

Alma Mater Studiorum - Università degli Studi di Bologna
Campus di Cesena

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Studi in Scienze e Tecnologie Informatiche

ACCESSIBILITÀ DELLE MAPPE

Tesi di Laurea in:
Sistemi multimediali

Presentata da:
Lavinia Mosut

Relatore:
Chiar.ma Prof.ssa Paola Salomoni

Correlatore:
Dott.ssa Silvia Mirri

Sessione III
Anno Accademico 2012/2013

Indice

Introduzione	7
Capitolo 1 - Mappe e Mobilità	11
1.1 Le mappe	11
1.1.1 Tipi di Mappe	12
1.2 Navigazione	13
1.2.1 Mobilità e uso di satelliti GPS	13
1.3 Applicazioni per mappe e navigazione	14
1.3.1 Google Maps	14
1.3.1.1 Street View	18
1.3.2 Bing Maps	20
1.3.3 OpenStreetMap	22
1.3.4 TomTom	23
1.3.5 Waze	25
Capitolo 2 – Mappe, GIS e Barriere digitali	27
2.1 Mappe digitali e GIS	27
2.1.1 Dati vettoriali e dati Raster	30
2.1.2 Integrazione di dati raster e vettoriali	32
2.1.3 Associazione di attributi	33
2.1.4 Risoluzione	33
2.2 Barriere e Accessibilità	35
2.2.1 L'accessibilità nelle tecnologie e nel Web	36
2.2.2 Standard e Leggi	37
2.3 Mappe digitali: barriere e accessibilità	38
2.3.1 Mappe per utenti con disabilità	40
Capitolo 3 - Mappe Accessibili	43
3.1 Mappe per utenti con disabilità visive – Progetto “AccessibleMap”	43
3.1.1 Descrizione semantica dello spazio	45

3.1.2 Implementazione tecnica	46
3.1.3 Analisi e specifiche dei requisiti dell'utente	47
3.1.4 Mappe accessibili in pratica	48
3.2 Le mappe e la tecnologia Braille	49
3.3 Mappe per utenti con disabilità uditive - Progetto "RPIS"	52
3.3.1 Mappe e linguaggio dei segni	54
3.3.2 Il linguaggio (virtuale) dei segni	55
3.3.3 L'applicazione mobile per Android	56
3.3.4 Il servizio Web del sistema di interpretazione	57
3.3.5 Futuri sviluppi del progetto	58
3.4 Le mappe sull'accessibilità urbana - Progetto "Wheelmap"	58
Conclusioni	63
Bibliografia	65

Elenco delle immagini

1.1	Google Maps – Mappa	15
1.2	Google Maps – Ristoranti a Londra	16
1.3	Google Maps – Meteo	17
1.4	Google Maps – 3D	17
1.5	Google Maps – Navigazione	17
1.6	Google Maps – Mobile Version	18
1.7	Google Street View - Copertura	19
1.8	Google Street View – Screen del servizio	19
1.9	Bing Maps – Mappa	20
1.10	Bing Maps – Area	21
1.11	Bing Maps – Piante	21

1.12	Bing Maps – Mobile Version	21
1.13	OSM – Mappa e Livelli	22
1.14	TomTom – App e Dispositivi	24
1.15	Waze	26
2.1	Formato vettoriale – Strade di Roma	28
2.2	Formato vettoriale – Strade, parchi, beni culturali e castelli di Roma	29
2.3	Raster in scala 1:25.000	29
2.4	Raster in scala 1:5.000	30
2.5	Raster in scala 1:5.000 - zoom in scala 1:1000	34
2.6	Raster in scala 1:5.000 - zoom in scala 1:200	34
2.7	Contenuti di una mappa	41
3.1	AccesibleMap – Interfaccia grafica e acustica	44
3.2	HyperBraille	50
3.3	Mappe su display Braille	51
3.4	Mappe su display Braille	51
3.5	Mappe su display Braille	52
3.6	Parte del KML del percorso che va da Edinburgh a Sunderland	53

3.7	Agente Virtuale e codice SML	55
3.8	App mobile Android del RPIS	56
3.9	AXSMAP	59
3.10	Icone per accessibilità in carrozzina	60
3.11	WheelMap – Icone	61
3.12	WheelMap – Mappa	62

Introduzione

Fin dai tempi più antichi, l'uomo ha sempre cercato un modo di tenere traccia dei suoi spostamenti e, sfruttando al meglio le tecnologie dell'epoca, di realizzare mappe che rappresentassero i luoghi in cui viveva, in modo da facilitare gli spostamenti e così da avere informazioni sulla disposizione geografica dei luoghi di interesse personale e/o collettivo. Si è poi giunti alla diffusione e all'ampio utilizzo delle cartine geografiche, geologiche, politiche, eccetera, che permettono usi per molteplici scopi, presentando una vasta area di diverse dimensioni e porzioni del nostro pianeta.

Con l'evoluzione della tecnologia e, in particolare, con l'utilizzo dei satelliti, si è giunti ad avere mappe molto precise, le quali forniscono numerose informazioni su ogni angolo del nostro pianeta. Con l'avvento di Internet e, di conseguenza, della concorrenza fra le proposte di applicazioni Web di mappe, ormai si riesce ad avere ogni tipo di informazione che si desidera conoscere, relativa a qualunque luogo.

L'avvento e la distribuzione dei dispositivi mobile, quali smartphone, tablet, dotati di sensori (GPS, Wifi, eccetera), ha fatto sì che sempre più utenti siano dotati di un navigatore satellitare e/o di applicazioni per la fruizione di dati geo-referenziali sempre a portata di mano, con tutti i vantaggi che ne conseguono.

L'obiettivo di questa tesi di laurea è quello di descrivere le principali caratteristiche delle mappe digitali e dei sistemi di navigazione che possono essere fruiti dagli utenti attraverso l'utilizzo di dispositivi con diverse caratteristiche (quali i dispositivi mobili, come smart phone, tablet, eccetera).

Questi sistemi offrono dei servizi estremamente utili, che mirano a migliorare la mobilità e l'indipendenza dell'utente e, quindi, possono rappresentare un valido supporto agli utenti con disabilità che desiderano spostarsi negli ambienti urbani in modo autonomo. D'altra parte, i contenuti digitali e i servizi offerti dalle mappe e dai sistemi di

navigazione possono comportare delle barriere tecnologiche che influenzano la fruizione e la navigazione da parte di questi utenti.

Nell'ambito di questa tesi saranno descritte anche le caratteristiche tecniche delle mappe digitali e dei sistemi di navigazione, con particolare attenzione alle barriere tecnologiche che queste possono rappresentare per gli utenti con disabilità. Infine, l'obiettivo principale di questa tesi è quello di illustrare alcuni progetti di ricerca che offrono delle soluzioni e dei validi supporti agli utenti con differenti disabilità nell'accesso e nella fruizione delle mappe digitali e dei sistemi di navigazione.

In particolare, saranno presentati i progetti di ricerca più interessanti e quelli che maggiormente hanno avuto un riscontro pratico, offrendo delle soluzioni effettivamente utilizzabili dagli utenti che fanno uso di determinate tecnologie assistive e che hanno vincoli e bisogni specifici.

Nell'ambito di questa tesi sarà dato spazio anche a progetti che offrono agli utenti mappe tematiche (comunque accessibili) che mirano ad offrire informazioni sull'accessibilità urbana, consentendo, così, agli utenti di avere dati aggiuntivi e di migliorare ulteriormente la loro autonomia nel muoversi in città.

In questo documento di tesi, quindi, verranno analizzate le problematiche di accessibilità delle mappe digitali, a persone con disabilità visive, uditive, eccetera.

- Nel primo capitolo, verranno analizzate le mappe in generale, ovvero lo scopo della loro nascita e quindi i problemi di mobilità, per poi proseguire con la descrizione della loro evoluzione dovuta anche e soprattutto all'avanzare della tecnologia e della forma di quest'ultima. Verranno quindi illustrate e descritte alcune applicazioni digitali e servizi Web di mappe.
- Nel secondo capitolo, verranno analizzate le tecnologie utilizzate nella creazione di una mappa digitale, e tutte le problematiche e le considerazioni da fare durante la fase di implementazione di quest'ultime. In particolare verrà poi analizzata la problematica chiamata "Accessibilità", ovvero il livello di difficoltà che può incontrare l'utente, nell'utilizzare, in generale un servizio, e quindi anche un servizio Web o una applicazione, per poi elencare le barriere virtuali che gli utenti con disabilità possono incontrare nell'utilizzo di una mappa digitale, e analizzare studi, norme e leggi che aiutano a superare questa problematica.

- Il terzo e ultimo capitolo, descriverà le problematiche da affrontare nel rendere una mappa digitale accessibile (il più possibile) a persone con disabilità. In particolare verranno analizzati i progetti “AccessibleMap”, che si occupa dell’accessibilità delle mappe digitali per utenti con diversi tipi di disabilità visive (ipovedenti, daltonici, non vedenti, eccetera), il progetto “Route Planner Interpretation Service” che si occupa di rendere le mappe digitali accessibili ad utenti con disabilità uditive, che talvolta incontrano difficoltà legate al processo di apprendimento e pertanto preferiscono l’uso del linguaggio dei segni, il progetto “WheelMap”, che rende le mappe accessibili ad utenti con disabilità motorie, e le potenzialità delle tecnologie Braille (utilizzate per utenti con disabilità visive).

Capitolo 1 – Mappe e Mobilità

In questo capitolo sono brevemente descritte le necessità dell'uomo che hanno portato alla definizione e alla realizzazione di mappe per facilitare la mobilità e come, grazie all'evoluzione della tecnologia, si è giunti ad avere numerose applicazioni per la navigazione assistita, che ormai sono comunemente utilizzate e sono sempre a portata di mano degli utenti dotati di dispositivi mobili.

1.1 Le mappe

Fin dai tempi più antichi, l'uomo ha sempre cercato un modo di tenere traccia dei suoi spostamenti e, sfruttando al meglio le tecnologie dell'epoca, di realizzare mappe che rappresentassero i luoghi in cui viveva, in modo da facilitare gli spostamenti e così da avere informazioni sulla disposizione geografica dei luoghi di interesse personale e/o collettivo. Si è poi giunti alla diffusione e all'ampio utilizzo delle cartine geografiche, geologiche, politiche, eccetera, che permettono usi per molteplici scopi, presentando una vasta area di diverse dimensioni e porzioni del nostro pianeta.

Con l'evoluzione della tecnologia e, in particolare, con l'utilizzo dei satelliti, si è giunti ad avere mappe molto precise, le quali forniscono numerose informazioni su ogni angolo del nostro pianeta. Con l'avvento di Internet e, di conseguenza, della concorrenza fra le

proposte di applicazioni Web di mappe, ormai si riesce ad avere ogni tipo di informazione che si desidera conoscere, relativa a qualunque luogo.

L'avvento e la distribuzione dei dispositivi mobile, quali smartphone, tablet, dotati di sensori (GPS, Wifi, eccetera), ha fatto sì che sempre più utenti siano dotati di un navigatore satellitare e/o di applicazioni per la fruizione di dati geo-referenziali sempre a portata di mano, con tutti i vantaggi che ne conseguono.

1.1.1 Tipi di Mappe

Come già anticipato, una mappa si può presentare in diversi modi. Infatti, è possibile classificare le mappe in base alla loro scala di riduzione e al loro tipo di contenuto. Di seguito riportiamo un elenco, non esaustivo, dei possibili tipi di mappe:

- *mappe geografiche*, riportano informazioni relative alla geografia di una certa area;
- *piante*, aventi una scala non maggiore di 1:10.000. Sono carte molto dettagliate, che rappresentano zone limitate con una estrema ricchezza di particolari. Le piante raffigurano la planimetria dei centri urbani, con tutte le strade e le piazze, per cui sono molto utili, ad esempio, nell'elaborazione di piani regolatori delle città; mentre le mappe sono utilizzate spesso per rappresentare le proprietà rurali con tutti i tipi di colture praticate;
- *mappe topografiche*, con una scala compresa fra 1:10.000 e 1:150.000, che vengono impiegate per rappresentare territori relativamente poco estesi, come quelli di una provincia o di un comune;
- *mappe corografiche*, aventi scala variabile da 1:150.000 a 1:1.000.000. Esse raffigurano regioni non molto ampie, mettendone in risalto la maggior parte dei loro elementi;
- *mappe satellitari*, che presentano direttamente delle immagini riprese da un satellite, quindi vere fotografie di porzioni del nostro pianeta;
- *planisferi o mappamondi*, che rappresentano tutta la superficie terrestre, evidenziandone i tratti essenziali. Essi hanno una scala estremamente ridotta;
- *mappe tematiche*, che trascurano volutamente gli elementi propriamente geografici, per dare maggiore rilievo ad altri tipi di informazioni, come quelle economiche, culturali, sociali e politiche, dando vita a vari tipi di mappe, tra cui:

- *politiche* (per conoscere, ad esempio, i confini di provincie, regioni, stati, eccetera),
- *aeronautiche*, per riportare informazioni utili al personale aeronautico a un pilota di elicotteri, aerei, e/o jet;
- *metereologiche*, per mostrare informazioni utili alle previsioni meteo;

I tipi di mappe elencati possono ovviamente essere realizzati e fruiti anche in formato digitale. Questo consente di poter utilizzare numerose funzionalità che facilitano ulteriormente l'uso di una mappa anche in situazioni di mobilità.

1.2 Navigazione

Le mappe sono sempre state “combinare” con la navigazione ovvero con il problema dello spostarsi da un posto all'altro. Di fatto, le mappe sono nate proprio per questo.

Grazie all'uso del Global Positioning System (GPS) o della connessione a Internet, è possibile consentire al navigatore di conoscere la posizione dell'utente e di suggerire passo dopo passo (nel vero senso della parola nel caso di un pedone), il percorso corretto, scegliendolo eventualmente tra il percorso più breve (in termini di distanza da percorrere), quello più veloce (in termini di tempi di percorrenza), quello che passa accanto a determinati punti di interesse, eccetera.

1.2.1 Mobilità e uso di satelliti GPS

L'uso di un navigatore satellitare è sempre più diffuso. Si tratta di uno strumento estremamente utile agli autotrasportatori, che ogni giorno compiono viaggi, brevi o molto lunghi, per il trasporto di merci, quindi obbligati ad attraversare città, regioni e Paesi dei quali non conoscono strade, incroci, eccetera.

Un navigatore satellitare (ma anche uno smartphone o un tablet, dato che ormai hanno tutti il GPS integrato), permette all'utente, grazie ad un software che sfrutta principalmente la connessione GPS, ed eventualmente la connessione ad Internet, di spostarsi conoscendo progressivamente e anticipatamente, la strada da percorrere, elaborando, in base alla capacità dell'applicazione, il tragitto più breve (oppure quello più

veloce), tenendo eventualmente conto del traffico sulle strade in tempo reale e avvertendo l'utente di possibili interruzioni, lavori in corso, eccetera, indicando la nuova via da percorrere, dopo aver velocemente ricalcolato un percorso alternativo.

Sostanzialmente, l'uso di una guida virtuale per la mobilità, ha portato al bisogno di avere in tasca un dispositivo che sappia dirci dove ci troviamo e come fare per giungere in un luogo. Questo dispositivo, ovviamente, avrà installata una applicazione contenente mappe e in grado di facilitare la nostra navigazione.

1.3 Applicazioni per mappe e navigazione

I più grandi produttori di mappe e di navigatori, di fatto, si sono adoperati per rendere disponibili, le mappe digitali e le applicazioni con anche informazioni georeferenziali su dispositivi mobili come smartphone o tablet, in quanto dotati dei sensori necessari (GPS, Wifi, LTE, 3G, 4G, eccetera).

Da qui sono nate numerosissime app (sia gratuite che a pagamento) sia per Android che per iOS, che consentono la navigazione e la visione di una mappa. Ognuna poi si diversifica per una serie di funzionalità molto importanti, come quella di poter segnalare un incidente, un cambio di segnaletica stradale, lavori in corso, eccetera, l'uso di una guida vocale, ma anche per l'interfaccia grafica con la quale l'app si presenta, come anche per la facilità d'uso di quest'ultima.

Gli utenti con disabilità (sia sensoriale che motoria), sono tra quelli che maggiormente potrebbero beneficiare di applicazioni di questo genere, anche se potrebbero incontrare maggiori difficoltà nell'utilizzo delle interfacce proposte da quest'ultime. Nel seguito di questa tesi saranno discussi questi temi in modo più approfondito e dettagliato.

Nel seguito di questo capitolo verranno analizzate alcune applicazioni sia desktop che mobile, per le mappe e per la navigazione.

1.3.1 Google Maps

Google Maps è una applicazione nata per sistemi desktop, ma portata anche su dispositivi mobile sia Android che iOS [GoogleMaps].

Tutte le versioni di Google Maps permettono le stesse funzionalità.

Accedendo a Google Maps senza cercare alcun posto in particolare, l'applicazione si mostra presentando una mappa con i cinque continenti, nella quale sarà possibile cercare strade, incroci e punti di interesse di vario genere (figura 1.1).

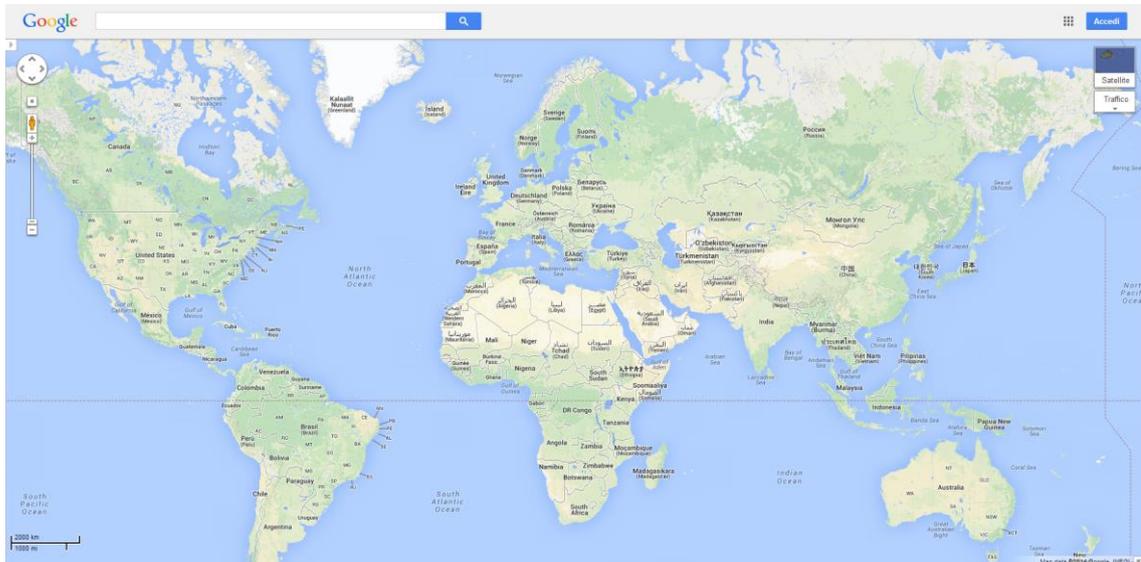


Figura 1.1: Google Maps – Mappa

Nella precedente figura è già possibile notare il pulsante che permette di visualizzare la mappa dal punto di vista satellitare.

Ovviamente, attraverso il motore di ricerca, sarà possibile trovare punti di interesse quali strade, città, ma anche negozi, supermercati, farmacie, eccetera. Di fatto Google Maps è in grado anche di elencare e di far visualizzare sulla mappa tutti gli ospedali di un luogo, regione, eccetera, come anche tutti i ristoranti, eccetera. Ad esempio, la figura 1.2 mostra la mappa di Londra con evidenziati i ristoranti.

Questa applicazione, quindi, fornisce all'utente informazioni relative ai luoghi e ai punti di interesse in prossimità della posizione dell'utente, permettendogli di trovare anche dati quali sito Web, numero di telefono, indirizzo email, foto e recensioni da parte di altri utenti, eccetera.

Altre funzionalità interessanti di Google Maps sono:

- *visualizzazione del meteo* (figura 1.3):
- *visualizzazione del possibile traffico*;
- *visualizzazione dei percorsi dei mezzi pubblici* (bus, treni, eccetera);
- *visualizzazione attraverso le webcam* installate in diversi punti e città del mondo;
- *visualizzazione dei percorsi ciclabili*;

- *visualizzazione in rilievo*;
- *visualizzazione di foto* di ogni luogo e provenienti da ogni parte del mondo;
- *visualizzazione in 3D*, mediante integrazione di Google Earth [GoogleEarth] (figura 1.4);
- *Street View*, divenuta ormai una delle applicazioni proposte da Google anche in versione mobile, Street View fornisce viste panoramiche a 360° gradi in orizzontale e a 290° in verticale lungo le strade (a distanza di 10-20 metri l'una dall'altra) e permette agli utenti di vedere parti di varie città del mondo a livello del terreno;
- *navigazione*, è possibile calcolare ogni tragitto da percorrere da un luogo ad un'altro, sia in macchina che a piedi e anche in treno, bus, eccetera, e verranno descritti tutti gli spostamenti che occorrerà fare (figura 1.5);
- *funzionalità social*, come ad esempio la condivisione di luoghi, tragitti, foto e qualsiasi altro materiale e contenuto presente nell'applicazione;
- altre funzionalità quali: il salvataggio della posizione di un luogo sulla mappa, la memorizzazione della propria abitazione e del luogo di lavoro per ricevere informazioni sulla durata del tragitto, il meteo di questi luoghi e di altri memorizzati, eccetera.

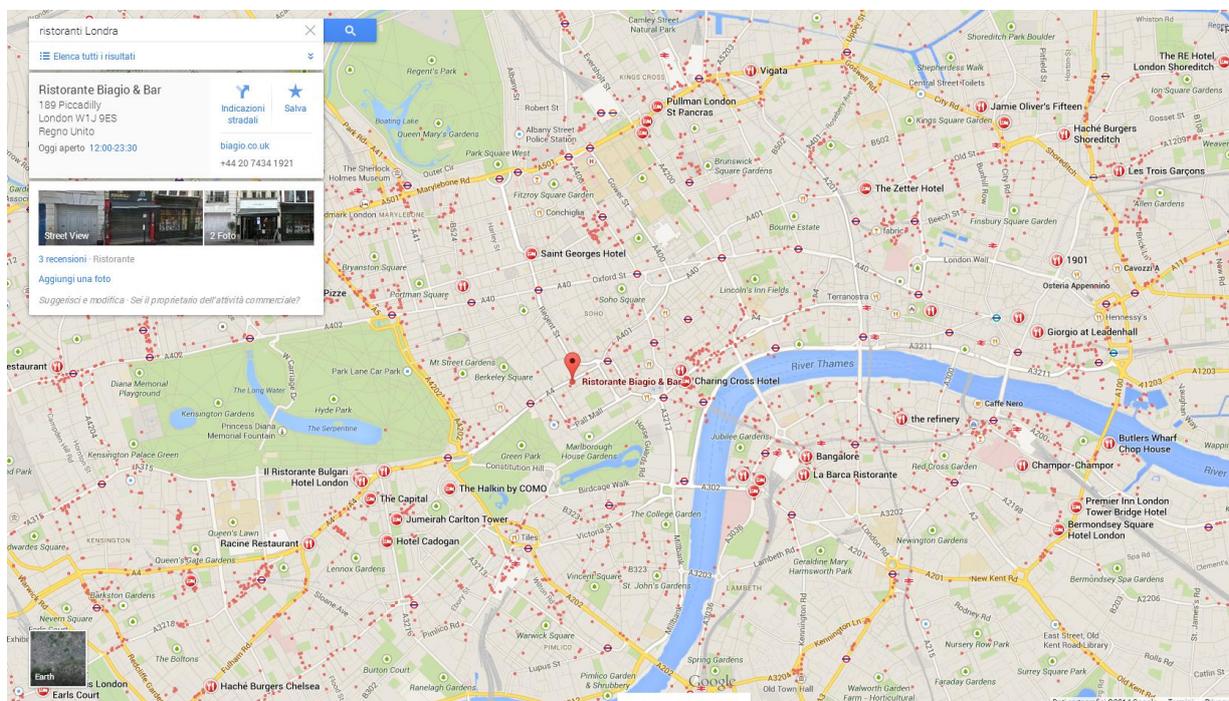


Figura 1.2: Google Maps – Ristoranti a Londra



Figura 1.3: Google Maps – Meteo

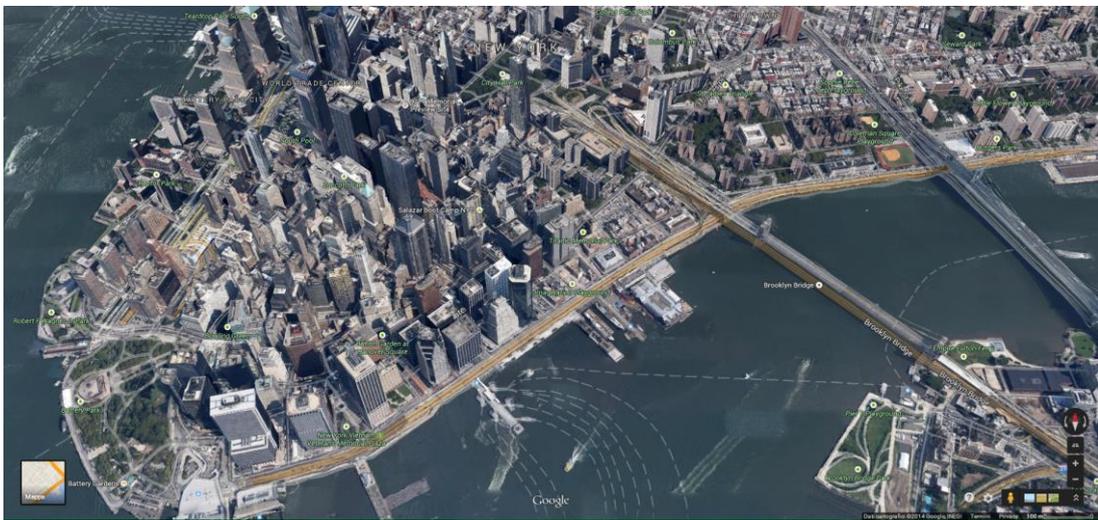


Figura 1.4: Google Maps – 3D

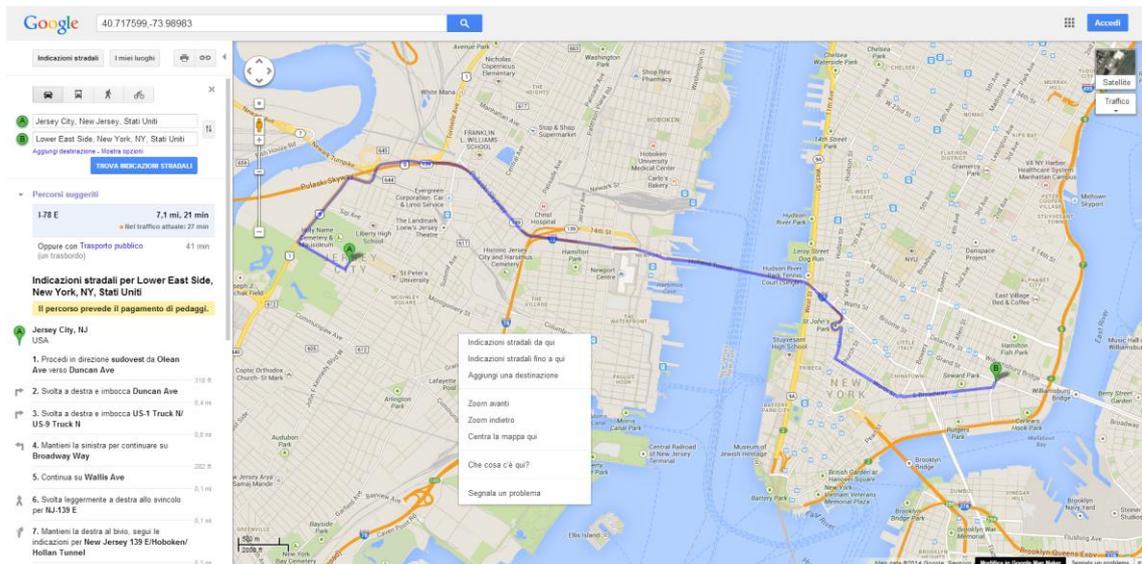


Figura 1.5: Google Maps – Navigazione

La versione mobile (figura 1.6), offre una guida vocale, la quale accompagnerà il tragitto e guiderà passo dopo passo indicando all'utente dove svoltare, quale strada prendere e quanto manca per giungere a destinazione (oltre ad ulteriori funzionalità e informazioni).

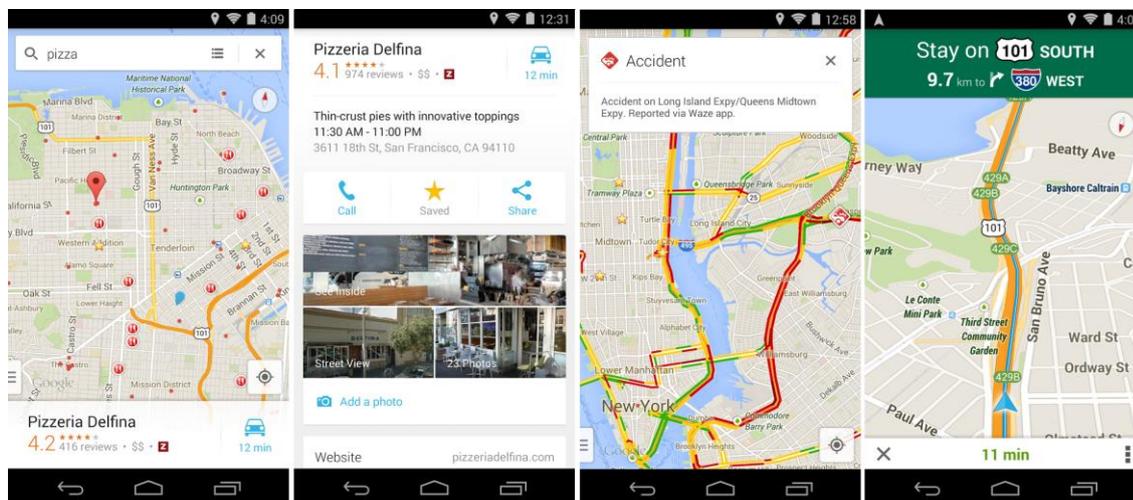


Figura 1.6: Google Maps – Mobile Version

1.3.1.1 Street View

Un'interessante funzionalità introdotta da Google è lo StreetView.

Google Street View è stato aggiunto sia a Google Maps che a Google Earth. Fornisce viste panoramiche a 360° gradi in orizzontale e a 290° in verticale lungo le strade (a distanza di 10-20 metri l'una dall'altra) e permette agli utenti di vedere parti di varie città del mondo a livello del terreno. Introdotto il 25 maggio 2007, il servizio si è gradualmente ampliato, fino a comprendere, allo stato attuale, fotografie provenienti oltre che da ogni angolo degli USA, anche da altri 73 Paesi/territori, fino a raggiungere la copertura mostrata in figura 1.7. Solo fino al 2012, Google aveva annunciato di aver catturato 20 petabyte di dati per Street View, che comprende foto scattate lungo 5.000 mila miglia di strade, che copre 39 paesi e circa 3.000 città [StreetView].

Per la realizzazione delle foto, Google Street View si serve di apposite fotocamere (le Dodeca 2360, dotate di 11 obiettivi) collocate sul tetto di diverse automobili, denominate Google Cars. Nelle aree pedonali, nei parchi e nelle strade non attraversabili con le automobili vengono usate invece delle biciclette, chiamate Google Bikes.

Le foto possono essere visualizzate in diverse posizioni, angolature ed ingrandimenti (uno screen direttamente da Google Street View, è mostrato in figura 1.8).

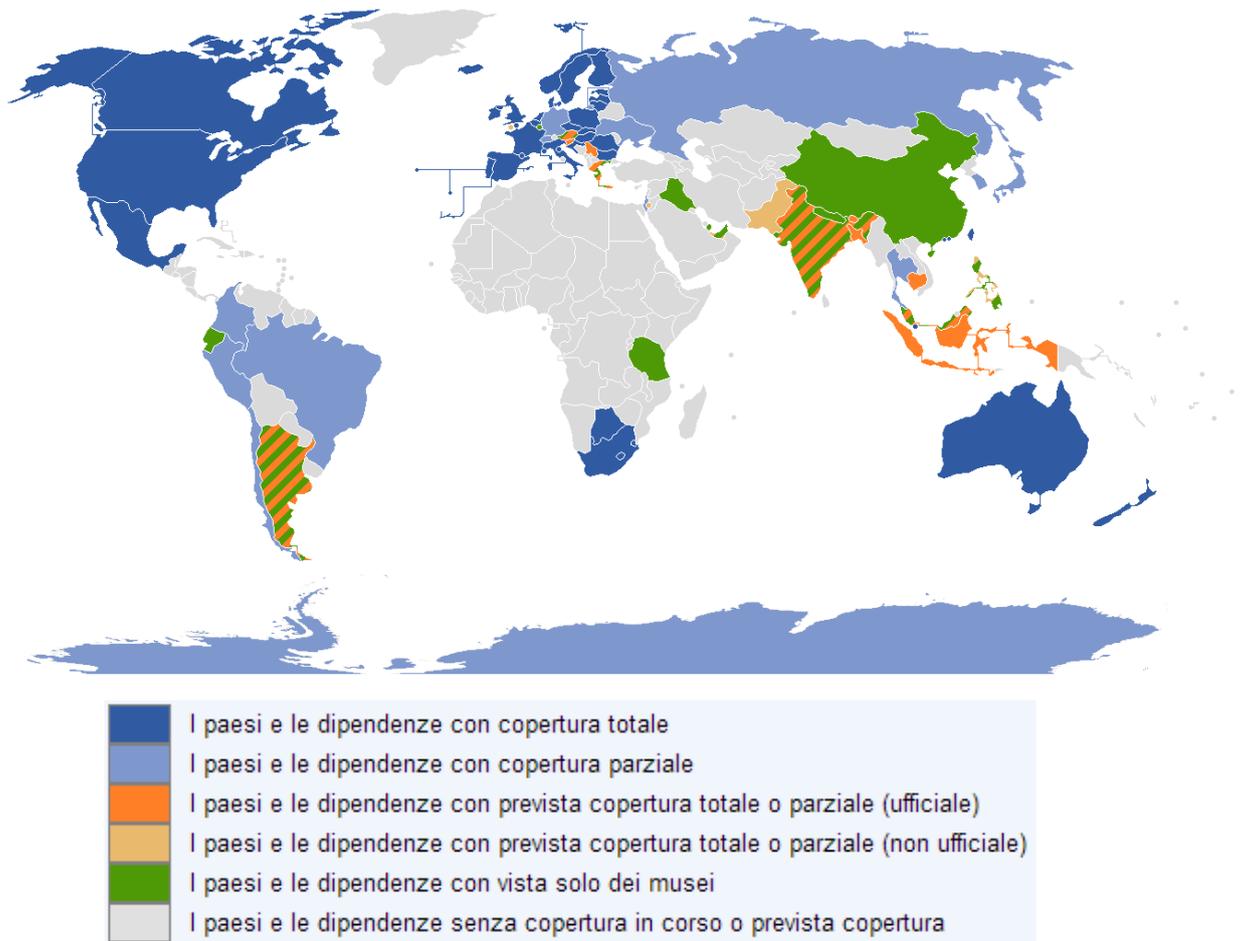


Figura 1.7: Google Street View – Copertura

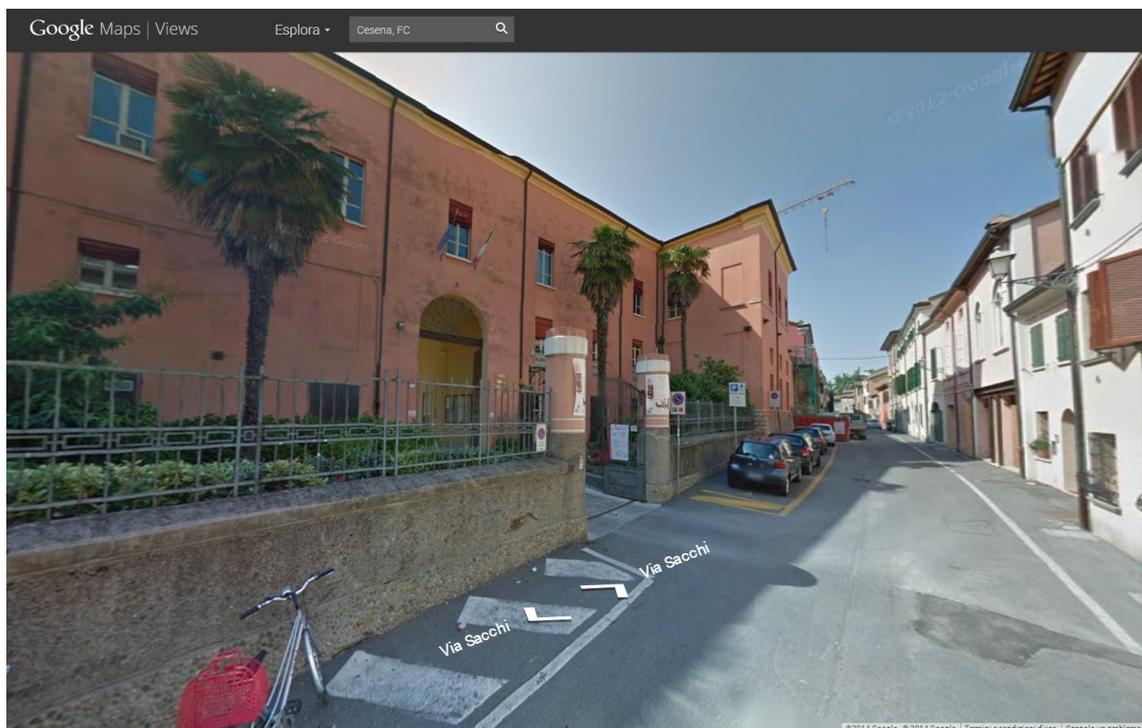


Figura 1.8: Google Street View – Screen del servizio

La linea e le frecce che compaiono in sovrapposizione sulla foto indicano la strada percorsa dalla Google Car e le possibili direzioni da percorrere. Facendo click con il tasto destro del mouse sull'immagine è possibile selezionare varie opzioni. Periodicamente, il servizio viene aggiornato con nuove foto.

In questo modo Google permette all'utente di visualizzare diverse città, paesaggi (come quelli del Gran Canyon, i ghiacciai dell'Islanda, le isole Galapagos, fondali marini) e luoghi di interesse (come il CERN di Ginevra, uno degli spaziorporti della NASA, laboratori di scuole e Università), consentendo a qualunque utente di poter passeggiare virtualmente lungo le strade di Street View.

1.3.2 Bing Maps

Anche Bing, come Google, propone una sua mappa con funzionalità simili a quelle di Google Maps [BingMaps], quali:

- visualizzazione stradale, “area” (geografica da satellite) o del traffico (figure 1.9 e 1.10);
- visualizzazione panoramica e 3D;
- visualizzazione di foto satellitari di luoghi;
- visualizzazione della pianta di edifici pubblici quali supermercati, centri commerciali, aeroporti, zoo, eccetera (figura 1.11);
- funzionalità di navigazione;
- versione mobile su Windows Phone (figura 1.12).

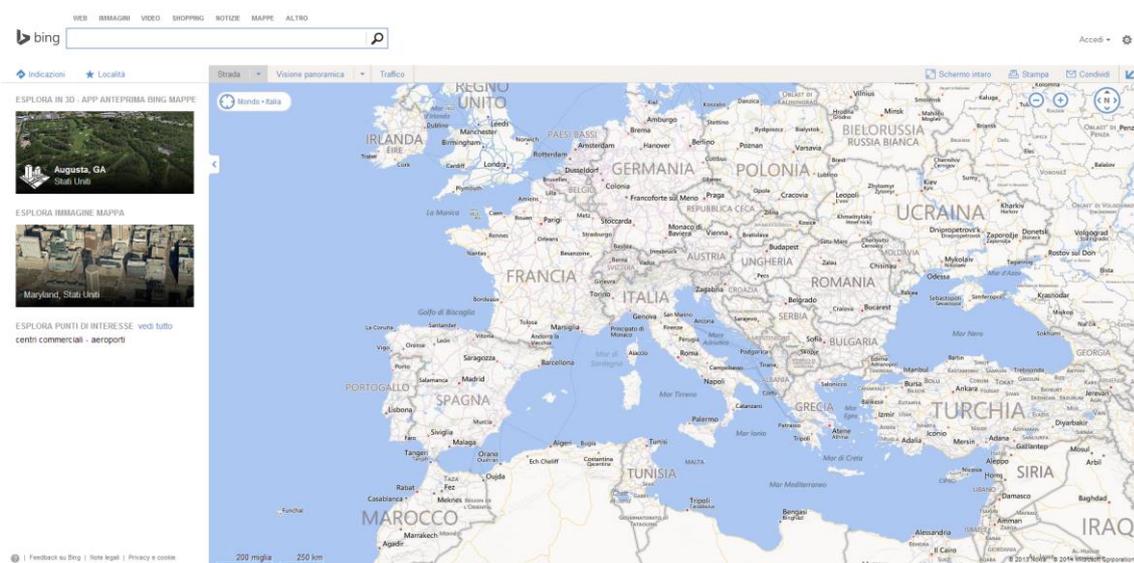


Figura 1.9: Bing Maps – Mappa

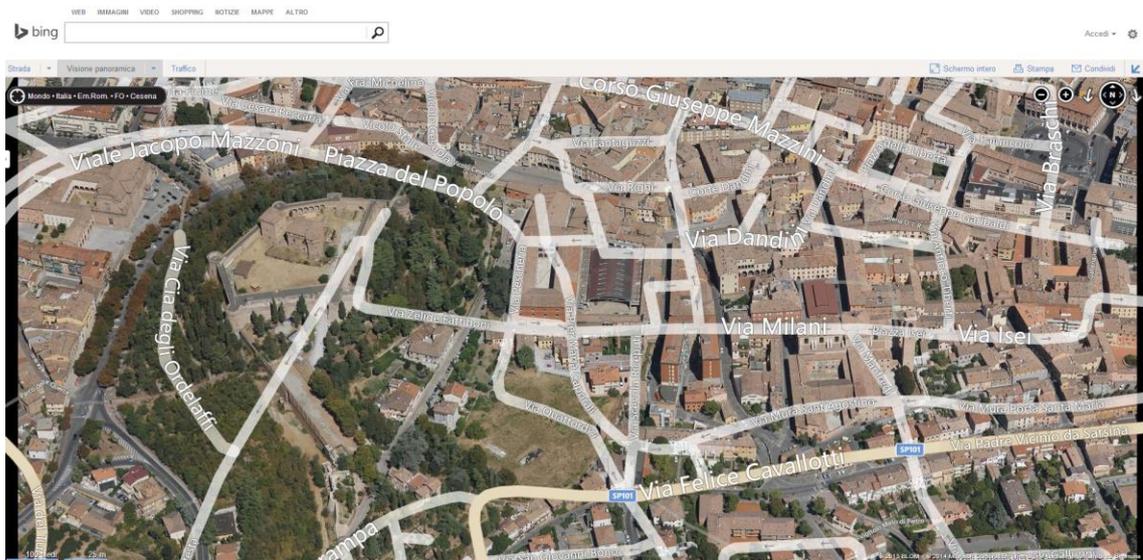


Figura 1.10: Bing Maps – Area

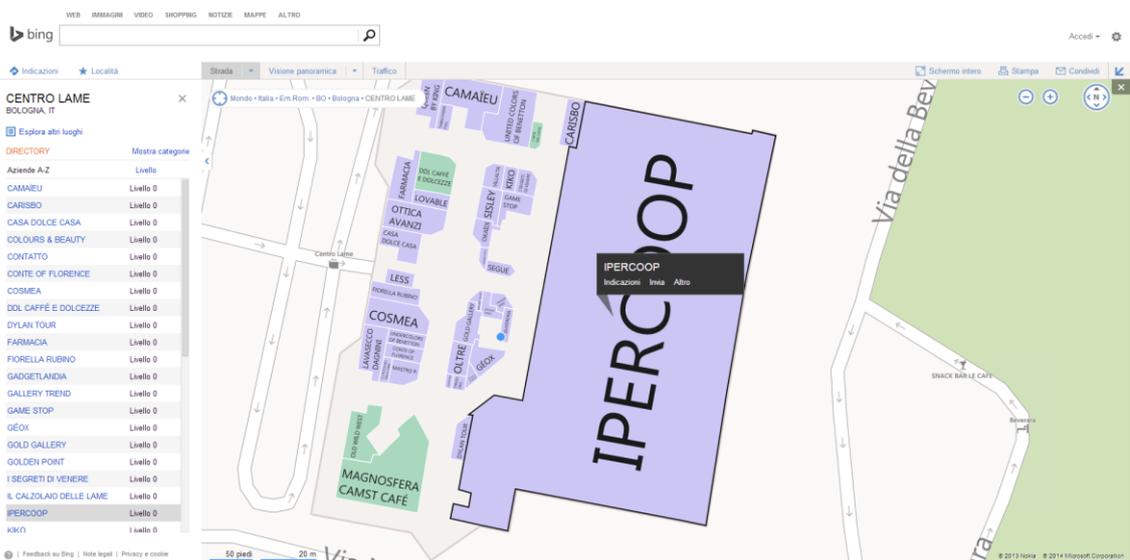


Figura 1.11: Bing Maps – Piante



Figura 1.12: Bing Maps – Mobile Version

1.3.3 OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM), oltre ad essere una applicazione per mappe di per se, fornisce dati geografici su centinaia di siti Web, app mobili e dispositivi hardware [OSM]. Citando il sito Web in questione: “OpenStreetMap è costruito da una comunità di mappatori che contribuiscono e mantengono i dati sulle strade, sentieri, caffè, stazioni ferroviarie e molto altro ancora, in tutto il mondo”.

L’applicazione si fonda su quattro punti essenziali:

- 1- *Conoscenza locale*, i contributori usano immagini aeree, dispositivi GPS e mappe sul campo low-tech per verificare che OSM sia accurato e aggiornato;
- 2- *Guidato dalla Comunità*, i contributori includono mappatori entusiasti, professionisti GIS, ingegneri che gestiscono i server di OSM, mapping umanitario di aree soggette a disastri e molto altro;
- 3- *Open Data*, si è liberi di usare OSM per qualsiasi scopo a patto di attribuirlo a OpenstreetMap e ai suoi contributori. Se tengono sviluppi sulla base dei dati di OSM, è possibile distribuire il risultato solo mediante la stessa licenza dell’applicazione;
- 4- *Partner*, l’hosting è supportato da UCL VR Centre, Imperial College (Londra), Bytemark Hosting e da altri partner.

Alcune delle funzionalità offerte da OSM sono elencate nel seguito:

- visualizzazione su più livelli: standard, mappa ciclabile, mappa dei trasporti, mapquest open, umanitario (1.13);

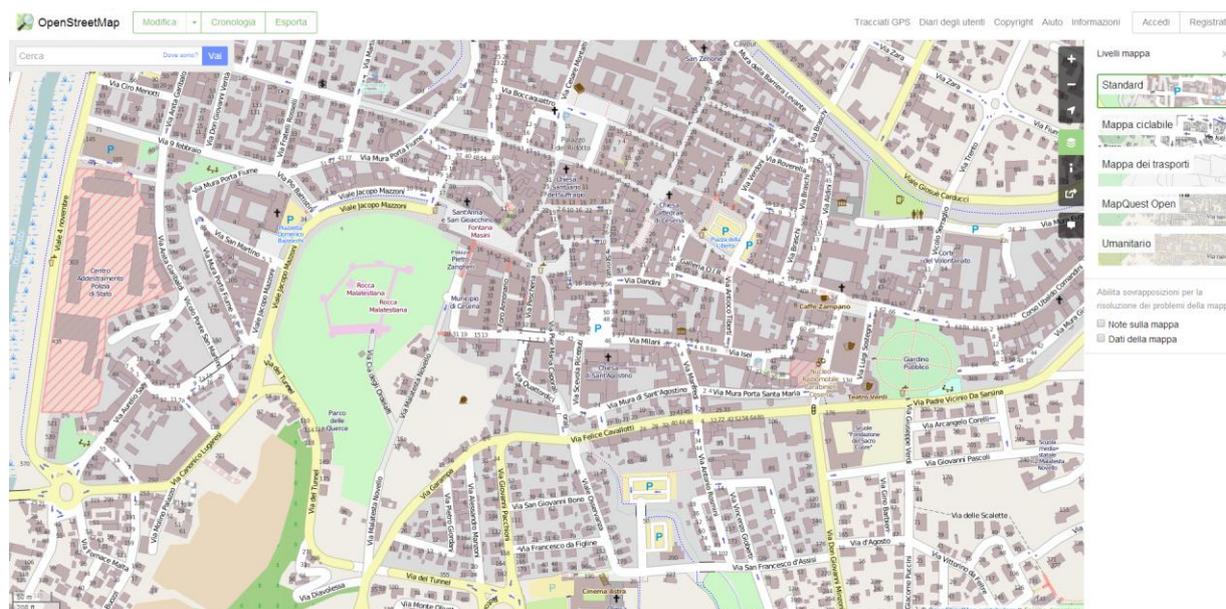


Figura 1.13: OSM – Mappa e Livelli

- legenda, che chiarisce l'uso delle colorazioni presenti sulla mappa;
- possibilità di condivisione di luoghi su altri siti e/o social network;
- possibilità di aggiungere note su luoghi della mappa, in modo tale da farle leggere agli altri mappatori per risolvere eventuali errori nel mappaggio, o per effettuare segnalazioni;
- possibilità di esportare aree della mappa in locale;
- visualizzazione di tracciati GPS pubblici.

1.3.4 TomTom

TomTom è sia un'applicazione per mappe e navigazione che un navigatore satellitare [TomTom].

Inizialmente infatti venivano venduti i TomTom, ovvero dei navigatori satellitari che guidavano visivamente e vocalmente l'autista fino a destinazione, anche installati direttamente nelle automobili.

Con l'evoluzione della tecnologia e dei dispositivi mobili, il TomTom è diventato anche un app per palmari, sbarcata poi anche su Android e iOS.

TomTom offre diverse funzionalità, fra le quali:

- *Map Share* permette agli utenti di apportare alcune modifiche alle mappe presenti sul proprio dispositivo e di condividerle con altri utenti della comunità TomTom Map Share. È possibile inserire le modifiche direttamente sul proprio navigatore GPS: bloccare/sbloccare l'accesso alle strade, creare sensi unici, invertire la direzione di circolazione, cambiare il nome delle vie, aggiornare i divieti di svolta, modificare i limiti di velocità, aggiungere o rimuovere rotonde, creare o rimuovere i punti di interesse;
- *IQ Routes* è una tecnologia che si basa sui dati raccolti attraverso i percorsi effettuati degli utenti stessi e mette a disposizione informazioni relative ai singoli tratti di strada, per assicurare informazioni più aggiornate, accurate e indicazioni più attendibili per la ricerca degli itinerari migliori e il calcolo dei tempi di percorrenza di un tragitto;
- *Speak and go* consente, attraverso input vocali, di eseguire più di mille comandi per pianificare il percorso senza usare le dita sullo schermo;

- *LIVE* sono una serie di servizi, alcuni in abbonamento, che permettono di rendere più completo il dispositivo. Al momento è disponibile solo sui modelli della serie GO. Tra i servizi ricordiamo:
 - *HD Traffic* che consente di ricevere le informazioni sul traffico aggiornate, disponibili per il percorso scelto, come la lunghezza dei tratti interessati, il motivo dei ritardi e informazioni precise sugli stessi;
 - *Meteo* che fornisce previsioni locali giornaliere e fino a cinque giorni;
 - *Autovelox mobili* con informazioni dettagliate sugli autovelox fissi e indicazioni in tempo reale su quelli mobili;
 - *Google* che permette di effettuare ricerche tramite questo motore, direttamente sul dispositivo;
 - *QuickGPSfix* che consente di ridurre notevolmente il tempo necessario per fissare la posizione tramite satellite.



Figura 1.14: TomTom – App e Dispositivi

1.3.5 Waze

Waze è un'applicazione mobile per Android, iOS e Windows Phone, che costituisce un vero e proprio social network sottoforma di mappa, in quanto è completamente fondata sulla propria comunità di oltre 70 milioni di utenti che edita le mappe e segnala le condizioni del traffico durante la navigazione [Waze].

I realizzatori invitano gli utenti a collaborare, mediante Waze, con gli altri automobilisti della comunità, per evitare il traffico, risparmiare tempo e denaro e migliorare la guida e la navigazione.

Utilizzando Waze, è possibile generare informazioni sul traffico e sulle condizioni stradali in tempo reale, aiutando la comunità di automobilisti. Di fatto l'app consente di segnalare incidenti, pericoli, posti di blocco e altri eventi in cui ci si imbatte per strada, ma anche di ricevere informazioni su quello che sta succedendo sul proprio itinerario (figura 1.15). Inoltre, offre la possibilità di trovare il distributore di benzina più economico lungo il tragitto grazie alla funzione di aggiornamento dei prezzi di benzina.

Riassuntivamente, come recitano i produttori stessi, Waze “è tutta una questione di dare e condividere le informazioni, per trarne un beneficio comune mentre ci si trova alla guida”.

Più precisamente, le funzionalità offerte consistono in:

- calcolo degli itinerari, che considera i dati relativi al traffico e le condizioni stradali, generati, in tempo reale, dalla comunità;
- segnalazioni stradali inviate dalla comunità per avvisare gli altri automobilisti di incidenti, pericoli, autovelox, strade chiuse e molto altro;
- istruzioni vocali per la navigazione;
- ricalcolo automatico dell'itinerario, a seconda dei cambiamenti delle condizioni stradali;
- memorizzazione degli itinerari più frequenti dell'utente, orari di guida e percorsi preferiti;
- ricerca dei distributori di benzina più convenienti lungo l'itinerario;
- con un click nella lista di navigazione raggiungi gli eventi Facebook a cui hai deciso di partecipare;
- visualizza i tuoi amici di Facebook mentre stanno guidando verso la tua stessa destinazione;

- puoi avvisare gli altri che ti trovi per strada, inviandogli il tuo ETA e un link che visualizza mentre stai arrivando in tempo reale;
- guadagni punti e aumenti il tuo livello in classifica, nella misura in cui contribuisce ad inviare segnalazioni sulle condizioni stradali;
- mappe live costantemente modificate e aggiornate dalla comunità di map editor di Waze.



Figura 1.15: Waze

Nel 2013 Google ha acquistato Waze con l'obiettivo di acquisire le informazioni raccolte da Waze e di riversarle su Google Maps, considerando anche l'aspetto social dell'applicazione.

Capitolo 2 – Mappe, GIS e Barriere digitali

Questo capitolo analizzerà come le mappe digitali vengono sviluppate e utilizzate e le eventuali problematiche riguardanti la loro accessibilità e, quindi, le barriere che un utente con disabilità potrebbe incontrare utilizzando una applicazione di questo tipo. Sarà definita l'accessibilità in generale e saranno presentati gli standard, le normative e le leggi fatte e adottate finora. Infine sarà brevemente presentato un insieme di tecniche volte a migliorare l'accessibilità delle applicazioni che prevedono l'utilizzo da parte degli utenti di mappe digitali.

2.1 Mappe digitali e GIS

I tipi di mappe elencati nel primo capitolo di questo lavoro di tesi, sono tutti disponibili anche in formato digitale. Questo ovviamente consente di poter contare su numerose funzionalità che facilitano ulteriormente l'uso di una mappa e, in generale, la mobilità.

Spesso le mappe digitali sono fruibili attraverso un Geographic information system (GIS), ovvero un sistema progettato per catturare, immagazzinare, manipolare, analizzare, gestire e rappresentare dati di tipo geografico. L'acronimo GIS è spesso utilizzato per riferirsi alla scienza o agli studi sulle informazioni geografiche (dette anche geospaziali). In particolare, con un GIS si possono unire cartografie, eseguire analisi statistiche e gestire i dati attraverso tecnologie database [GIS].

Esistono diversi GIS sia open source che proprietari, come AutoCAD MAP 3D [ACM3D], Maptitude [Maptitude], MapINFO [MapINFO], GRASS GISS [GrassGiss], Arc Gis [ArcGis], eccetera.

I dati spaziali sono generalmente rappresentati su carte geografiche e, quindi, la fonte più comune di dati acquisibili in un GIS sono carte topografiche e tematiche. Ovviamente sono disponibili altre tipologie di dati rilevati con altre metodologie quali: rilievi eseguiti direttamente sul terreno, foto aeree, immagini da satellite, eccetera. L'approccio generalmente usato nei GIS per l'acquisizione in formato digitale delle informazioni territoriali è la rappresentazione per punti, linee e poligoni. Un'entità territoriale che viene digitalizzata in una o più di queste forme, viene memorizzata sottoforma di coordinate, ovvero in formato vettoriale (figura 2.1 e 2.2). Tale formato è compatibile con molti algoritmi matematici di elaborazione dei dati [formato vettoriale].

Un'altro formato utilizzato per memorizzare questo tipo di informazioni è il formato raster (figure 2.3 e 2.4), il cui sviluppo ed utilizzo sono stati fortemente indirizzati dalla tecnologia hardware per l'acquisizione e restituzione di dati grafici [formato raster].

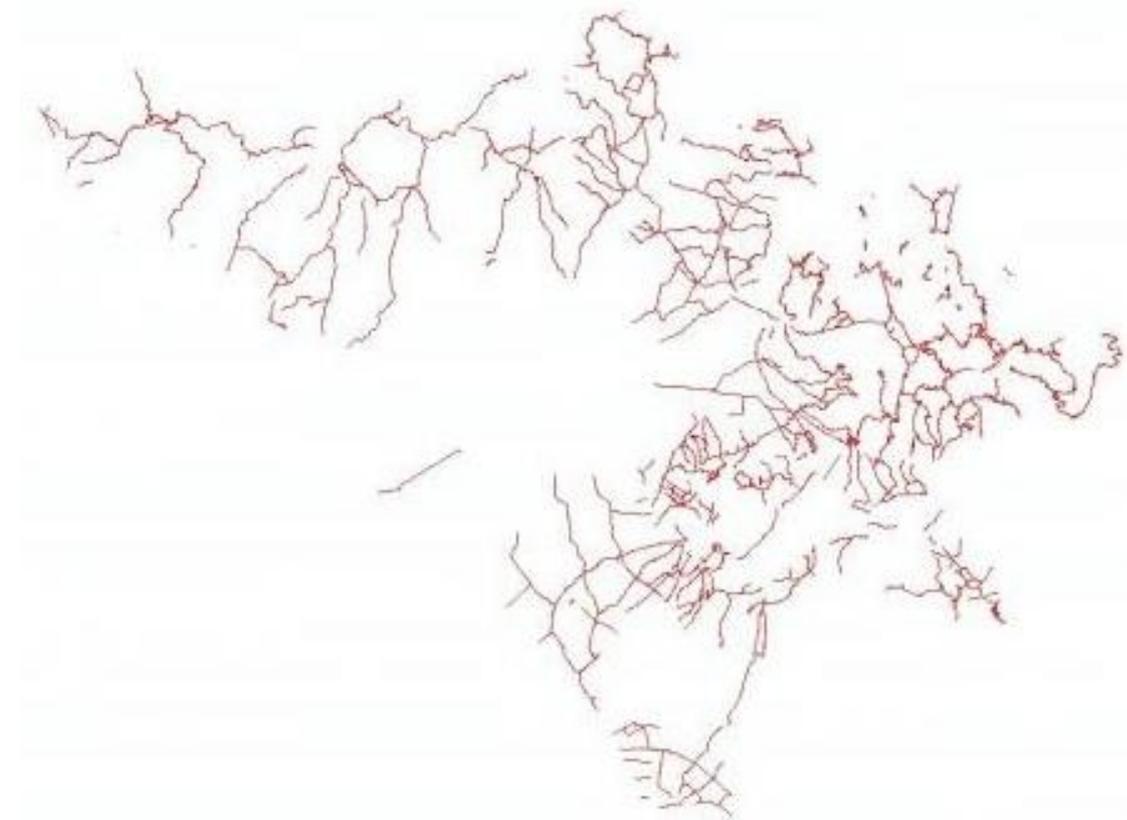


Figura 2.1: Formato vettoriale – Strade di Roma [Vett]

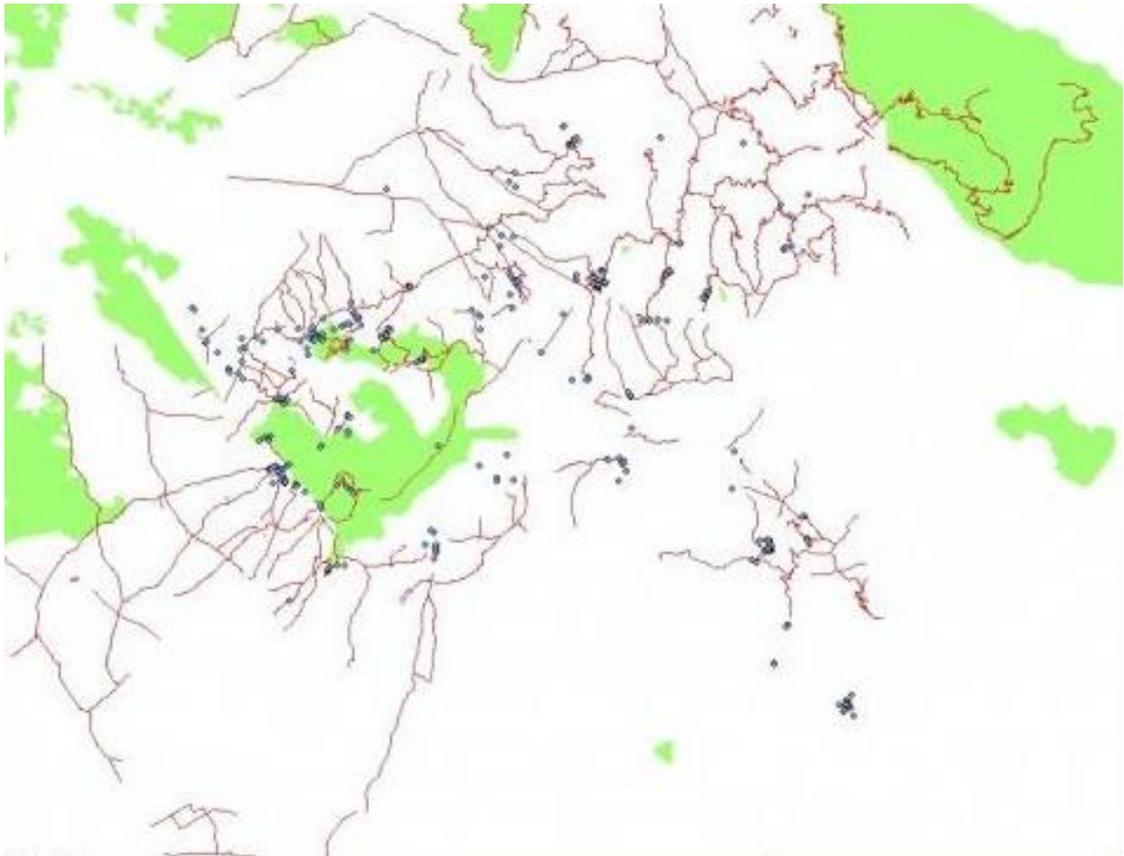


Figura 2.2: Formato vettoriale – Strade, parchi, beni culturali e castelli di Roma [Vett]



Figura 2.3: Raster in scala 1:25.000 [Rast]

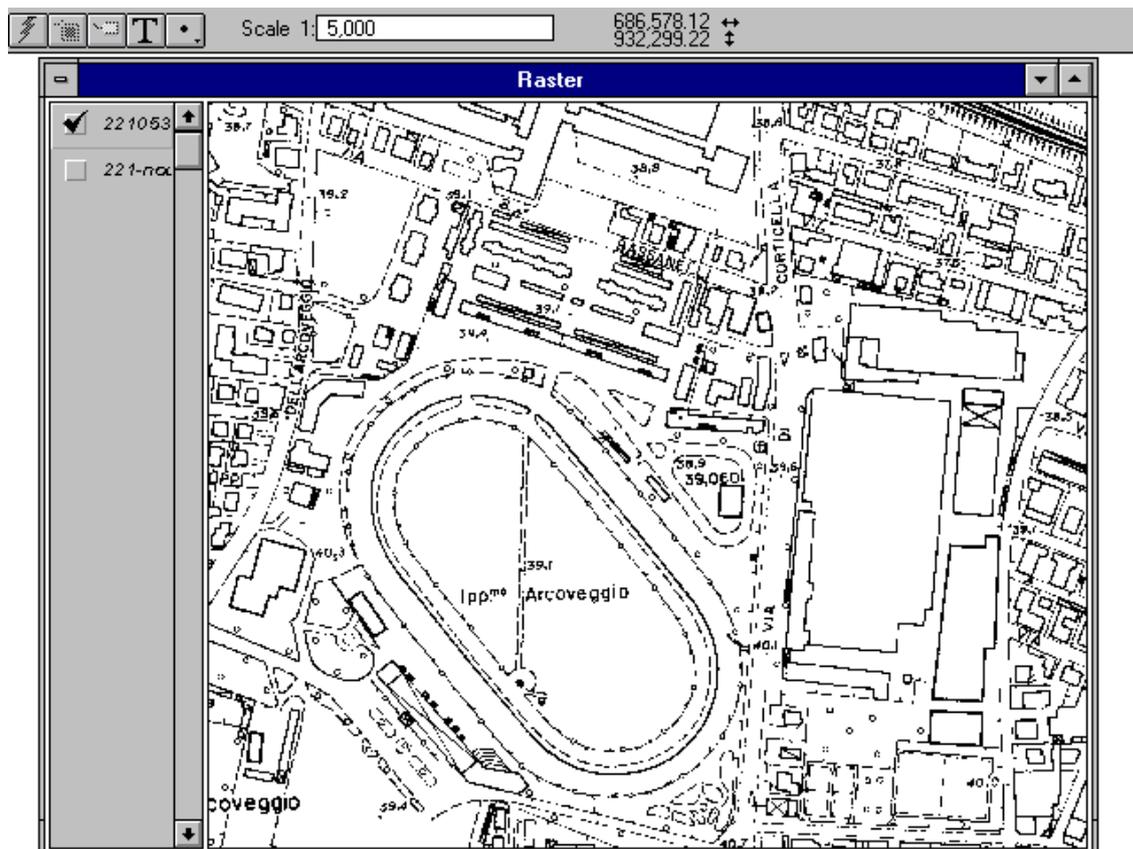


Figura 2.4: Raster in scala 1:5.000 [Rast]

Le immagini in formato raster sono riportate su una griglia regolare (o matrice) la cui unità elementare è generalmente chiamata cella (o pixel).

L'evoluzione dei GIS è stata fortemente influenzata da queste due tipologie di rappresentazione delle immagini digitali.

Pertanto, al fine di usufruire delle potenzialità offerte da ciascuno dei due formati, i GIS dell'ultima generazione tendono ad integrare le due tipologie nel miglior modo possibile, permettendo, in strutture omogenee di archivi, la convivenza dei dati, l'elaborazione interconnessa di questi ultimi e la conversione dei formati.

L'analisi delle caratteristiche dei due formati di immagini digitali, ci permette di comparare e di evidenziare le peculiarità di ciascuno di essi rispetto all'accuratezza, alla risoluzione, all'associazione di attributi, al volume dei dati, alle tecniche di restituzione e agli algoritmi di elaborazione.

2.1.1 Dati vettoriali e dati Raster

All'interno di un GIS i dati vengono memorizzati secondo diverse strutture dati. Al fine di permettere il dialogo ed il trasferimento dei dati tra i diversi sistemi sono stati

definiti diversi formati di trasferimento, che devono anche tenere in considerazione il fatto che spesso si tratta di sistemi proprietari.

Tipicamente, i dati memorizzati in formato vettoriale sono quelli che provengono dalla digitalizzazione manuale di mappe, dai rilievi topografici, dai CAD e dai GPS.

I dati raster, invece, sono quelli generati dagli scanner, dai programmi di interpretazione di immagini come quelli utilizzati per le immagini da satellite e dall'acquisizione di immagini fotografiche come immagini aeree e immagini satellitari. In tal caso, entrano in gioco tre fattori: la *risoluzione*, la *compressione* e la *registrazione*.

- La *risoluzione* dipende dalla fonte dei dati. Ad esempio, le immagini ottenute con il satellite per il telerilevamento LANDSAT 4 possono avere una risoluzione al suolo fino a 30x30m, mentre quelle ottenute dal satellite SPOT hanno una risoluzione fino a 10x10m. Nel caso di immagini raster ottenute da scanner, si hanno risoluzioni nell'ordine di centinaia di dpi (dots per inch) e, quindi, con risoluzione molto alta. Nel caso di griglie costruite appositamente per l'analisi territoriale, ad esempio contenenti dati relativi alla temperatura al suolo, la risoluzione dipenderà dalla metodologia scelta per la raccolta dei dati e dalla ampiezza della area di studio. Tipicamente, in questi casi si parla di risoluzione dell'ordine delle decine di metri al suolo (nelle figure 2.1 e 2.2 è possibile vedere due immagini raster, in scala, rispettivamente 1:25000 e 1:500). Nel seguito di questo capitolo verranno analizzati alcuni problemi riguardanti la risoluzione formati vettoriali e raster.
- Per *compressione* si intende, invece, la capacità di comprimere i dati raster (generalmente essi richiedono da cento a mille volte più spazio di quelli vettoriali) per renderli più maneggevoli. Ad un primo livello, una tecnica di compressione consiste nel memorizzare il numero dei pixel uguali, invece che memorizzarli in sequenza. Il vantaggio ottenuto nella memorizzazione viene chiaramente compensato dai tempi di compressione e decompressione del dato che deve essere sempre decompresso prima dell'utilizzo.
- Per *registrazione* si intendono le tecniche necessarie a georeferenziare e raddrizzare le immagini raster. Infatti le foto aeree e le immagini da satellite, oltre a dover essere posizionate correttamente, devono anche essere ortogonalizzate cioè ricalcolate tenendo conto dell'angolo da cui sono state prese. Oggi sono disponibili programmi che, oltre a fare questo, garantendo così la possibilità di visualizzare, in sovrapposizione, immagini raster con i corrispondenti dati

vettoriali, sono anche in grado di interpretare le immagini identificando e visualizzando ad esempio i pixel in base ai parametri qualitativi misurati nelle varie bande (umidità e temperatura al suolo, eccetera).

2.1.2 Integrazione di dati raster e vettoriali

Oggi i dati vettoriali e i dati raster all'interno dei GIS coesistono, si integrano a vicenda, e sono generalmente usati, i primi per dati discreti, i secondi per dati continui. Inoltre sono disponibili programmi in grado di convertire in modo automatico dati raster in vettoriali e viceversa.

E' possibile fare una comparazione delle due tipologie di dati, raster e vettoriale, grazie alla vasta disponibilità di algoritmi di elaborazione dei dati geografici.

Al fine dell'integrazione dei due formati, è necessaria la presenza di:

- facilità nel passaggio dei dati da un formato all'altro;
- un'interfaccia utente che renda intuitivo l'uso integrato dei due formati;
- strutture omogenee di archivi di dati raster e vettoriali;
- una gestione dei dati descrittivi associati alle due tipologie di formato attraverso l'uso di un comune database relazionale;
- compatibilità del sistema georeferenziale dei due formati;
- possibilità di visualizzare ed interrogare simultaneamente e contemporaneamente dati raster e vettoriali;
- tecniche di elaborazione su formati integrati.

Attualmente, i GIS più avanzati presentano le funzionalità appena descritte, consentendo l'integrazione dei due formati e questo è dovuto ad un passaggio da funzioni complesse di conversione da un formato all'altro, ad una integrazione fine alla visualizzazione e all'editing delle due tipologie di dati. Tuttavia, le funzionalità offerte dagli attuali GIS, mirano ad interfacce utente sempre più indirizzate a rendere disponibili funzionalità e processi applicativi senza limiti di formato.

In ogni modo, lo scopo è quello di permettere all'utente di poter usufruire di tutte le potenzialità di elaborazione offerte da entrambi i formati, senza dover essere vincolato dai essi.

In sintesi, l'integrazione dei due formati è ormai necessaria al fine di fornire maggiori funzionalità e strumenti agli utilizzatori dei GIS più moderni.

2.1.3 Associazione di attributi

Una fondamentale funzionalità dei GIS è quella che offre la possibilità di associare alle rappresentazioni in elementi geometrici di oggetti o aree di un territorio, attributi ed informazioni di vario tipo (dati alfanumerici, testi, foto, disegni, eccetera).

Nel formato vettoriale, gli attributi vengono associati alle primitive grafiche e agli oggetti. Quest'ultimi possono essere rappresentati da elementi puntuali, lineari o poligonali o da insiemi composti di questi elementi di base e ad ogni elemento o insieme di elementi, è possibile associare un numero infinito di attributi e definire le relazioni che sussistono fra di essi. Inoltre, gli attributi del formato vettoriale vengono generalmente inseriti in un database relazionale. Pertanto occorre considerare dinamica e flessibile, la definizione di tabelle e relazioni all'interno di esso.

Nel formato raster, gli attributi vengono associati ai singoli pixel e questo consente di associare un numero infinito di attributi ad ogni cella elementare che rappresenta una certa area di un territorio. Inoltre a classi di attributi possono essere associate ulteriori informazioni.

Concludendo, il formato raster è più indicato per la gestione di dati tematici, mentre il formato vettoriale è molto più indirizzato verso strutture complesse di relazioni fra le informazioni descrittive legate agli oggetti rappresentativi del territorio.

2.1.4 Risoluzione

Quando si parla di risoluzione dei formati vettoriali e raster, ci si riferisce alla scala di rappresentazione delle informazioni georeferenziali, ovvero il dato che descrive la relazione fra la distanza come misura pensata nella realtà e la distanza come misura della sua rappresentazione digitale o su carta.

Nel formato vettoriale, la risoluzione può essere associata alla distanza minima fra due vertici di una spezzata (anche se dipende dalla scala di rappresentazione cartografica del documento sorgente).

Nel formato raster, la risoluzione è determinata dal lato della cella elementare. Ad esempio, una cella 10x10 determina una risoluzione di 10 metri (figure 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6). Tuttavia non è possibile considerare preciso questo metodo. Per ottenere una maggiore precisione occorre fare utilizzo di tecniche di scansione e vettorializzazione

automatica, ed utilizzare la distanza ottenuta come parametro di risoluzione. In tal caso, il dato vettoriale è ottenuto da un formato raster, pertanto la distanza fra i vertici di una spezzata è legata alla risoluzione del dato raster.

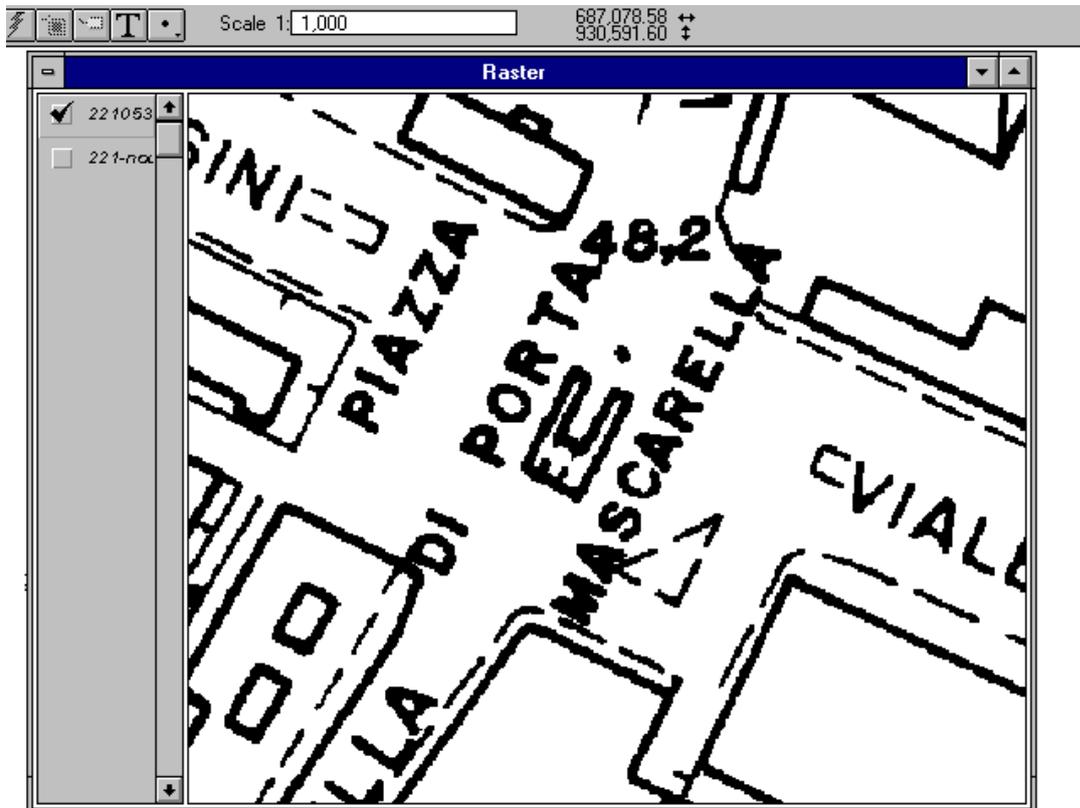


Figura 2.5: Raster in scala 1:5.000 - zoom in scala 1:1000 [Rast]

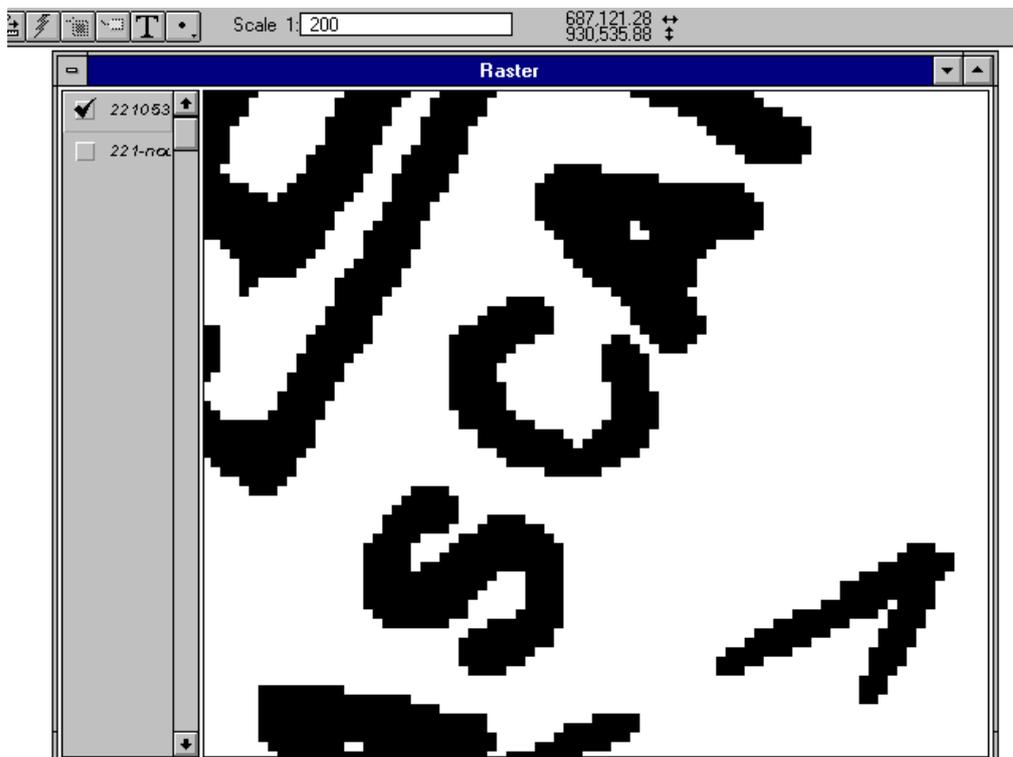


Figura 2.6: Raster in scala 1:5.000 - zoom in scala 1:200 [Rast]

2.2 Barriere e Accessibilità

Dopo aver analizzato in modo tecnico le problematiche da affrontare nella riproduzione digitale di una mappa, risulta doverosa l'analisi di altri parametri che possono rendere, nonostante l'accuratezza nello sviluppo dei fattori descritti precedentemente, difficile o completamente inutilizzabile una mappa digitale ovvero l'analisi delle barriere che possono rendere quest'ultima meno o non accessibile ad utenti con disabilità.

In generale, l'accessibilità è data da tutto ciò che permette di superare qualsiasi barriera che impedisca, limiti o renda difficoltosi gli spostamenti o la fruizione di servizi (specialmente di persone con limitata capacità motoria o sensoriale) [accessibilità].

Che si tratti di oggetti fisici o applicazioni per qualunque computer o dispositivo, si potrebbe incorrere in barriere architettoniche nel primo caso, virtuali nel secondo.

Il concetto di barriera viene inteso in modo diverso da ogni utente: un elemento che non costituisca una barriera per un individuo può comunque rappresentare un ostacolo per un altro.

La necessità di garantire al maggior numero di persone il diritto alla libertà di movimento, nel caso di barriere architettoniche, o di utilizzo di una applicazione o di fruizione di contenuti e servizi digitali, nel caso di barriere digitali, ha portato alla ricerca di parametri comuni, che consentissero di limitare il criterio di soggettività. Nel primo caso, è stato fatto un grande passo a livello normativo andando a individuare quali elementi costruttivi siano da considerarsi barriera architettonica. Per il secondo, sono i progettisti e i programmatori che decidono se, come e quanto occuparsi dell'accessibilità della propria applicazione, magari facendo riferimento a pubblicazioni e studi già fatti che suggeriscono come aumentare il livello di accessibilità di una app, oppure seguendo degli standard e/o delle leggi che trattano l'argomento.

In sintesi, il termine "accessibilità" è comunemente associato alla possibilità, anche per persone con disabilità sia temporanee che stabili, di accedere e muoversi autonomamente in ambienti fisici (accessibilità fisica), di fruire e accedere autonomamente a contenuti culturali (accessibilità culturale) o fruire dei sistemi informatici e delle risorse a disposizione tipicamente attraverso l'uso di tecnologie assistive o tramite il rispetto di requisiti di accessibilità dei prodotti.

Il termine "accessibilità" è anche molto utilizzato anche nel Web col medesimo significato, dove le soluzioni di accessibilità sono sviluppate al fine di favorire la

riduzione o l'eliminazione del Web Accessibility Divide [WAD], ovvero il divario tra coloro che possono accedere in maniera autonoma alle risorse Web e coloro che non possono (in particolare le persone con disabilità visiva).

2.2.1 L'accessibilità nelle tecnologie e nel Web

Nell'ambito delle tecnologie e del Web, come già anticipato, esistono diverse pubblicazioni e studi che suggeriscono, chiariscono e addirittura stabiliscono i criteri con i quali poter reputare un servizio Web o una applicazione, più accessibile di un'altra.

Una risorsa accessibile supporta gli utenti che ne fruiscono indipendentemente da eventuali disabilità e dal device utilizzato.

Sono stati individuati alcuni requisiti base che una applicazione deve rispettare per poter effettivamente agevolare gli utenti nel suo utilizzo. Nello specifico, un'app è considerata accessibile se:

- utilizza un codice o una struttura semanticamente corretta, logica e con una grammatica formale validata;
- utilizza testi chiari, fluenti e facilmente comprensibili;
- utilizza testi alternativi per ogni tipo di contenuto non testuale e/o multimediale;
- utilizza titoli e link che mantengano il loro significato anche al di fuori del loro contesto (evitando, ad esempio, link come "clicca qui");
- ha un'organizzazione coerente e lineare dei contenuti e dell'interfaccia grafica.

Inoltre, un'applicazione dovrebbe essere compatibile col maggior numero di configurazioni software e dispositivi hardware e dovrebbe utilizzare colori standard Web safe e con un elevato contrasto cromatico e di luminosità tra colore di sfondo e colore del testo.

Il rispetto dei requisiti di accessibilità risulta di fondamentale importanza quando applicato ai Content Management System (CMS). Infatti, questi sistemi supportano gli utenti nella creazione e pubblicazione dei siti e contenuti Web e solitamente sono equipaggiati con funzionalità di editing molto strutturate [CMS].

In questo contesto è necessario rendere accessibile non soltanto l'interfaccia del CMS (per far sì che possa essere fruito da utenti con disabilità), ma il CMS deve supportare gli autori dei contenuti nella loro creazione, in modo tale che anche questi siano accessibili.

Esistono CMS sia commerciali sia open source che promettono il rispetto delle linee guida per l'accessibilità.

Il W3C (World Wide Web Consortium) ha emanato nel 2000 delle linee guida, le ATAG (Authoring Tools Accessibility Guidelines) [W3C] [ATAG]. Nella versione 2.0 vi sono una serie di indicazioni specifiche, con criteri di successo (success criteria) ispirati alle WCAG 2.0.

Nel caso di applicazioni Web è possibile applicare le raccomandazioni del W3C della specifica WAI-ARIA [WAI-ARIA].

2.2.2 Standard e Leggi

Esistono alcuni standard internazionali e alcune leggi nazionali che definiscono l'accessibilità per i sistemi informatici.

Le linee guida internazionali relative all'accessibilità del Web sono le WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), redatte dal WAI (Web Accessibility Initiative, sezione del World Wide Web Consortium) [WCAG] [WAI].

In Italia, per le nuove realizzazioni e le modifiche apportate dalla Pubblica amministrazione ai propri siti Web, si deve tenere conto (pena nullità dei contratti stipulati) della "Legge Stanca" [LS] resa operativa col decreto attuativo di fine 2005. Il medesimo obbligo è in carico, come specificato nell'art. 2 della legge, a:

- pubbliche amministrazioni;
- enti pubblici economici;
- aziende private concessionarie di servizi pubblici;
- enti di assistenza e di riabilitazione pubblici;
- aziende di trasporto e di telecomunicazione a prevalente partecipazione di capitale pubblico;
- aziende municipalizzate regionali;
- aziende appaltatrici di servizi informatici.

L'obbligo dell'applicazione della legge sussiste esclusivamente per i siti pubblici (o di interesse pubblico) mentre, sempre nell'ambito pubblico, le disposizioni di legge non si applicano ai sistemi informatici destinati ad essere fruiti da gruppi di utenti dei quali, per disposizione di legge, non possono fare parte persone disabili [LS].

La legge contiene anche le definizioni di “accessibilità” e “tecnologie assistive”:

a) «accessibilità»: la capacità dei sistemi informatici, nelle forme e nei limiti consentiti dalle conoscenze tecnologiche, di erogare servizi e fornire informazioni fruibili, senza discriminazioni, anche da parte di coloro che a causa di disabilità necessitano di tecnologie assistive o configurazioni particolari [LS];

b) «tecnologie assistive»: gli strumenti e le soluzioni tecniche, hardware e software, che permettono alla persona disabile, superando o riducendo le condizioni di svantaggio, di accedere alle informazioni e ai servizi erogati dai sistemi informatici [LS];

La legge italiana si pone come obiettivo quello di dare attuazione al principio di uguaglianza previsto dall'art. 3 della Costituzione Italiana e quindi garantire il diritto di accesso ai servizi informatici e telematici della pubblica amministrazione e ai servizi di pubblica utilità da parte delle persone disabili [LS];

Le disposizioni della legge si applicano oltre che ai siti Web, anche, secondo quanto sancito dall'art.5, al materiale formativo e didattico utilizzato nelle scuole di ogni ordine e grado [LS].

Con un decreto del 16 Settembre 2013, è stato modificato e aggiornato l'allegato A del decreto 8 luglio 2005 in merito ai "Requisiti tecnici e i diversi livelli per l'accessibilità agli strumenti informatici" [WCAG]. Si tratta di un aggiornamento dei requisiti di accessibilità informatica dalle WCAG 1.0 alle WCAG 2.0.

Altre leggi sull'accessibilità sono state promulgate in vari Paesi; una lista completa è disponibile sul sito del W3C [W3C].

2.3 Mappe digitali: barriere e accessibilità

Mappe, dati geografici e sistemi basati sulla posizione dell'utente, stanno guadagnando sempre più importanza sia nelle applicazioni desktop che nelle applicazioni mobili [AccessibleMaps].

La posizione geografica dell'utente, gli oggetti e i luoghi che lo circondano sono utilizzati da molti sistemi Web per fornire e raccogliere informazioni fornite dagli utenti stessi sulla posizione dell'utente, degli oggetti e dei luoghi.

Al giorno d'oggi, esistono vari tipi di applicazioni che in qualche modo utilizzano la posizione dell'utente per trarre un beneficio da essa.

Applicazioni di mappe digitali e/o navigazione, si basano, dunque, sul servizio di raccolta e invio di informazioni riguardanti la posizione. Inoltre, sono basate anche su servizi di

navigazione e supporto all'orientamento dell'utente. Talvolta presentano anche servizi che forniscono informazioni sui punti di interesse nella zona circostante (se, ad esempio, l'utente vuole trovare la stazione di servizio successiva, il ristorante più vicino, eccetera). Molti utenti utilizzano questo tipo di applicazioni ogni giorno per rendere la loro vita più facile o, comunque, per trarne dei benefici in qualche altro modo. Molte di queste applicazioni utilizzano le mappe visuali per comunicare informazioni sulla posizione in base all'utente e questo può rappresentare un ostacolo per chi ha disabilità visive. Queste persone avrebbero almeno altrettanto bisogno di beneficiare di questi tipi di applicazioni. Oltre alle disabilità visive, anche altri tipi di disabilità (motorie, uditive, eccetera), devono influenzare i requisiti che devono essere rispettati da un'applicazione basata sulla posizione affinché questa sia effettivamente accessibile ad un ampio numero di utenti. Ad esempio, persone con disabilità uditive, anziani o persone con disabilità cognitive, hanno esigenze piuttosto specifiche in termini di design dell'interfaccia utente e la selezione dei canali di comunicazione [AccessibleMaps].

La presentazione dei dati geografici deve essere adattata a questi target group (il gruppo di persone che si vuole considerare per un determinato obiettivo, in questo caso, persone con disabilità visive, uditive, motorie, eccetera) [AccessibleMaps].

Le mappe accessibili per le persone non vedenti o ipovedenti hanno lo scopo di comunicare lo stesso insieme, o almeno un sottoinsieme sufficiente, di informazioni che viene memorizzato in una mappa visiva. Ciò significa che una mappa accessibile a questo target group, necessita di comunicare le informazioni all'utente, senza utilizzare immagini fruibili solo attraverso la vista, ma utilizzando gli altri canali di percezioni, come l'udito o il tatto. Di conseguenza, i dati geografici resi accessibili a questi target group devono considerare determinati fattori come il livello di dettaglio.

Esistono, quindi, diversi tipi di barriere che possono inficiare l'accessibilità delle mappe per diversi tipi di utenti. A questo proposito e relativamente alle soluzioni possibili per superare queste barriere ci siamo posti le seguenti domande:

- I target group e i requisiti per ognuno di essi, per rendere le mappe accessibili: quali requisiti bisogna soddisfare a seconda del target group?
- Linee guida e norme: esistono linee guida e standard e quali estensioni di quest'ultimi sono necessari?
- Quali concetti e tecniche esistono per l'archiviazione, l'elaborazione e la presentazione di una mappa digitale e come si rispettano i requisiti di accessibilità?

- Quali concetti e tecniche esistono per rendere le mappe visuali accessibili alle persone con disabilità visive?
- Quali tecniche esistono per rendere le mappe visuali accessibili ad utenti con disabilità uditive, cognitive o utenti anziani?
- Esistono tecnologie assistive per questo tipo di applicazioni?
- Di quali supporti ha bisogno uno sviluppatore che vuole rendere la sua applicazione accessibile?
- Accessibilità delle annotazioni sulla mappa: le annotazioni che evidenziano la composizione dell'ambiente in termini di accessibilità sono fondamentali per lo sviluppo di molte mappe digitali. Quali tipi di annotazioni e quali linee guida sono disponibili o servirebbero?
- Quali approcci esistono per creare e modificare le annotazioni in modo accessibile?

Ad alcune di queste domande è già stata data una risposta nei precedenti paragrafi. Alle restanti verranno date risposte esaustive e dettagliate nel terzo capitolo, nel quale saranno presentati alcuni progetti che hanno lo scopo di rendere accessibili le mappe digitali ai target group precedentemente citati.

2.3.1 Mappe per utenti con disabilità

Oggi le città possono essere “scoperte” facilmente con l'aiuto delle mappe digitali Web-based.

Esse assistono alla scoperta di strade, piazze e quartieri sostenendo orientamento, mobilità e la sensazione di sicurezza. Tuttavia a questo tipo di mappe appartengono elementi del Web che sono poco o addirittura non accessibili per persone con disabilità visive. Oltre a questa tipologia di utenti, che a sua volta si può suddividere a seconda della precisa disabilità visiva (daltonismo, cecità, ipovisione, eccetera), ognuna da trattare in modo diverso, bisogna curare anche l'accessibilità delle mappe per persone con disabilità motorie, che vorranno probabilmente conoscere il percorso da seguire che abbia, ad esempio, rampe per i marciapiedi e ogni altro genere di facilitazione.

Di fatto, le mappe Web-based delle città sono strumenti cruciali nel supporto alle persone, per consentire loro di orientarsi nello spazio fisico. Inoltre, sono un ulteriore strumento di supporto per:

- ottenere una migliore immagine complessiva di una città o un quartiere;
- scoperta di strade, piazze e incroci nel dettaglio;
- ricevere informazioni su punti di interesse, tipo di strada (ad esempio zona pedonale, pista ciclabile, strada principale), lunghezza di una strada, tipo di incroci (a X o a T), i nomi delle vie e numeri civici, barriere architettoniche, semafori con pulsante acustico, eccetera.

In figura 2.7 è possibile vedere una varietà di contenuti inclusi in una mappa Web-based. Finora esistono attività di ricerca e sviluppo globali nel campo della navigazione per i non vedenti. Ad esempio, Visual AIDS ha già sviluppato, in formato elettronico, ausili visivi come “Electronic Travel Aids” e “Personal Guidance Systems”, spesso in combinazione con un sistema di assistenza tattile e componenti audio.

Progetti di esempio che lavorano sullo sviluppo della navigazione o di sistemi di guida per pedoni con disabilità visive sono Ways4all, Nav4blind, Loadstone, Poptis e Argus.

Alcuni progetti per l’accessibilità delle mappe agli utenti con disabilità visive, saranno descritti nel capitolo seguente di questo lavoro di tesi.

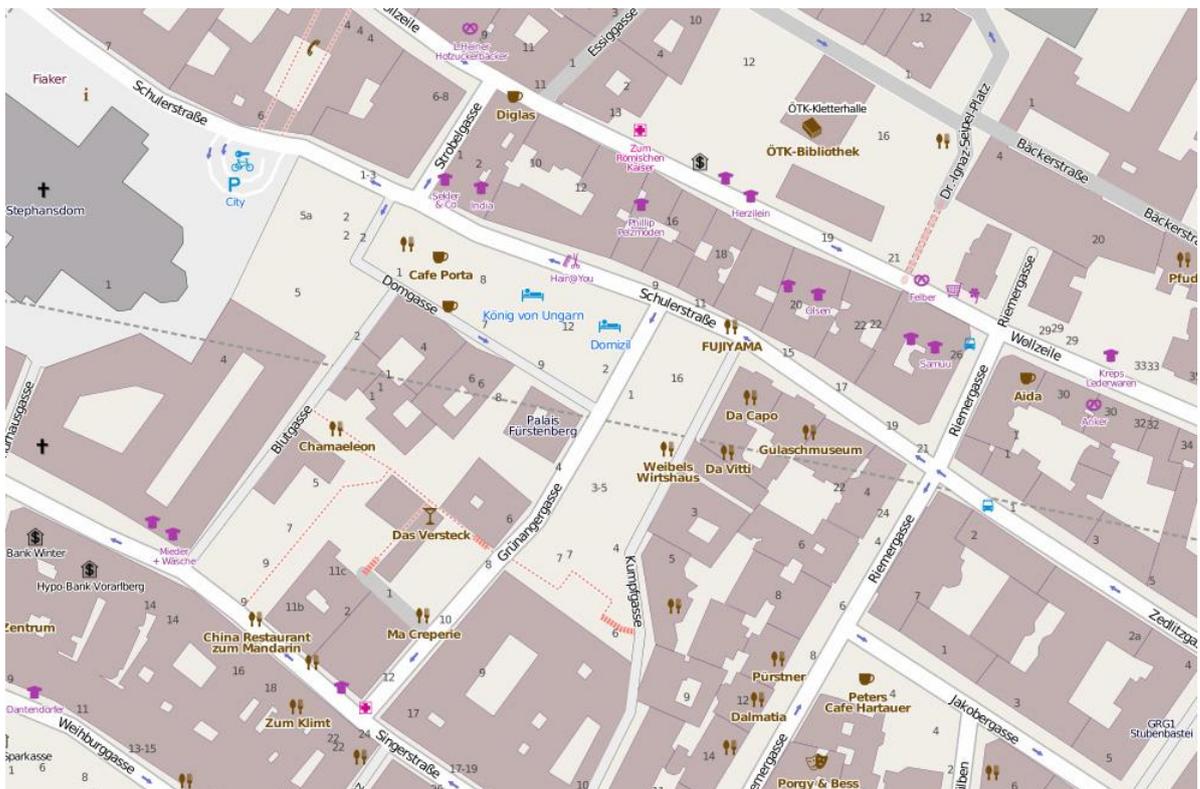


Figura 2.7 – Contenuti di una mappa [AccMap]

Capitolo 3: Mappe Accessibili

Un'applicazione che abbia come scopo quello di guidare l'utente nel tragitto da un luogo ad un altro, deve curare fin nei minimi particolari le difficoltà che potrebbe incontrare una persona con qualsiasi tipo di disabilità. Più una applicazione cura questo aspetto, più è alto il suo livello di accessibilità.

Questo ultimo capitolo analizzerà le problematiche da affrontare e tutte le considerazioni da dover fare per poter rendere una mappa il più possibile accessibile a persone con disabilità. Pertanto verranno analizzate alcune tecnologie e alcuni progetti che hanno come obiettivo l'accessibilità di una mappa digitale.

3.1 Mappe per utenti con disabilità visive – Progetto “AccessibleMap”

Anche se i diversi tipi di tecnologie assistive e di ausili visivi (ad esempio screen reader, display Braille, e altre tecnologie con sintesi vocale), nonché le linee guida e standard di Web design accessibile (ad esempio WCAG), siano stati sviluppati, è attualmente difficile, e in alcuni casi impossibile, per le persone con disabilità visive di sfruttare appieno le mappe digitali di una città.

Pertanto, l'obiettivo principale del progetto AccessibleMap (finanziato dal Ministero Federale dei Trasporti, Innovazione e Tecnologia tedesco, nel “Benefit Programme”) è

sviluppare metodi per progettare mappe Web-based in modo che possano essere meglio utilizzate da persone con vista limitata o cecità, in diverse applicazioni che si compiono nella vita quotidiana [AccMap].

Il target group, di questo progetto, è divisibile in altre tre sottogruppi:

- 1- ipovedenti (affetti da diversi disturbi alla vista);
- 2- daltonici;
- 3- non vedenti;

e sono caratterizzati e analizzati con i metodi di ricerca empirica sociale e procedure statistiche. Uno strumento di sondaggio online è stato sviluppato e distribuito nell'autunno del 2011 per la definizione dei requisiti del target group, la determinazione del loro modello di mobilità e orientamento, nonché la specificazione della rappresentazione preferita di modalità mediante informazioni visive.

In base alle esigenze dell'utente, sono stati sviluppati metodi di analisi per:

- generare automaticamente una descrizione testuale di una mappa Web-based;
- un progetto cartografico ed un layout ottimizzati.

L'interfaccia utente di AccessibleMap è, quindi, sviluppata come interfaccia multi-sensoriale. Come illustrato in figura 3.1, la mappa è accompagnata da un design cartografico ottimizzato (interfaccia utente grafica) e da una sintesi vocale che permette di fruire di una descrizione testuale (interfaccia utente acustica).



Figura 3.1: AccessibleMap – Interfaccia grafica e acustica [AccMap]

La descrizione testuale della mappa consiste in attributi e informazioni geometriche e geospaziali ed è fornita con testi scritti appositamente per l'utente che potrà accedere con l'aiuto di una tecnologia di assistenza visiva che supporta l'accessibilità del testo, come uno screenreader o un display Braille.

Ciò che deve essere sviluppato, in sostanza, è la generazione automatica della descrizione spaziale mediante vettori di dati, per un'area che sia più grande possibile.

L'approccio automatico riduce i costi, in quanto, non vi è alcuna necessità di un'ampia manutenzione e di ulteriori tempi di sviluppo e di aggiornamento. Inoltre, questo metodo rende la mappa, oltre che accessibile, anche flessibile, in modo che possa essere facilmente applicata in diverse città e regioni.

Il secondo aspetto che viene affrontato è come ottimizzare la progettazione cartografica (scelta di colori, dimensioni dell'oggetto, eccetera) in base alle esigenze dei group target. Retinite pigmentosa, malattie come il daltonismo, degenerazione maculare, tanto per citare alcuni, richiedono diverse esigenze di rappresentazione di informazioni visive. È pertanto necessario indagare sulle esigenze degli utenti con disabilità visiva, a seconda delle condizioni specifiche dell'occhio.

Le funzionalità implementate consentono:

- configurare e selezionare il disegno cartografico a seconda delle abilità e delle preferenze dell'utente;
- accedere alle descrizioni verbali (testo e sintesi vocale);
- eseguire operazioni base sulle mappe, come ricerca, zoom e panoramiche.

Il risultato di questo progetto è stato lo sviluppo di un prototipo di mappa Web-based che è stato testato intensamente dal target group.

3.1.1 Descrizione semantica dello spazio

I dati geografici di base utilizzati sono “open data”, in parte dati del governo tedesco resi disponibili a tutti e in parte dati di OpenStreetMap. La comunità che ha creato OpenStreetMap, consente di scaricare e utilizzare liberamente i propri dati e contiene una grande varietà di attributi aggiornati fino ad oggi in modo soddisfacente.

Oltre all'utilizzo dei dati OSM, il geodatabase di AccessibleMap è predisposto ad aggiungere ulteriori dati, ad esempio, i dati forniti dai governi delle comunità locali.

Come primo campione di città, sono stati utilizzati i dati riguardanti Vienna che vengono pubblicati sotto la licenza Creative Commons [CC] che mira a promuovere i dati aperti e condivisi all'accesso e all'utilizzo via Web services per il pubblico. A causa della grande varietà di dati e dei loro attributi, le fonti dei dati descritti offrono una vasta gamma di informazioni, fra le quali, i dati richiesti dai target group. Pertanto, si potranno avere più

informazioni: generali (nomi delle strade, piazze, eccetera), tattili (superfici stradali), punti di riferimento utili, eccetera.

La descrizione di una mappa, a parole e attraverso una mole di informazioni significative per l'utente, richiede un sacco di sforzi su semantica. I dati, ovvero, il contenuto del database geospaziale, devono essere legati e collegati tra loro in modo significativo per creare informazioni, conoscenze, e quindi migliorare la comprensione dello spazio (urbano).

Un esempio può essere fatto analizzando la semantica degli incroci: geometricamente un incrocio è costituito da due o più linee intersecanti e uno specifico angolo in mezzo. Tuttavia, la maggior parte degli utenti, a una descrizione semantica di questo tipo, ovvero mediante l'uso di angolazioni geometriche, preferisce utilizzare il sistema orario (dirigersi a ore 11, a ore 9, eccetera).

3.1.2 Implementazione tecnica

Il prototipo AccessibleMap è stato sviluppato per essere utilizzato sia con il PC, sia mediante dispositivi mobili (smartphone, tablet, eccetera).

L'architettura software è costituita da tecnologia open source costituita da database PostgreSQL / PostGIS, GeoServer, Open Layers e PHP Application Server.

AccessibleMap si basa su un sistema di informazioni geografiche (GIS) esteso con algoritmi che possono creare automaticamente la descrizione semantica di uno spazio.

Le tecnologie scelte per l'utilizzo dell'output testuale sono screen reader o display Braille per persone non vedenti o ipovedenti (gli screenreader sono disponibili sia in commercio che open source).

Per il layout della mappa viene utilizzato la tecnologia Styled Layer Description (SLD), che permette di creare uno stile di rendering di mappa in base alle esigenze dell'utente e del modo in cui può comprendere meglio la configurazione di un disegno, dei colori e dell'etichettatura, nonché il contrasto del colore tra i diversi oggetti [SLD]. I dati delle mappe vengono forniti tramite Web Map Services (WMS) per l'utente.

In questo contesto le linee guida WCAG 2.0 sono di grande importanza e ampiamente utilizzate.

3.1.3 Analisi e specifiche dei requisiti dell'utente

All'interno del progetto AccessibleMap, le collaborazioni progettuali tra gli utenti, gli esperti dei target group e gli sviluppatori vengono principalmente viste come un punto fondamentale e un aspetto centrale del processo di sviluppo delle applicazioni.

L'analisi del progetto e la specificazione delle esigenze degli utenti si basa sulla revisione della letteratura e revisione nonché su un sondaggio tra gli utenti, concentrandosi sui gruppi di utenti descritti precedentemente.

E' stato quindi definito un questionario on-line utilizzando lo strumento per sondaggi "SurveyMonkey", secondo i principi della ricerca sociale empirica . L'indagine è stata sviluppata in stretta collaborazione tra i diversi partner del progetto.

L'idea del questionario nasce dai risultati di una revisione completa della letteratura (che analizza il tema proposto) prodotta da: Web Cartography [WC], Modern Cartography [MC], Special Needs Cartography [SNC], e Cybercartography [CYC], dalla quale è divenuto evidente che informazioni dettagliate sulla progettazione e sull'implementazione di una mappa Web-based per ipovedenti, sono in gran parte mancanti. Così il questionario è stato definito in modo tale da ottenere risposte sulle questioni "aperte" in materia di: progettazione, interfaccia utente e delle funzionalità, design delle mappe e contenuti cartografici.

Il questionario comprendeva 55 domande aperte e chiuse, volte a cogliere barriere e esigenze in particolare per gli utenti con disabilità visive. I quesiti interessavano:

- questioni demografiche (sesso, età, istruzione, professione, luogo di residenza, eccetera);
- aspetti riguardanti la disabilità visiva dei partecipanti (tipo, entità, eccetera);
- caratterizzazione generale del comportamento degli utenti (utilizzo di Internet, l'uso di dispositivi digitali, l'uso di tecnologie assistive e di supporti visivi, eccetera);
- caratterizzazione generale delle mappe Web e comportamento dell'utente (grado di utilizzo, problemi, scopi, eccetera);
- contenuti delle mappe necessari all'utente (informazioni specifiche per un target group di utenti, collegamenti supplementari, eccetera) ;
- le preferenze dell'utente per quanto riguarda il design dell'interfaccia utente grafica e non grafica (accesso e l'uso) e funzionalità di questa;le preferenze dell'utente per quanto riguarda il design delle mappe cartografiche e non

cartografiche (mezzi cartografici di progettazione, uso dei mezzi di informazione aggiuntivi come foto, segnali audio, descrizione verbale, eccetera).

Il questionario ha ottenuto 199 risultati non validi e 158 validi (dai quali trarre informazioni significative e utili allo scopo prefissato). Quest'ultimi sono stati raggruppati in tre sottogruppi di utenti target come segue:

- persone con una visione ridotta e limitata: 59 %;
- daltonici: 4 %;
- non vedenti: 37 %.

Anche se gli intervistati mostrano un alto livello di utilizzo di Internet, solo il 56 % segnala l'utilizzo di mappe Web. Gli intervistati hanno motivato come segue:

- le applicazioni Web di mappe non sono (facilmente) utilizzabili;
- le applicazioni Web di mappe non forniscono descrizioni verbali del loro contenuto;
- le applicazioni Web di mappe non possono essere interpretate da uno screen reader, display Braille o un'altra tecnologia basata su sintesi vocale;
- gli utenti non conoscono l'esistenza di mappe Web-based;
- gli utenti fanno uso di dispositivi di navigazione vocale a comando, invece di applicazioni Web di mappe.

Quindi, fornire una riproduzione vocale e testuale (leggibile) è fondamentale per consentire l'utilizzo di applicazioni informatiche tra cui applicazioni Web di mappe, a questi.

3.1.4 Mappe accessibili in pratica

AccessibleMap mira a rendere le mappe Web-based accessibili alle persone non vedenti. Si tratta di un notevole vantaggio per il target group, che potrebbe portare ad una sua maggiore mobilità.

Chiunque abbia mai avuto a che fare col trovare la strada giusta in un ambiente non familiare, saprà quanto possa essere prezioso un buon sistema di orientamento. Se, ad esempio, una persona non vedente volesse sapere dov'è la fermata dell'autobus o come molti incroci devono essere attraversati prima di raggiungere la strada laterale, è indispensabile avere con sé un sistema che permetta di orientarsi. Questi tipi di situazioni sono molto impegnative e stressanti per le persone con disabilità visive. Migliorare

l'accessibilità delle mappe, quindi, non solo consente a persone con disabilità visive di utilizzare una mappa, ma anche agevolare la loro mobilità, e aumentare la loro autonomia nelle azioni quotidiane.

E' possibile fare alcuni esempi pratici per una possibile integrazione di AccessibleMap all'interno di altri progetti esistenti.

POPTIS (Pre-On-Post-Trip Information System) è un sistema di orientamento acustico offerto da "Wiener Linien" nella rete sotterranea di Vienna. Tutti i possibili percorsi nelle stazioni della metropolitana vengono spiegati visivamente a persone con disabilità. POPTIS è utilizzato tra l'altro per sostenere la preparazione del percorso [POPTIS].

In questo contesto, AccessibleMap potrebbe sostenere una persona non vedente nella preparazione del suo viaggio, attraverso la disponibilità di mappe accessibili che possono essere esplorate anche in termini di relazioni spaziali per determinare, ad esempio, la posizione di una stazione di autobus o di una metropolitana.

Come ulteriore sviluppo della POPTIS, Ways4All è un progetto che prevede la definizione di un sistema completo e senza ostacoli per l'orientamento e il movimento nello spazio pubblico per persone con disabilità visive e/o motorie. Il progetto include componenti che consentono la navigazione sia all'interno che all'esterno, la comunicazione con i mezzi pubblici e privati e con infrastrutture, per garantire un viaggio sicuro [W4A].

Ways4All è utilizzato per integrare vari componenti della mobilità di un utente non vedente (guide tattili , POPTIS , informazioni elettroniche ai passeggeri, pagine Web senza barriere digitali, eccetera). Nell'ambito di questo progetto, AccessibleMap potrebbe pertanto essere essenziale per la mobilità degli utenti nella "scoperta" di ambienti urbani.

3.2 Le mappe e la tecnologia Braille

Computer e dispositivi portatili, come smartphone e tablet, sono diventati uno strumento indispensabile per la gestione delle attività quotidiane nella nostra vita e nel lavoro delle persone. Ma gli utenti non vedenti e ipovedenti hanno ovvi svantaggi quando si tratta di leggere autonomamente ed interpretare dati digitali, soprattutto se contengono informazioni grafiche e strutturate, in aggiunta al semplice testo. Anche se è possibile collegare al computer un display Braille, ovvero un display tattile (figura 3.2), cioè che produce dinamicamente dei rilievi significativi in alfabeto Braille (ad esempio le lettere

di un testo, riga per riga), resta il problema che, per esempio, un sito Web con molti elementi grafici o un foglio Excel, possono essere solo parzialmente riprodotti attraverso un display Braille. Tuttavia, gli utenti non vedenti potrebbero voler avere una visione completa di un file o di un sito Web, e questa esigenza viene affrontata da progetti come “HyperBraille” [HyperBraille].



Figura 3.2: HyperBraille [HyperBraille]

Il progetto HyperBraille, finanziato dal ministero federale tedesco dell'Economia e della Tecnologia, è impegnato nello sviluppo di un display sensibile al tocco (Braille) e si concentra principalmente su come ottimizzare l'utilizzo di tutte le applicazioni standard di Office e Internet, comunemente utilizzati nel mondo del lavoro [HyperBraille]. Secondo gli sviluppatori del progetto, in futuro, istruzione e formazione per i bambini e ragazzi non vedenti dovrebbe beneficiare di HyperBraille. Inoltre, gli autori del progetto sono convinti che un display pin-matrix (matrice di pin) e sensibile al tocco, aumenta notevolmente la quantità di informazioni percepibili da utenti non vedenti, utilizzando entrambe le mani, e permetterà loro di sperimentare strutture spaziali e simboli grafici come informazioni aggiuntive. Inoltre, oggetti quali blocchi di testo, tabelle, interfacce utente, menu e altri elementi dell'interfaccia utente di Windows, possono essere completamente mappati al display pin-matrix. Inoltre, disegni geometrici, planimetrie, schemi e molto altro possono essere resi disponibili per gli studenti non vedenti nelle lezioni.

Diversi progetti e studi si basano sull'utilizzo di questi display per rendere una mappa digitale accessibile ad utenti con disabilità visive. Ad esempio, vi è un progetto di

dottorato di Anke Brock (Università “Paul Sabatier”, Francia), che si occupa di “Mappe interattive per persone con difficoltà visive”, cioè di come far riprodurre una mappa attraverso un display Braille [PhdIM]. Alcuni risultati si possono vedere in figura 3.3.

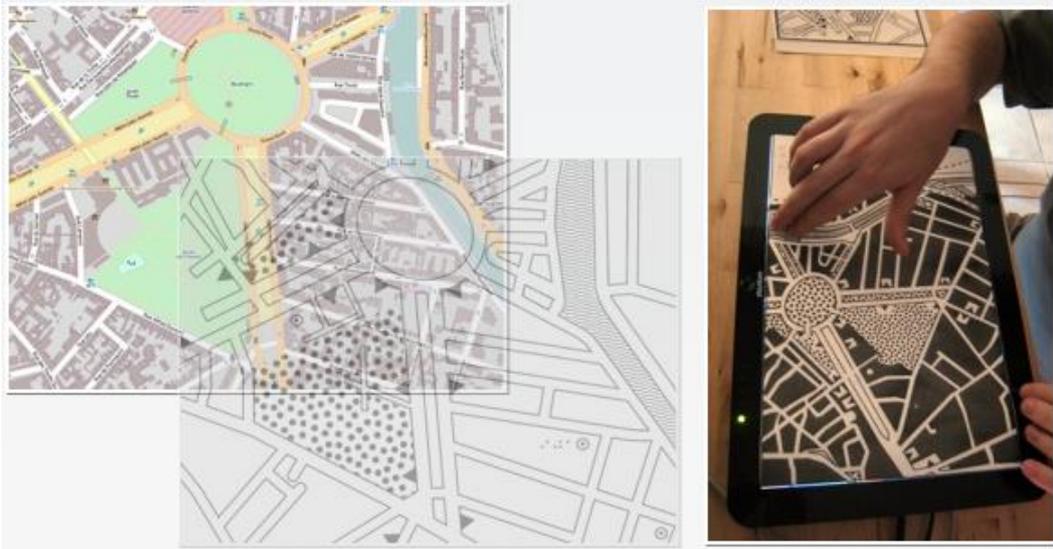


Figura 3.3: Mappe su display Braille [PhdIM]

Un altro studio (e progetto) è “Audio-Haptic Browser for a Geographical Information System” che tratta lo sviluppo di un browser audio-tattile per mappe, per accedere a dati geografici provenienti da un GIS, attraverso display Braille [AHBforGIS]. Questo browser consentirà di mantenere attiva non solo la sensazione tattile (mediante i pin sollevati del display Braille), ma anche le informazioni dettagliate su ogni elemento della mappa, memorizzate nel database del GIS (figura 3.4).

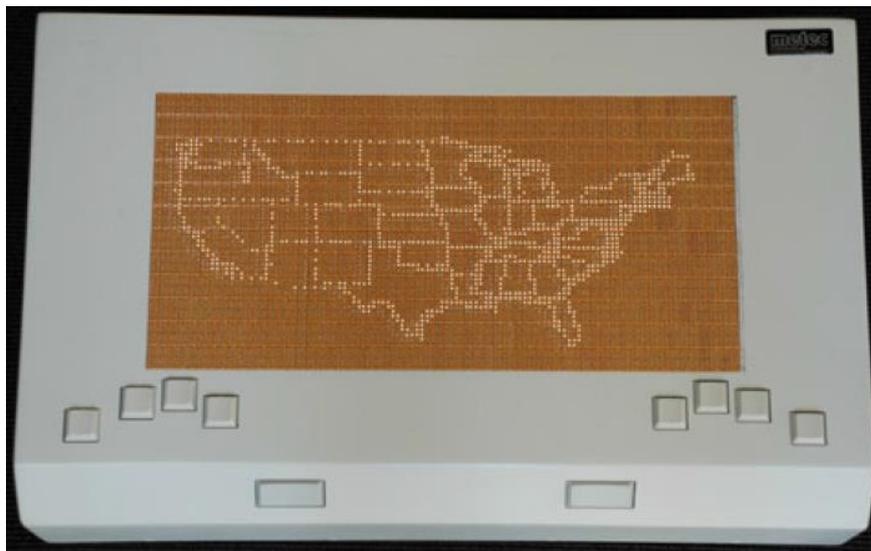


Figura 3.4: Mappe su display Braille [AHBforGIS]

Inoltre, il tutto funziona con tempi di riproduzione e di navigazione molto rapidi. Ovvero, la mappa corrispondente alla ricerca effettuata, viene riprodotta velocemente sul display. Questo avviene anche grazie ad un continuo evolversi della tecnologia e quindi dell'efficienza dei dispositivi con display Braille.

Al di là dei progetti, gli utenti che fanno utilizzo di display Braille comprenderanno l'aspetto della mappa e/o del punto di interesse, attraverso la figura formata dal sollevarsi dei pin (figura 3.5).

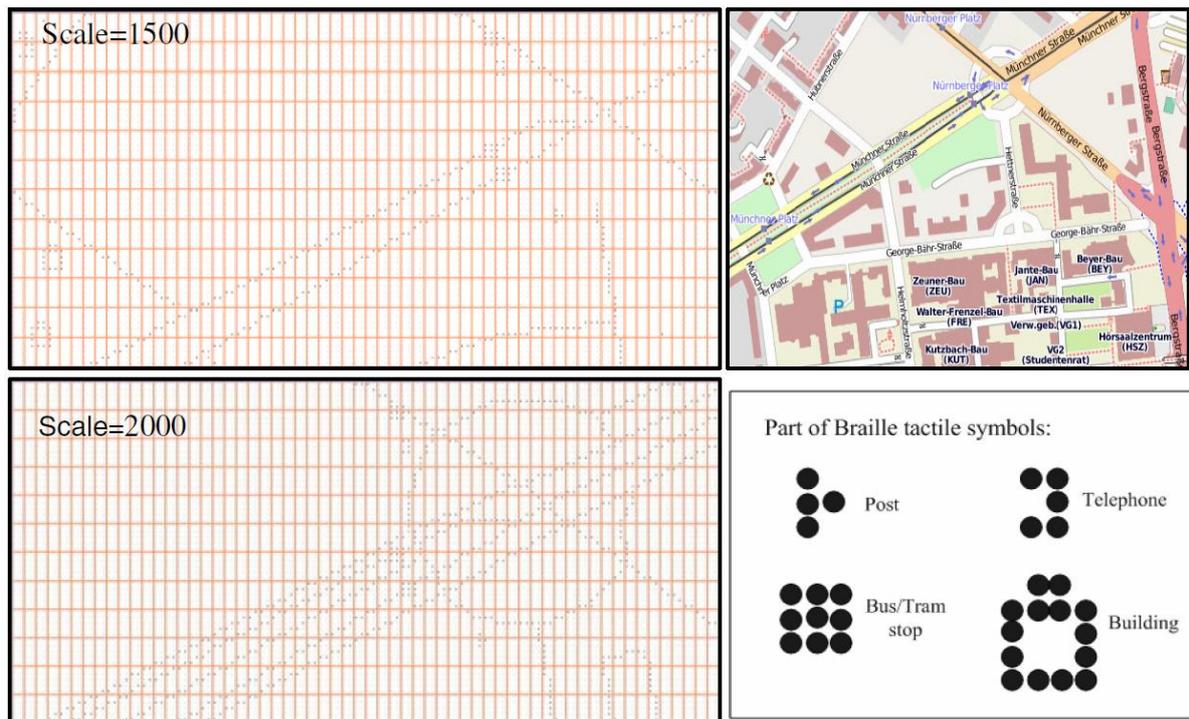


Figura 3.5: Mappe su display Braille [AHBforGIS]

3.3 Mappe per utenti con disabilità uditive – Progetto “RPIS”

Il progetto “Route Planner Interpretation Service” (RPIS), ha lo scopo di rendere le mappe digitali accessibili a persone con disabilità uditive [RPIS].

Nel mondo, ci sono circa 70 milioni di persone con deficit uditivi (secondo i dati della Federazione Mondiale dei Sordi [FMS]). La maggior parte di essi, preferisce comunicare con il linguaggio dei segni, piuttosto che con la propria voce dato che hanno molte difficoltà legate al processo di apprendimento del linguaggio parlato. Di conseguenza, tutti i servizi basati su informazioni testuali hanno una accessibilità limitata, dato che il

linguaggio dei segni differisce notevolmente dalla lingua parlata. E' quindi necessario utilizzare un linguaggio estremamente semplificato per tutti i contenuti testuali. L'idea è stata, quindi, quella di creare un servizio di interpretazione dei percorsi per utenti con questo tipo di disabilità. Questo progetto si basa sui servizi offerti da Google Maps che consentono di trovare una precisa pianificazione di itinerari per viaggiare a piedi, in auto, in bicicletta o con i mezzi pubblici.

Google Maps è basata sul Keyhole Markup Language (KML), ovvero un linguaggio (basato su XML) creato per gestire dati geospaziali in tre dimensioni sia in Google Earth che in Google Maps, e fornisce, quindi, informazioni testuali per descrivere percorsi, strade, luoghi, nomi, eccetera, come però osservare in figura 3.6 [KML].

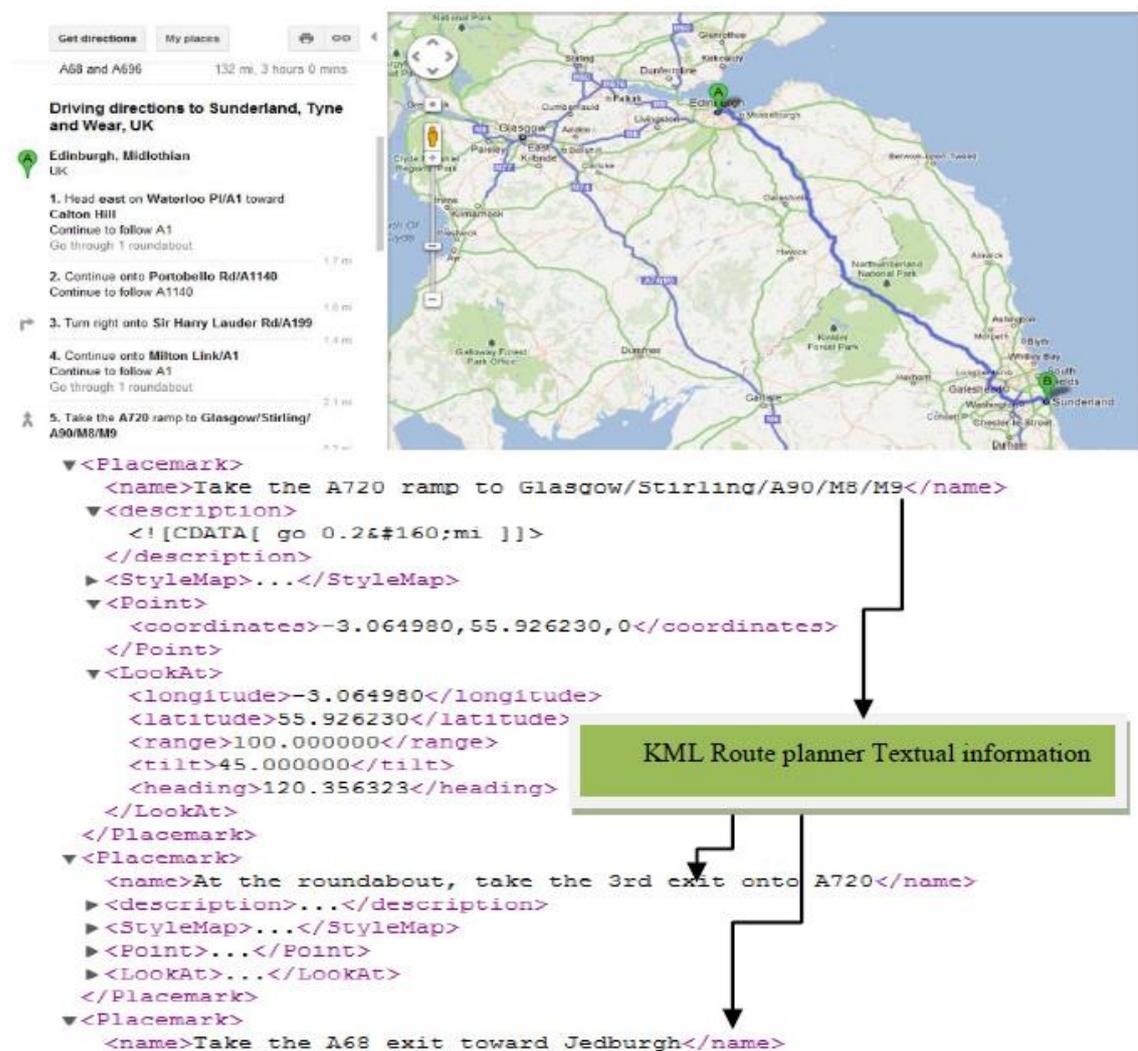


Figura 3.6: Parte del KML del percorso che va da Edinburgh a Sunderland [RPIS]

Tuttavia, i servizi offerti da Google Maps, forniscono queste informazioni in formato testuale, per essere utilizzate dagli sviluppatori per posizionare marcatori, per disegnare un percorso sulla mappa, e per avere la “route planner” (il tragitto o percorso che va da

un punto specifico a un altro), in formato audio. Di conseguenza, le persone che soffrono di disabilità uditive non possono utilizzare questo tipo di servizi.

3.3.1 Mappe e linguaggio dei segni

La soluzione proposta e descritta successivamente, permette agli utenti con dispositivi Android, di avere una route planner basata sull'interpretazione del linguaggio dei segni. In particolare, sarà descritto un nuovo metodo che permette una interpretazione automatica del percorso, mediante le informazioni "route planner KML" di Google Maps, utilizzando il linguaggio dei segni.

Anche per quanto riguarda l'interpretazione del testo nel linguaggio dei segni, esistono già diverse soluzioni. La maggior parte di esse si basano su due tecniche principali: le animazioni pre-generate e animazioni generate in tempo reale.

La prima di queste due tecniche si basa su animazioni pre-registrate utilizzando tecnologie avatar o video-interpretazioni.

Ad esempio, Mathsigner [MatSign] o DIVA framework [DIVA], si basano su animazioni pre-registrate utilizzando la tecnologia virtual agent (un avatar virtuale animato). Questo approccio diminuisce l'interattività dell'utente, la possibilità di creare nuovi segni e costringendo l'utente a imparare e utilizzare solo i segni proposti dal servizio utilizzato. Inoltre, ci sono alcune applicazioni mobili che utilizzano il supporto video per linguaggio dei segni americano (ASL). In particolare, alcune applicazioni per Android OS presentano un linguaggio dei segni mediante idiomi, includendo 70 idiomi/frasi ed esempi di frasi in ASL, per insegnare il linguaggio dei segni.

La tecnica basata sulle animazioni generate in tempo reale invece, è stata utilizzata in alcune applicazioni come eSIGN e signSMITH [eSIGN] [signSMITH].

eSIGN è basata su pochi gesti/segni sintetici che funzionano mediante l'invio di comandi di movimento sottoforma di codice scritto per animare l'avatar [eSIGN].

SignSMITH fornisce un costruttore di gesti, per creare nuovi segni con movimenti elementari [signSMITH].

In generale, questi progetti non sono dedicati ad interpretare testo scritto automaticamente. In altre parole, non vi sono servizi mobili che forniscono una interpretazione del testo (come un route planner) nel linguaggio dei segni automaticamente.

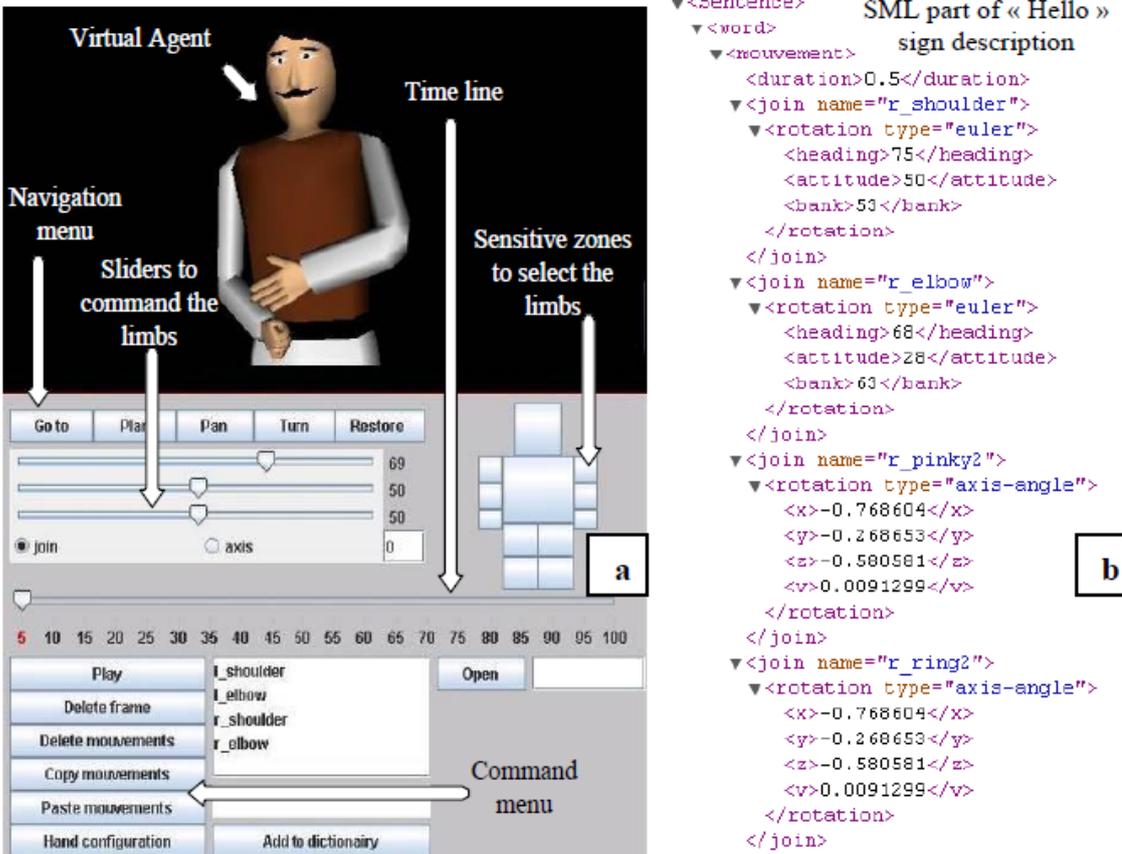
3.3.2 Il linguaggio (virtuale) dei segni

Il Route Planner Interpretation Service si basa sul progetto WebSign [WebSign], un'applicazione Web che si basa sulla tecnologia virtual agent in grado di interpretare automaticamente il testo scritto, nella lingua dei segni (figura 3.7). Tuttavia, questo approccio utilizza un dizionario di parole e segni memorizzati in formato Sign Modeling Language (SML).

SML è un linguaggio di markup, xml-based, che è stato creato per descrivere una sequenza di gesti e per aggiungere nuovi segni e/o gesti da salvare nel dizionario [SML]. Il dizionario può quindi essere ampliato dagli utenti stessi, a proprio piacimento.

E' stato, quindi, scelto un approccio collaborativo fra sviluppatori e la community stessa di utilizzatori, per arricchire il dizionario dei segni.

Questa scelta ha, tuttavia, portato a delle ulteriori incomprensioni. Infatti, alcuni utenti aggiungono e usano segni che non sono condivisi, compresi e utilizzati da altri. Per mediare a questo problema, sono state introdotte le "community", ovvero un gruppo di utenti che utilizzano tutti quanti lo stesso tipo di segni.



The figure displays the Virtual Agent interface and its corresponding SML code. The interface includes a 3D character, a navigation menu, sliders for limb control, a timeline, and a command menu. The SML code on the right describes the 'Hello' sign, including joint names like 'r_shoulder', 'r_elbow', 'r_pinky2', and 'r_ring2' with their respective rotation parameters.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<Sentence>
  <word>
    <movement>
      <duration>0.5</duration>
      <join name="r_shoulder">
        <rotation type="euler">
          <heading>75</heading>
          <attitude>50</attitude>
          <bank>53</bank>
        </rotation>
      </join>
      <join name="r_elbow">
        <rotation type="euler">
          <heading>68</heading>
          <attitude>28</attitude>
          <bank>63</bank>
        </rotation>
      </join>
      <join name="r_pinky2">
        <rotation type="axis-angle">
          <x>-0.768604</x>
          <y>-0.268653</y>
          <z>-0.580581</z>
          <v>0.0091299</v>
        </rotation>
      </join>
      <join name="r_ring2">
        <rotation type="axis-angle">
          <x>-0.768604</x>
          <y>-0.268653</y>
          <z>-0.580581</z>
          <v>0.0091299</v>
        </rotation>
      </join>
    </movement>
  </word>
</Sentence>

```

Figura 3.7: Agente Virtuale e codice SML [RPIS]

3.3.3 L'applicazione mobile per Android

Il Route Planner Interpretation Service è stato pensato, principalmente, per dispositivi mobili e, in particolare, per il sistema operativo Android.

Di fatto, è stata realizzata un'app Android in grado di interpretare nel linguaggio dei segni e in tempo reale, una route planner. Il servizio consente la localizzazione mediante l'uso del GPS.

In particolare, come si può vedere in figura 3.8, l'app consente all'utente di inserire una destinazione utilizzando l'interfaccia SignWriting e il sistema sarà in grado di generare la route planner e di interpretarla col linguaggio dei segni attraverso un agente virtuale sottotitolato con SignWriting [SignWriting].

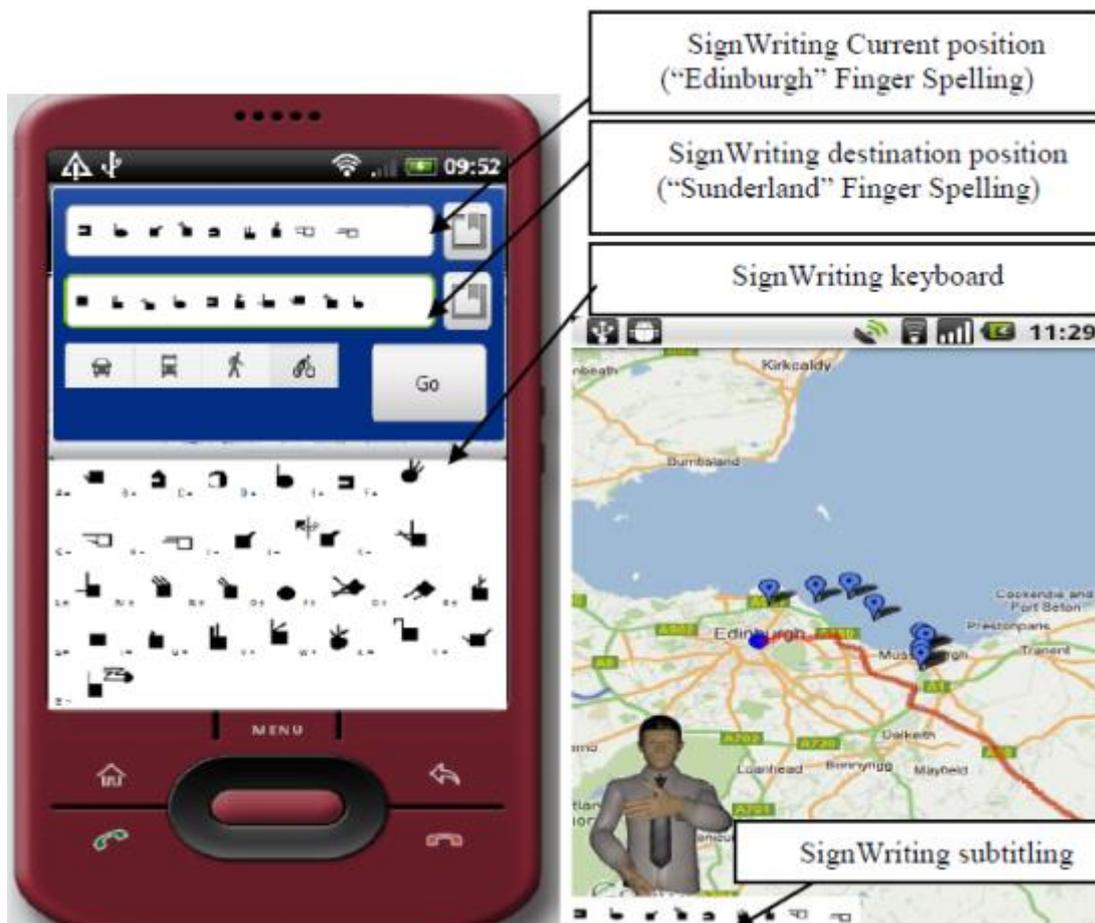


Figura 3.8: App mobile Android del RPIS [RPIS]

L'applicazione interpreta le informazioni sulla route planner ricevuta dal servizio Web di interpretazione, utilizzando il protocollo HTTP.

Viene anche utilizzata la tecnologia di Google Maps per disegnare il percorso dalla posizione attuale alla posizione di destinazione. L'interpretazione delle informazioni

attraverso la lingua dei segni varia continuamente in base alla posizione corrente dell'utente.

L'agente virtuale consente una interpretazione progressiva (con l'avanzare dello spostamento dell'utente e quindi le cambio continuo di posizione) e in tempo reale. Inoltre, l'app sceglie automaticamente la comunità di appartenenza in base alla lingua del dispositivo e ad altri parametri.

3.3.4 Il servizio Web del sistema di interpretazione

Per il servizio Web del sistema di interpretazione è stato utilizzato un approccio basato sulla tecnologia del cloud computing e sull'applicazione client Android, oltre che dal servizio offerto da Google Maps come già chiarito precedentemente.

Per cloud computing ci si riferisce all'insieme di tecnologie che permettono, tipicamente sotto forma di un servizio offerto da un provider al cliente, di memorizzare/archiviare e/o elaborare dati (tramite CPU o software) grazie all'utilizzo di risorse hardware/software distribuite e virtualizzate in Rete in un'architettura tipica client-server [cloud computing]. Questo approccio ha lo scopo di minimizzare i costi computazionali delle risorse.

Infatti, gli utenti, o i clienti, inviano (in modo trasparente) al servizio in questione, sia la posizione che il tipo di elaborazione da compiere in background. Precisamente, le risorse computazionali da minimizzare sono dedicate alla conversione nel linguaggio dei segni. Tuttavia, il servizio dipende principalmente dal rendering 3D che è un calcolo affidato alla CPU.

Questo approccio dà la possibilità di utilizzare dispositivi mobili come client e di sfruttare la potenza di calcolo offerta dal servizio di cloud computing.

L'idea descritta nei paragrafi precedenti, di basarsi sulle informazioni estratte dal file KML sei servizi Web di Google Maps, viene realizzata attraverso la seguente serie di passaggi:

- il client Android rileva automaticamente l'attuale posizione dell'utente tramite GPS;
- l'utente introduce l'indirizzo di destinazione in formato SignWriting che viene poi convertito in una informazione testuale e inviato al servizio Web del sistema di interpretazione;
- il servizio Web invia una richiesta al servizio Web Google Maps per avere il file KML corrispondente alla richiesta effettuata dall'utente;

- la risposta ricevuta verrà analizzata e verrà generata come un'animazione in formato GIF, sottotitolata con SignWriting. Il processo di generazione è basato sulla conversione dell'animazione SML in formato GIF di rendering 3D;
- l'animazione ottenuta verrà inviata al client come un file GIF che integra il linguaggio dei segni e interpretato dall'agente virtuale, sottotitolato con SignWriting (come nella precedente figura 3.5).

3.3.5 Futuri sviluppi del progetto

L'applicativo al momento è difficile da utilizzare per persone che non conoscono molto bene l'inglese. Tuttavia, come già detto, i servizi offerti da questo progetto consentono di introdurre nuovi segni al dizionario, attraverso l'interfaccia WebSign e attraverso l'interfaccia SignWriting. Inoltre, attraverso dei test sono stati introdotti una serie di nuovi segni nel dizionario, utilizzati in alcuni luoghi della Tunisia.

Gli sviluppatori però, dichiarano di essersi accorti della necessità di aggiungere molti altri segni e alcune nuove funzionalità. In particolare vogliono migliorare la qualità del rendering 3D e ottimizzare le interazioni HTTP tra l'app mobile e il servizio Web, per ridurre l'uso della larghezza di banda. Il lavoro futuro, si concentrerà sul miglioramento della qualità dell'agente virtuale per le espressioni del viso e del corpo e verranno sviluppate altre versioni client su altri sistemi operativi mobili come iOS e Black Berry OS.

3.4 Le mappe sull'accessibilità urbana – Progetto “Wheelmap”

L'accessibilità di una mappa, è uno strumento fondamentale ed estremamente utile al problema della mobilità e quindi della navigazione, soprattutto nel paesaggio urbano e in particolare quando lo si visita per la prima volta. Oltre a queste comuni difficoltà, gli utenti con disabilità motorie potrebbero incontrarne dell'altre, dovute alle barriere architettoniche e ad altri ostacoli che impediscono, ad esempio, la fruibilità di una persona in carrozzina.

Con la diffusione dell'uso degli smartphone, parlari, tablet e quindi del posizionamento GPS (ma anche Wifi, LTE, 3G, eccetera), vi è un numero sempre più crescente di strumenti e servizi geospaziali, anche gratuiti. Di conseguenza, sono stati raccolti anche dati riguardanti le barriere e gli ostacoli che potrebbero incontrare persone con disabilità motorie, che vengono sfruttati a propositi in diversi modi.

Esistono diversi progetti che si sono occupati di rendere accessibile una mappa ad utenti con disabilità motorie e ognuno propone approcci diversi.

Ad esempio, AXS MAP sfrutta la mappa di Google Maps, ma fornisce numerose informazioni sui luoghi che non sono accessibili a persone in carrozzina (figura 3.9), fornendo anche un blog e un canale youtube, per l'interazione social con gli utenti [AXSMAP].

Anche il progetto "Wheelchair Access on Google Maps", utilizza la mappa di Google per fornire informazioni sull'accessibilità, mediante specifiche icone [WAoGM].

Un altro progetto di esempio è "OurWay", un progetto concentrato più che altro, sulla condivisione di informazioni di accessibilità fra gli utenti stessi [OurWay].

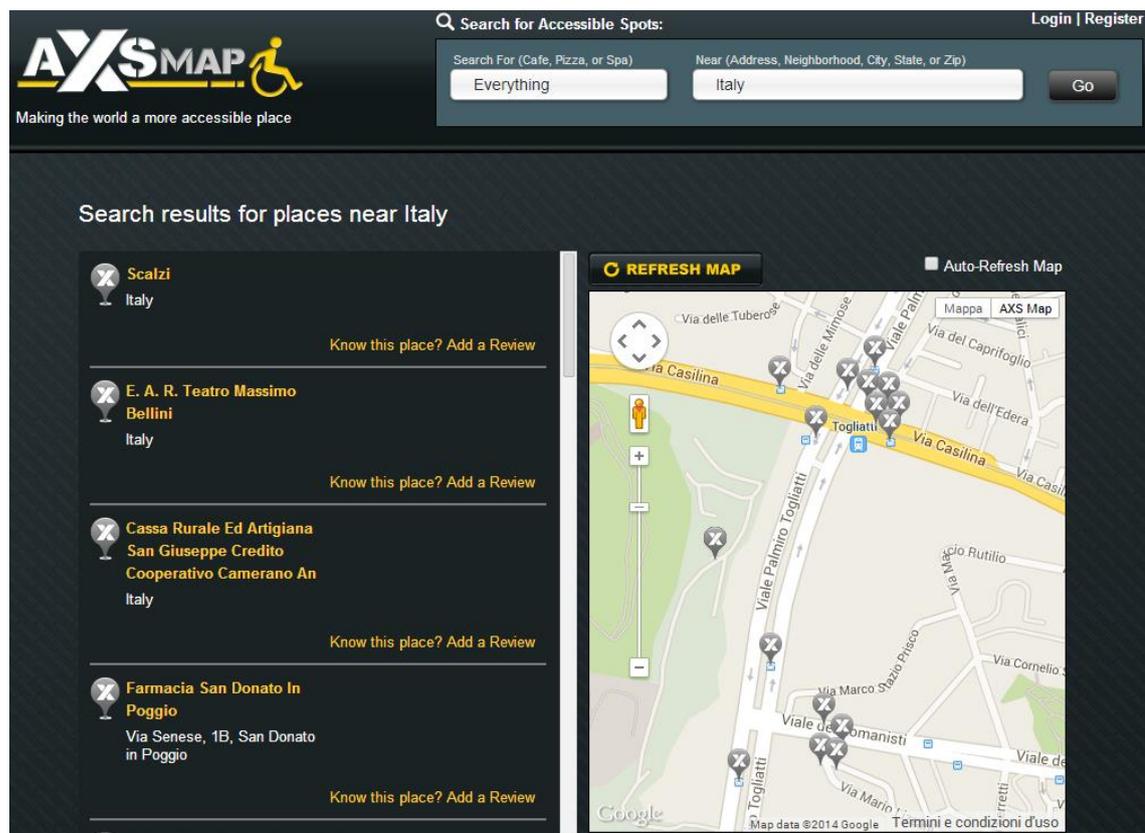


Figura 3.9: AXSMAP

In generale, vengono, quindi, utilizzati dei simboli e/o delle icone per capire, ad esempio, il livello di accessibilità di un edificio, una struttura, un marciapiede, eccetera, come ad esempio quelli raffigurati nella figura 3.10:



Figura 3.10: Icone per accessibilità in carrozzina

L’aspetto sicuramente più importante e decisivo di questi progetti, è l’aspetto social e interattivo, ovvero la possibilità degli utenti stessi, di annotare e comunicare l’accessibilità dei loro dintorni.

Un progetto completo e molto utilizzato è “Wheelmap”, che propone le proprie icone ed un proprio modo di far interagire gli utenti con disabilità motorie, con una propria mappa [WheelMap].

Citando la homepage del sito di Wheelmap: “Wheelmap.org è una mappa online per cercare, trovare e contrassegnare luoghi accessibili ai disabili” e invita a fare uso della mappa e “della marcatura dei luoghi pubblici come bar, ristoranti, cinema o supermercati”, dove per “marcatura”, ci si riferisce alle annotazioni presenti sulla mappa che indicano se un determinato punto di interesse sia accessibile o meno, ad utenti con disabilità motorie. Inoltre è possibile notare la disponibilità dell’applicazione su iOS e android e quindi su dispositivi mobili come smartphone e tablet.

WheelMap usa quattro semplici icone-semaforo, come mostrato in figura 3.11.

-  = accessibile alle carrozzelle
- Ingresso: accessibile senza gradini
 - Camere: tutte le camere sono accessibili senza gradini (per esempio tutte le sale cinematografiche)
 - Servizi igienici, se ci sono: è disponibile una toilette accessibile ai disabili (più larga di un normale WC)
-  = Accesso limitato
- Ingresso: un gradino al massimo, non superiore a 7 cm (2,75 pollici)
 - Camere: le camere più importanti sono accessibili senza gradini (ad es selezionato sale cinematografiche)
 - Servizi igienici: non importa
-  = Non accessibile alle carrozzelle
- Ingresso: superiore a 7 cm (2,75 pollici)
 - Camere: le camere più importanti non sono accessibili senza gradini
-  = Sconosciuto
- Lo stato è ancora sconosciuto e deve essere assegnato

Figura 3.11: WheelMap – Icone

Una volta letta la legenda delle icon di WheelMap, è possibile utilizzare la sua mappa, che si presenta come in figura 3.12. WheelMap è un'iniziativa di Sozialhelden eV, un'associazione non-profit tedesca [Soz].

Attualmente sono state realizzate le seguenti feature:

- più di 400.000 immissioni di dati crowdsourcing dal 2010;
- circa 35.000 utenti al mese;
- è disponibile in 21 lingue;
- ha la più ampia raccolta di dati sulla accessibilità ai disabili, dei luoghi pubblici;
- ha un'ampia copertura mediatica, incoraggiando discussioni pubbliche sul tema;
- numerosi premi nazionali e internazionali vinti (ad esempio dal cancelliere tedesco Angela Merkel, dal vicepresidente della Commissione europea Neelie Kroes, e dalle Nazioni Unite).

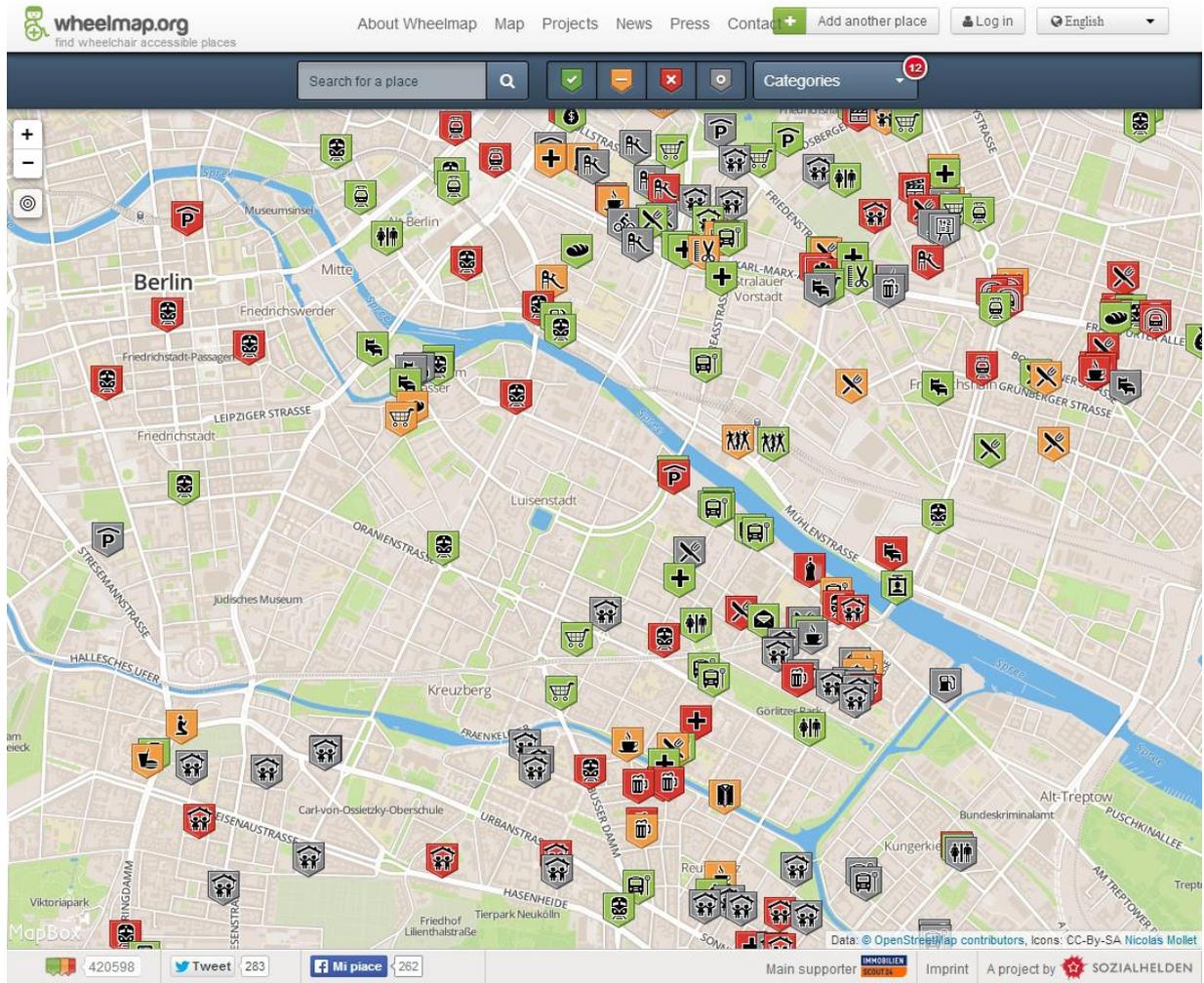


Figura 3.12: WheelMap – Mappa

Conclusioni

Sicuramente vi è un'ampia scelta di utilizzo di mappe digitali, ognuna con numerose e utili funzionalità. Ognuna di esse ha però una diversa difficoltà di utilizzo, che rende l'applicazione più o meno accessibile. In modo particolare ad utenti con disabilità, come quelle visive e uditive, risulta ancora più difficile l'utilizzo di una guida virtuale per la navigazione, a meno che non sia stata curata nel minimo dettaglio e appositamente per questo target group.

Gli studi, le normative e le leggi analizzate nel secondo capitolo, insieme a tutte le importanti funzionalità presentate dalle mappe digitali attualmente più utilizzate e conosciute, descritte nel primo capitolo, non sono talvolta sufficienti al fine di un utilizzo estremamente facilitato da parte di una persona con disabilità. Occorre infatti tenere conto di ulteriori dettagli da curare mediante anche l'utilizzo di tecnologie (sviluppate e attualmente in fase di sviluppo), oltre a quelle presentate nel secondo capitolo.

In sostanza, rendere accessibile una applicazione che fornisce un servizio di mappe e navigazione, significa tener conto di tante problematiche che si presentano anche a seconda della disabilità, e sapere come doverle affrontare e risolvere. I progetti "AccessibleMap", "Route Planner Interpretation Service" e "WheelMap", sono stati realizzati dopo una lunga serie di analisi approfondite, che hanno anche fatto uso di richieste dirette agli utenti, e che vanno ben oltre gli studi più conosciuti, le normative, le leggi e gli standard come il W3C che si occupa proprio di accessibilità dei servizi Web. Concludendo, rendere accessibile la propria applicazione, è sicuramente un grosso impegno che un progettista informatico può assumere. Ma rendere facile l'utilizzo della propria app anche ad utenti con le disabilità citate precedentemente, significherebbe averla veramente resa disponibile a tutti.

Bibliografia

[StreetView] Google Street View, <http://maps.google.com/intl/en-CA/maps/about/behind-the-scenes/streetview/> , 2014

[GoogleMaps] Google Maps, <https://maps.google.it/> , 2014

[GoogleEarth] Google Earth, <https://maps.google.it/> , 2014

[BingMaps] Bing Maps, <http://www.bing.com/maps/> , 2014

[OSM] OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org> , 2014

[TomTom] TomTom, <http://corporate.tomtom.com/index.cfm> , 2014

[Waze] Google play, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze> , 2014

[GIS] ac-cad.it, <http://www.ac-cad.it/gis/gissuinternet/ingis1.html> ,
<http://www.ac-cad.it/gis/gissuinternet/ingis2a.html> , 2014

[GIS] Mondo AutoCAD - Breve Corso sul GIS (Carlo Michele Cortellessa), 2014

[ACM3D] AutoCAD MAP 3D, <http://www.autodesk.it/products/autodesk-autocad-map-3d/overview> , 2014

[Maptitude] Maptitude, <http://www.caliper.com/maptovu.htm> , 2014

[MapINFO] MapINFO, <http://www.mapinfo.com/> , 2014

[GrassGiss] GRASS GISS, <http://grass.osgeo.org/> , 2014

[ArcGis] Arc Gis, <https://www.arcgis.com/features/> , 2014

[formato vettoriale] Mondo AutoCAD - Breve Corso sul GIS (Carlo Michele Cortellessa),
2014

[formato raster] Mondo AutoCAD - Breve Corso sul GIS (Carlo Michele Cortellessa),
2014

[Vett] Formati vettoriali e raster (Andrea Mannino),
<http://www.diegotundo.name/blog/formati-vettoriali-e-raster> , 2011

[Rast] AC CAD, <http://www.ac-cad.it/gis/gissuinternet/ingis2.html#RASTER> , 2014

[accessibilità] Angela Molteni, Guida teorica all'accessibilità dei siti Web, Html.it, 2003

[WAD] Web Accessibility for People with Disabilities (Mike Paciello), 2000

[CMS] Michele Diodati, Accessibilità, guida completa, Apogeo, 2007

[LS] Sito istituzionale italiano sull'accessibilità,
<http://www.pubbliaccesso.gov.it/normative/index.htm> , 2014

[W3C] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/> , 2014

[ATAG] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/WAI/intro/atag.php> , 2013

[WCAG] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/WCAG20/> , 2012

[WAI] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/WAI/> , 2013

[WAI-ARIA] World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/WAI/intro/aria>, 2013

[AccessibleMaps] World Wide Web Consortium,
http://www.w3.org/WAI/RD/wiki/Accessible_Maps#Discussion_of_Topics_and_Target_Groups , 2014

[AccMap] AccessibleMap - Web-Based City Maps for Blind and Visually Impaired (Klaus Höckner, Daniele Marano, Julia Neuschmid, Manfred Schrenk e Wolfgang Wasserburger), 2012

[CC] Creative Commons, <http://creativecommons.org/> , 2014

[SLD] e-education.psu.edu, https://www.e-education.psu.edu/geog585/15_p4.html , 2014

[WMS] OGC, <http://www.opengeospatial.org/> , 2014

OSGeo-Live, http://live.osgeo.org/it/standards/wms_overview.html , 2014

[WC] “Ergebnisse der Literaturrecherche zu Nutzeranforderungen von (Teil-) Zielgruppen AccessibleMap” (Hennig, S. e Zobl, F), 2011

[MC] “Ergebnisse der Literaturrecherche zu Nutzeranforderungen von (Teil-) Zielgruppen AccessibleMap” (Hennig, S. e Zobl, F), 2011

[SNC] “Ergebnisse der Literaturrecherche zu Nutzeranforderungen von (Teil-) Zielgruppen AccessibleMap” (Hennig, S. e Zobl, F), 2011

[CYC] “Ergebnisse der Literaturrecherche zu Nutzeranforderungen von (Teil-) Zielgruppen AccessibleMap” (Hennig, S. e Zobl, F), 2011

[POPTIS] POPTIS: System of the Vienna Transportation System (Wiener Linien), <http://www.wL-barrierefrei.at/index.php?id=8034> , 2012

[W4A] WAYS4ALL, <http://www.ways4all.at/index.php?lang=de> , 2012

[HyperBraille] HyperBraille, <http://www.hyperbraille.de/project/?lang=de> , 2007

[PhdIM] Irit.fr, http://www.irit.fr/~Anke.Brock/Anke_Brock_-_IRIT/Project_Page.html,
2014

[AHBforGIS] Audio-Haptic Browser for a Geographical Information System (Limin Zeng e Gerhard Weber - Human Computer Interaction Research Group - Technical University of Dresden, Germany), 2010.

[RPIS] A Route Planner Interpretation Service for Hard of Hearing People (Mehrez Boulares e Mohamed Jemni), 2012

[FMS] Federazione Mondiale dei Sordi, <http://www.wfdeaf.org/> , 2014

[KML] Keyhole Markup Language,
<https://developers.google.com/kml/documentation/mapsSupport> , 2014

[WebSign] A Route Planner Interpretation Service for Hard of Hearing People (Mehrez Boulares e Mohamed Jemni), 2012

[SignWriting] SignWriting, <http://www.signwriting.org> , 2014

[cloud computing] Wikipedia, http://it.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing , 2014

[eSIGN] sign-lang.uni-hamburg.de, <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/esign/> , 2014

[signSMITH] SignSmith, <http://www.vcom3d.com> , 2014

[AXSMAP] AXSMAP, <http://www.axsmap.com/> , 2014

[WAoGM] CrowdSourcing, <http://www.crowdsourcing.org/blog/wheelchair-access-on-google-maps-/7254> , 2011

[WheelMap] WheelMap, <http://wheelmap.org/en/> , 2014

[OurWay] People Helping Computers Helping People: Navigation for People with Mobility Problems by Sharing Accessibility Annotations (Harald Holone e Gunnar Misund - Østfold University College, Halden, Norway), 2014

[Soz] Sozialhelden eV, <http://www.sozialhelden.de/> , 2014

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare le professoresse Paola Salomoni e Silvia Mirri per avermi concesso di lavorare su questa tesi che ha permesso di ampliare ulteriormente le mie conoscenze e per il supporto fornito durante la scrittura di questo documento di tesi.

Vorrei ringraziare anche i miei genitori, Augustin e Angela, ed anche mia sorella Alina e mio cognato Remus, per il loro sostegno e per il fatto che insieme, hanno fatto tanti sacrifici negli ultimi sette anni e sono riusciti ad offrirmi la possibilità di seguire il mio sogno, di studiare all'estero. Un grosso bacione anche al mio caro nipotino Marc!

Un importantissimo Grazie anche a Gino e Rosa, che nell'ultimo anno e mezzo sono stati come dei genitori per me. Mi hanno accolta con tanto amore nella loro famiglia e mi hanno offerto tutto il loro sostegno e appoggio.

Vorrei ringraziare anche il dottor Andrea Battaglia (il sesto) che tante volte è stato disponibile a darmi una mano e a spiegarmi mille volte le stesse cose, finchè le ho capite (a volte sono proprio una testa dura).

Un ultimo e il più importante ringraziamento, va alla persona più importante della mia vita. A te, Riccardo! Che nonostante tutti i momenti difficili riscontrati negli ultimi mesi, mi hai offerto tutto il tuo supporto, l'aiuto e la comprensione. Ti ringrazio per la pazienza che hai avuto in tutto questo periodo! Grazie per tutti quei momenti in cui mi sei stato vicino, non mi hai lasciata affogare, anzi mi hai sempre tirata su di morale, mi hai insegnato a fidarmi di più di me stessa e per tutto l'amore con il quale mi circondi tutti i giorni. Senza di te non ce l'avrei mai fatta... Spero di riuscire a ricambiare tutto!

Voglio tanto bene a tutti!