2 Client web Tablet Pc

Il client web su tablet pc è identico a quello esaminato precedentemente e pertanto si rimanda al paragrafo precedente per le sue caratteristiche generali, mentre ci soffermeremo sulle funzionalità aggiuntive del client installato su tablet pc ed inoltre delle varie configurazioni utilizzate nei rilievi.

Ricordiamo che dato che il client è sempre un browser web, è necessario il collegamento internet, che con il tablet utilizzato era possibile effettuare sia utilizzando la tecnologia Wi-Fi ove possibile o, più facilmente utilizzando il modem interno, con la possibilità di un collegamento di tipo EDGE.



Figura 13. Tablet Pc Panasonic CF-18.

La differenza sostanziale dal client web generico è solamente nella presenza di due tool appositamente sviluppati per questo progetto. Un'applet java inserita nella pagina web che il browser carica durante il collegamento e che permette di importare i dati provenienti dal ricevitore GPS collegato al tablet in formato NMEA, permettendo così di utilizzare i dati di posizionamento del GPS per posizionarsi nell'area in cui si trova l'operatore e di utilizzare tali dati come cursore per l'inserimento delle nuove features. L'altro tool sviluppato è un piccolo software stand-alone che permette di configurare il tipo di collegamento al ricevitore GPS, inserendo il tipo di porta utilizzata, la velocità di connessione e la frequenza di aggiornamento dei dati.

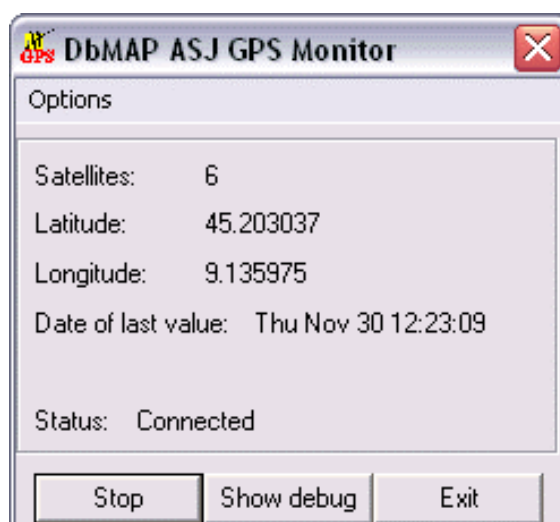


Figura 14. Strumenti tablet pc.

Nelle figure successive sono visibili due modalità di rilievo sul terreno.

Nella figura 15 è visibile il rilevatore, nei pressi di un idrante, che ha tra le mani il tablet pc, collegato ad un ricevitore GPS, la cui antenna spunta dallo zaino. Questa modalità è preferibile per rilievi speditivi, ovvero dove non è richiesta l'assoluta precisione; infatti in questo caso è possibile ottenere precisioni centimetriche tramite rilievo RTK, ma non avrebbero senso a partire dal fatto che non si conosce con precisione l'altezza dell'antenna GPS ed il suo posizionamento è giocoforza impreciso. Si è però utilizzata questa configurazione in tutti i casi in cui la precisione assoluta del rilievo non è un requisito indispensabile (in questa configurazione, gli errori di posizionamento vanno da pochi decimetri al metro, a seconda di come il rilevatore si pone nei confronti del punto da rilevare), ma lo è invece l'aggiornamento immediato della banca dati.

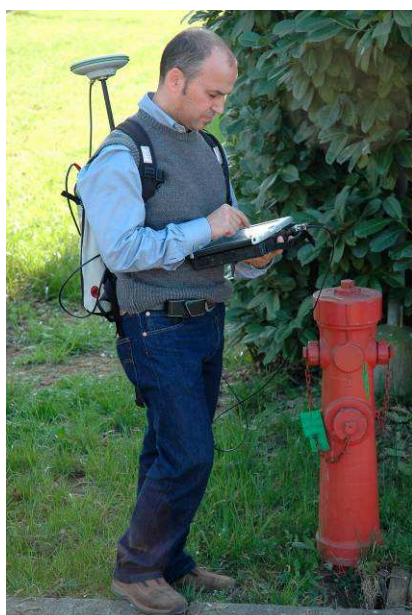


Figura 15. Modalità speditiva.



Figura 16. Modalità di precisione.

Qualora si dovesse aver necessità di precisioni superiori, è possibile utilizzare la configurazione visibile nella figura 16. In questo caso, l'antenna GPS è montata su palina, per avere un posizionamento di precisione, sia in planimetria che in altimetria. Per contro, l'ingombro ed il peso sono tali che una sola persona, difficilmente può lavorare un'intera giornata e quindi sono da contemplarsi almeno due persone.

Nelle figure seguenti descriviamo in dettaglio le varie fasi dell'editing tramite tablet pc. Il rilevatore deve selezionare il layer che vuole editare (figura 17); in questo modo, si attiva il pulsante di editing che, se premuto, presenta un menù di scelta (figura 18) in cui il rilevatore può scegliere l'azione desiderata: aggiungere nuove entità, modificare entità esistenti, modificare le informazioni correlate ad entità esistenti oppure cancellare entità esistenti.

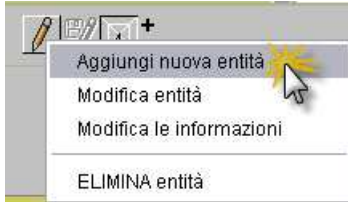


Figura 18



Figura 17

A questo punto, il rilevatore si dovrà posizionare nei pressi o sopra l'entità da rilevare, per i temi puntuali, oppure all'inizio di un percorso lineare o poligonale per i temi lineari o areali. Sulla mappa del client, è sempre visibile il cursore (figura 19 e 20), che dai dati forniti dal ricevitore GPS fornisce l'esatta posizione dell'operatore in ogni istante.



Figura 19



Figura 20

Dopo aver catturato il punto oppure il percorso o l'area desiderata si interrompe l'editing (figura 21),

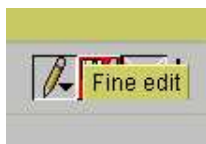


Figura 21



Figura 22

id	025
tipo	Riservato Disabili
stada	Privata
segnale	Su palo
stato	ok
pk_id	025
Ok	

Figura 23

Si salvano i cambiamenti del tematismo (figura 22) ed a questo punto si aprirà una finestra in cui è possibile inserire i dati tabellari associati all'entità rilevata (figura 23). Una volta completato l'inserimento dei dati, questi verranno salvati direttamente sul server centrale, che a sua volta consente di rendere le modifiche immediatamente a tutti gli altri utenti collegati. (figura 24)

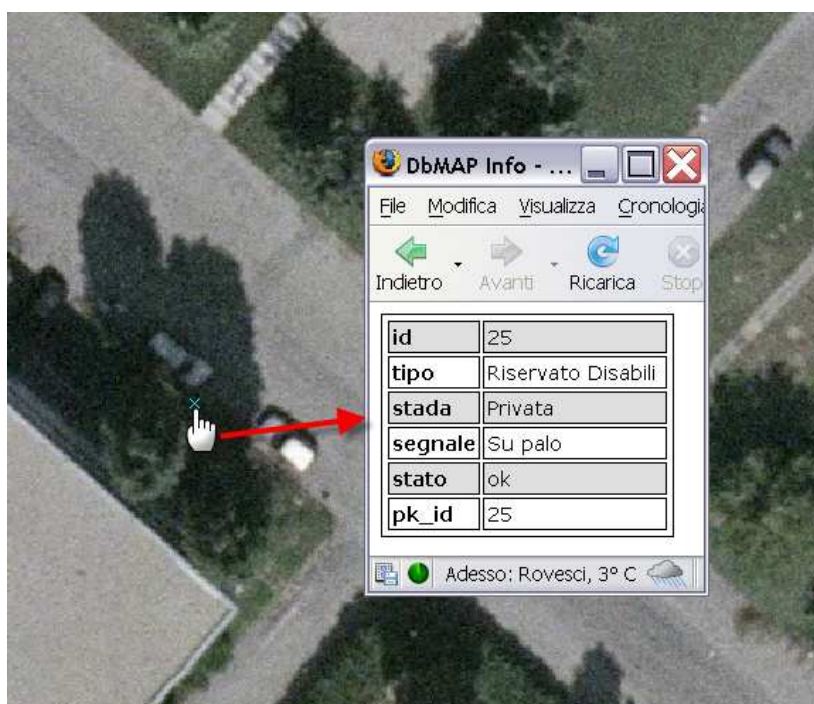


Figura 24

5.3 Client Pocket Pc

Per quanto riguarda il client installato sul palmare, si deve ricordare che i dati che sono utilizzabili con esso, devono essere preventivamente scelti, con le modalità precedentemente illustrate. Successivamente i dati devono essere caricati su una scheda di memoria rimovibile (tipo Secure Digital) e quest'ultima andrà inserita nell'apposito alloggiamento sul palmare. Il client è quindi disconnesso dal server e lavora in modalità che abbiamo definito OFF-LINE. In pratica dopo aver effettuato i rilievi sul terreno, l'operatore dovrà riportare la scheda in ufficio, oppure inviare i file tramite una qualsiasi connessione al server e solo a

questo punto, altri strumenti permettono l'aggiornamento del database e quindi delle mappe disponibili agli utenti.

Nelle figure seguenti sono rappresentati alcune schermate del software, che possiede le principali funzioni tipiche dei GIS; sono presenti strumenti di navigazione della mappa, di interrogazione dei dati e di editing, sia tramite pennino che tramite ricevitore GPS.



Figura 25. Tools di navigazione.

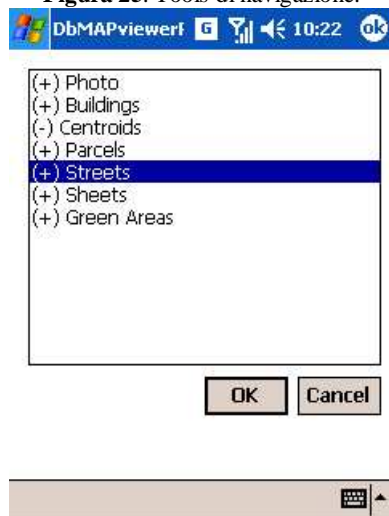


Figura 27. Layers da editare.



Figura 26. Tools di editing.

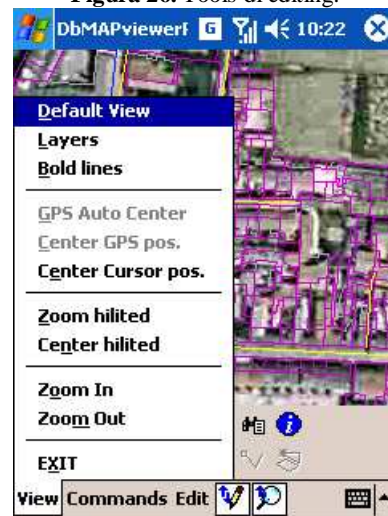


Figura 28. Menu di navigazione.



Figura 29. Menu di ricerca.

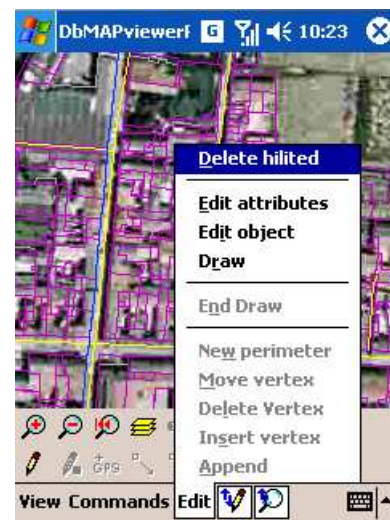


Figura 30. Menu di editing.

Infine dedichiamo alcune righe alla descrizione del palmare utilizzato, che possiede alcune caratteristiche peculiari. È un dispositivo della Topcon, precisamente il modello GSM-2, che vanta un sistema operativo non proprietario, bensì il diffusissimo Windows Mobile 5. inoltre è dotato di antenna e ricevitore GPS integrati: l'antenna riceve sia il segnale di Codice che di Fase L1, ed in modalità stand-alone viene dichiarata una precisione metrica (figura 31).



Figura 31.

È possibile utilizzare anche la modalità DGPS con varie opzioni, che aumentano la precisione a frazioni di metro. A questo proposito, abbiamo effettuato alcuni test su punti campione che hanno dato risultati incoraggianti, con errori planimetrici di 60 cm e altimetrici di 140 cm. Altra caratteristica di questo palmare è la presenza di una fotocamera integrata, che consente di riprendere gli oggetti rilevati e di associarne l'immagine alla relativa feature geografica (figg. 32 e 33).

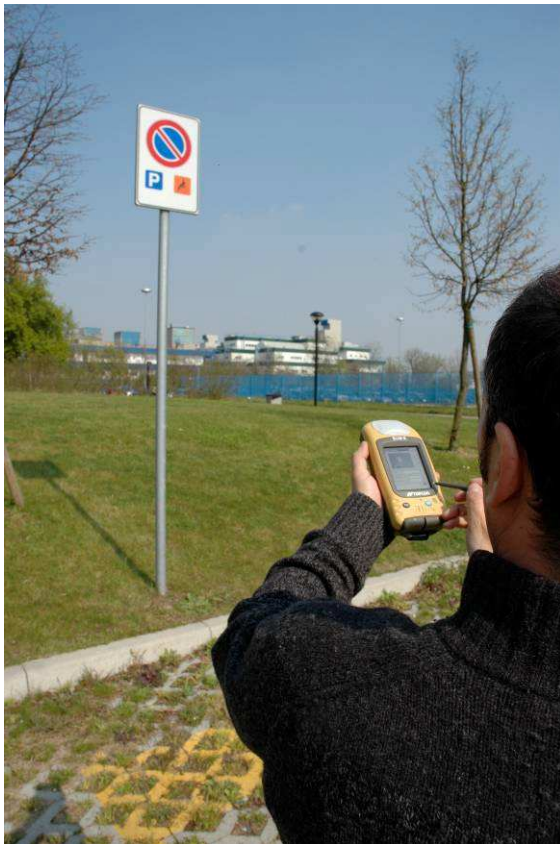


Figura 32



Figura 33

Infine è possibile collegare il palmare ad una serie di dispositivi topografici, quali stazioni totali o altri ricevitori GPS di classe più elevata (figura 34).



Figura 34

6 CONCLUSIONI

Infine alcune considerazioni di ordine tecnico- pratico.

Le maggiori peculiarità del sistema sono: gestione della multiutenza, sia in modalità ON-LINE, che OFF-LINE; gestione centralizzata di dati e servizi, per evitare perdite di dati, ridondanze dei dati e servizi e aumento della sicurezza sui dati e sulla continuità dei servizi; aggiornamento in real-time dei dati da più rilevatori contemporaneamente; flessibilità nell'uso degli strumenti GPS, in cui è possibile l'uso di strumenti di ogni livello di costo e precisione; infine la possibilità di personalizzare non solo l'interfaccia grafica dei client, ma anche le loro funzionalità, sia lato client che lato server.

Ovviamente esistono anche le varie implicazioni derivanti dall'uso di un simile sistema, che spaziano dalla necessità di utilizzare software complessi e quindi gestiti da personale esperto; inoltre la possibilità di collegamenti real-time per i dati e per il GPS implicano costi di collegamenti telefonici e qualora il segnale della telefonia fosse di livello scarso o inesistente l'impossibilità di effettuare i rilievi, o comunque di portarli a termine con difficoltà.

L'affinamento delle tecnologie, sia hardware che software, consente però di ben sperare nell'utilizzo sempre più diffuso di tali tecnologia che possono consentire di creare e mantenere aggiornate le banche dati geografiche di qualunque settore, in maniera rapida e sicura.