

# IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA GEOGRAFICO PER LA PRESENTAZIONE IN TEMPO REALE DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ A VENEZIA

Cristaldi, M.<sup>1</sup>, Dattilo, F.<sup>2</sup>, Muneretto, P.<sup>2</sup>, Delprato, U.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IES Solutions s.r.l., Via Monte Senario 98, Roma, 00141, Italia, [www.i4es.it](http://www.i4es.it)

<sup>2</sup> Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Venezia, Strada della Motorizzazione Civile, 6 Venezia 30174, Italia, [www.vigilfuoco.it](http://www.vigilfuoco.it)

## SOMMARIO

L'esecuzione di interventi di soccorso a Venezia presenta problematiche evidenti e assolutamente peculiari. Uno specifico aspetto è dato dalla identificazione del percorso ottimale per raggiungere il luogo dell'intervento in funzione della effettiva percorribilità dei rii. Tale condizione varia con continuità in funzione del valore corrente di marea, che può impedire il passaggio di una imbarcazioni al di sotto di un ponte (in caso di alta marea) o può rendere un canale non percorribile per bassa marea. In mancanza di uno strumento specifico, la scelta del percorso è sempre stata affidata alla esperienza del vigile del fuoco. Alla fine del 2007, il Comando Provinciale di Venezia ha avviato la realizzazione di un programma di calcolo e rappresentazione su mappa delle condizioni di navigabilità dei rii in funzione del valore di marea acquisito dal Centro Maree di Venezia. Il programma, un applicativo Web Based, realizzato da IES Solutions srl in ambiente Open Source, si avvale della cartografia di base e dei livelli batimetrici forniti al Comando dalla società Insula Spa, è in grado di mostrare con semplici simboli grafici se al momento attuale un ponte od un rio sono percorribili dalle lance in dotazione al Comando. Rende inoltre possibile verificare le condizioni di navigabilità in un tempo futuro, affidandosi alle previsioni fornite dal Centro Maree del Comune di Venezia: tale possibilità è molto utile per la pianificazione sia dei percorsi di rientro che per interventi differiti. E' inoltre possibile effettuare una ricerca indirizzi in maniera assistita, funzione particolarmente utile a Venezia data la modalità assolutamente unica di numerazione e denominazione toponomastica.

## 1.0 INTERFACCIA UTENTE

L'applicativo, denominato "Ponti", consente attraverso un'interfaccia Web, di ottenere informazioni in tempo reale circa la navigabilità dei Rii. L'interfaccia utente è utilizzabile con qualunque browser web (Internet Explorer, Firefox) su qualunque sistema operativo. Le schermate che seguiranno sono state realizzate un prototipo di "Ponti" che contiene però quasi tutte le funzionalità dell'applicativo finale. Lanciando Ponti dal proprio browser all'utente viene mostrata la schermata riportata in Figura 1.

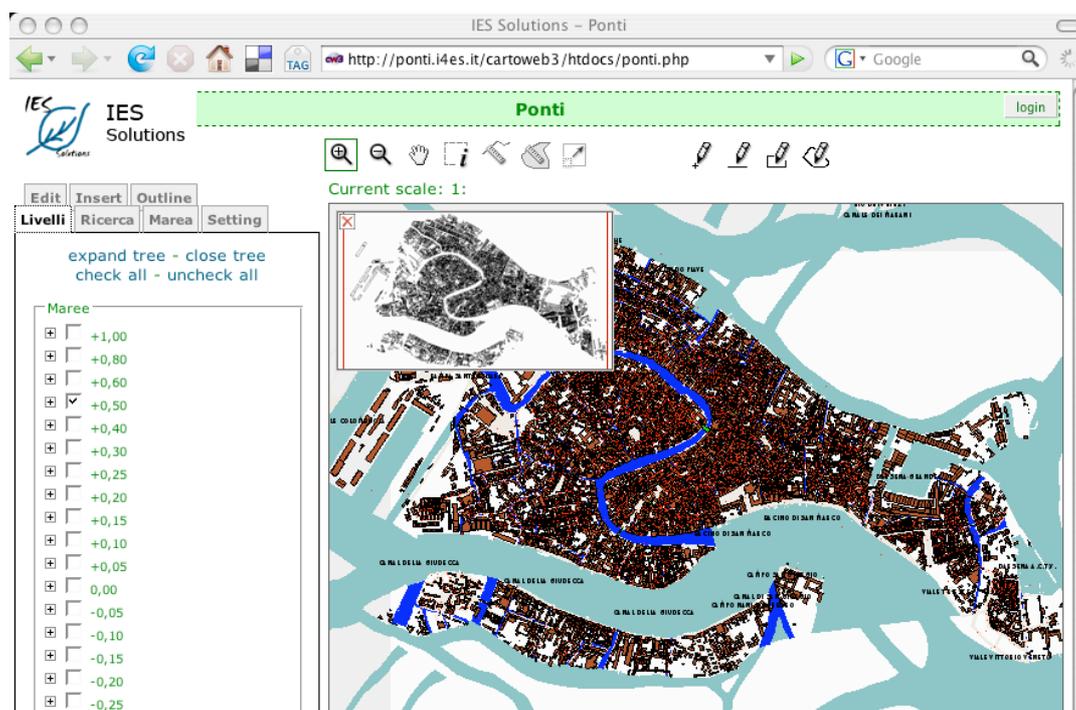


Figura 1. L'interfaccia utente dell'applicativo

In essa sono presenti tre differenti zone.

1. La zona “pulsanti” (Figura 2) consente di effettuare Zoom, Pan, ottenere informazioni sulla mappa e aggiungere alla stessa delle annotazioni.



Figura 2. Zona Pulsanti

2. La zona “mappa” dove è visualizzata la mappa di Venezia e una piccola mappa di overview che può essere chiusa dall’utente.

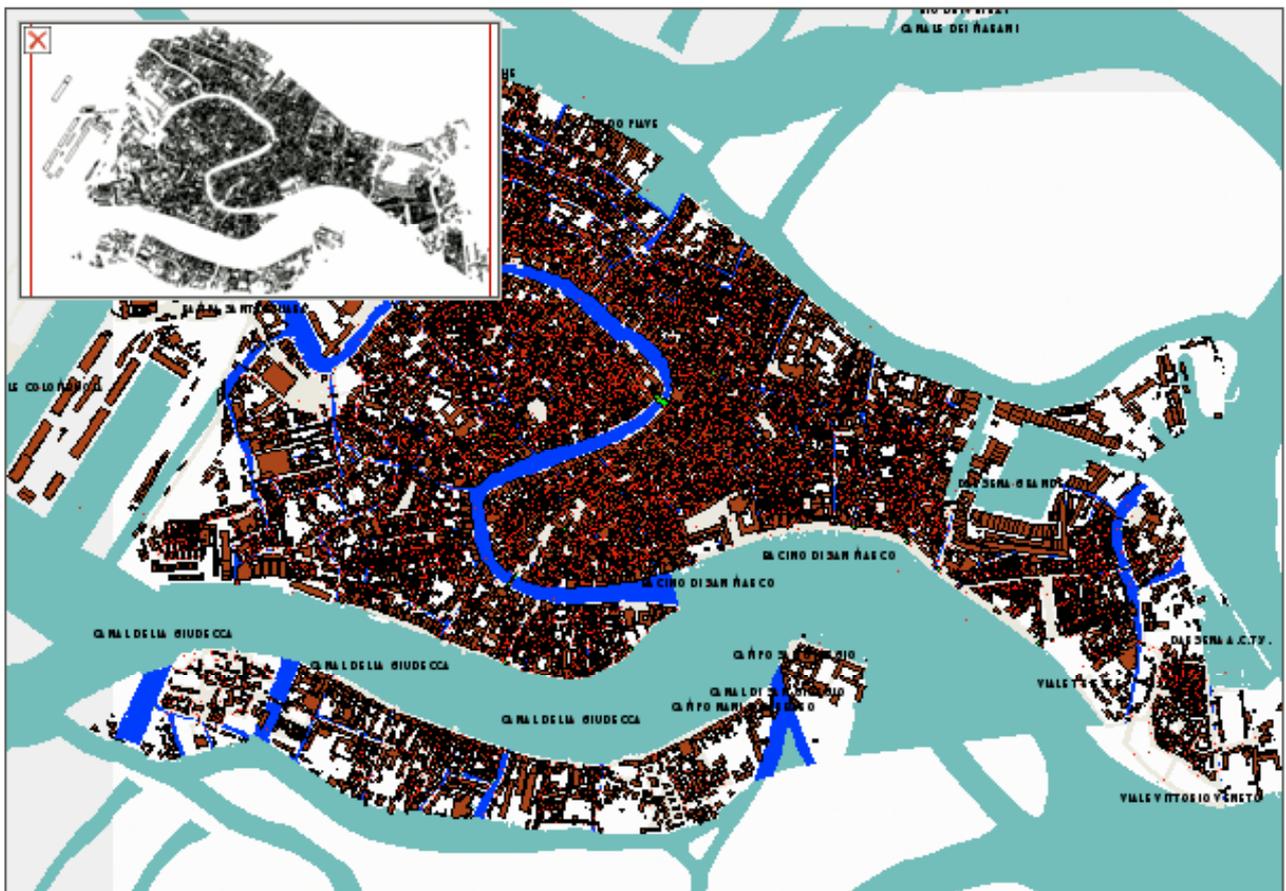


Figura 3. La Zona “Mappa”

La zona “selezione” attraverso la quale l’utente può selezionare le varie funzioni dell’applicativo. Tra di esse sono presenti diverse schede ed esattamente:

- Livelli
- Ricerca
- Marea

- Edit
- Insert
- Outline
- Setting

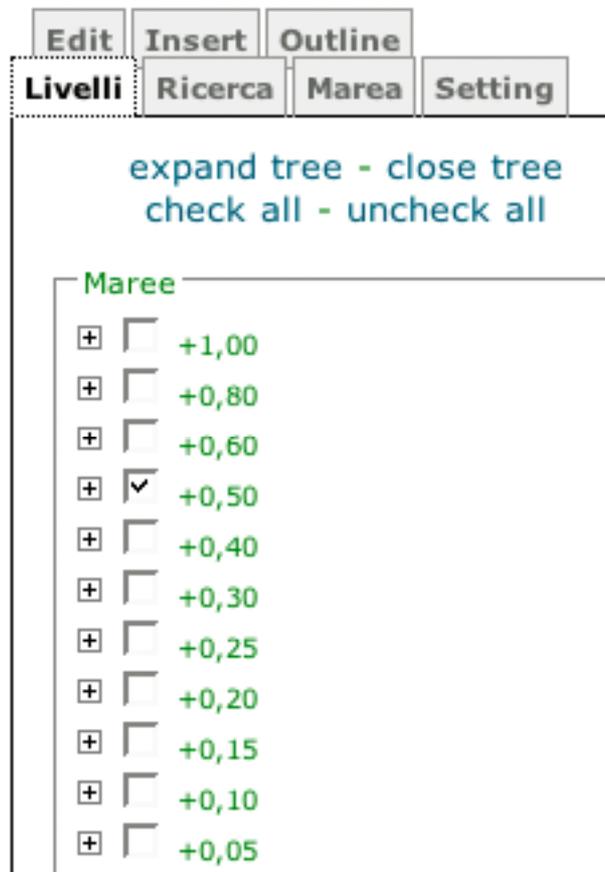


Figura 4. La Zona “Selezione”.

Le tre zone sono naturalmente collegate: Ponti è sviluppato in modo da fornire un output geografico per quasi tutte operazioni richieste. Così, ad esempio, zoommando su una determinata area di Venezia e attivando la scheda “Marea” possiamo avere una schermata come quella riportata in Figura 5.

## 2.0 COME PONTI CALCOLA LE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ

Analizziamo per un attimo la schermata. il Ponte S. Ana è in Rosso perché non navigabile con la lancia modello APL1128 e con la marea di 46 cm, calcolata in automatico da Ponti sulla base dei dati mareali forniti dal Centro Maree del Comune di Venezia.

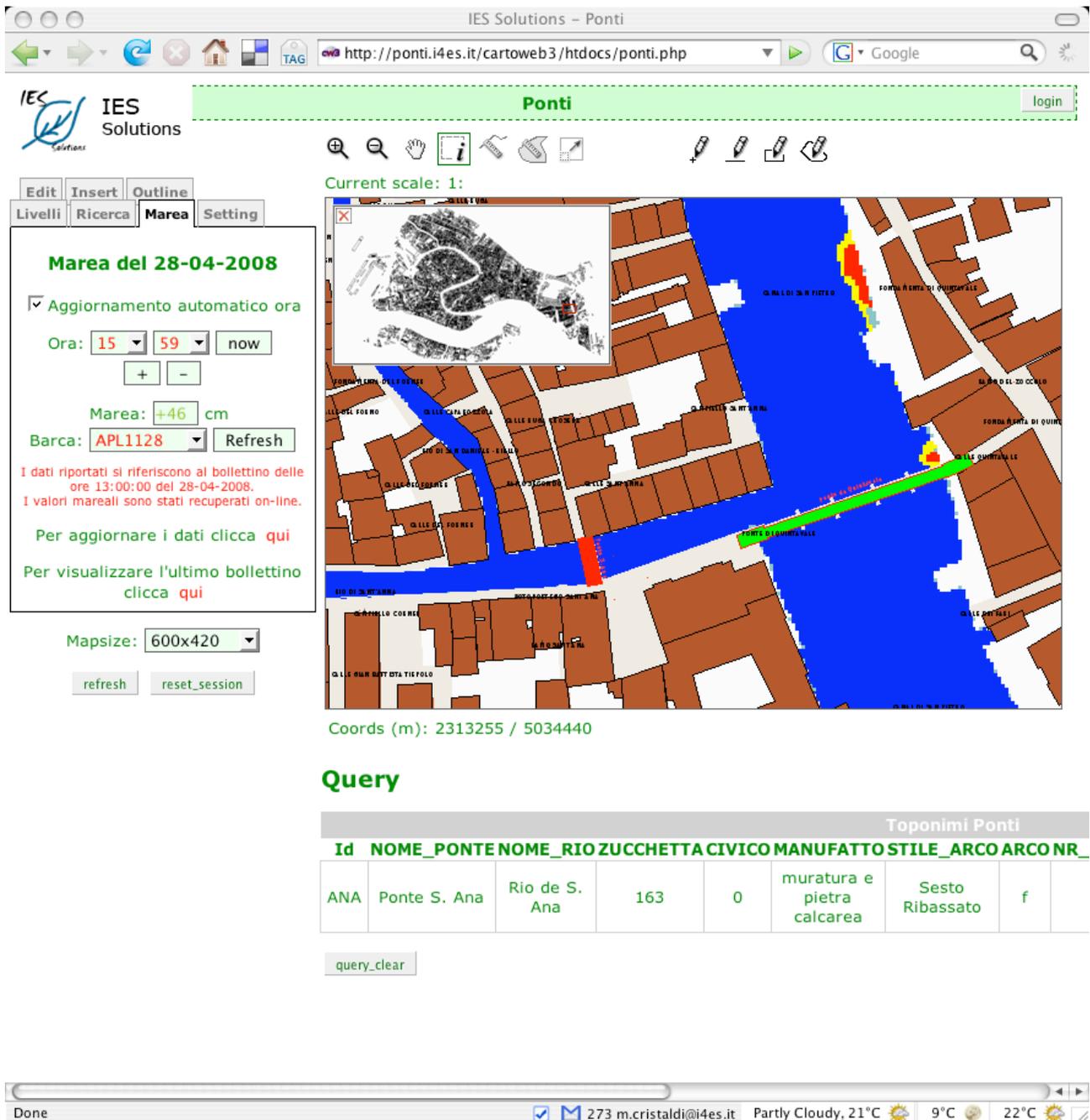


Figura 5. Zoom sulla zona del Rio de S. Ana.

La maggior parte dei ponti censiti a Venezia è ad arco (che può essere a tutto sesto, a sesto ribassato, a sesto acuto e policentrico). Per semplicità, noi ci riferiremo sempre ad archi a sesto ribassato, che comunque definiscono condizioni uguali o restrittive rispetto alle altre tipologie. I ponti a sesto ribassato (vedi Figura 6) sono caratterizzati da:

$f$  = Freccia (o saetta): distanza massima in altezza fra la luce (o corda) e il punto più alto o sommità della linea d'intradosso<sup>1</sup>.

$2c$  = Luce (o corda): distanza fra i paramenti interni dei piedritti misurata all'altezza dei punti d'imposta dell'intradosso.

<sup>1</sup> Intradosso: superficie curva inferiore, per lo più in vista, di un arco o una arcata. E' pure detto sottarco

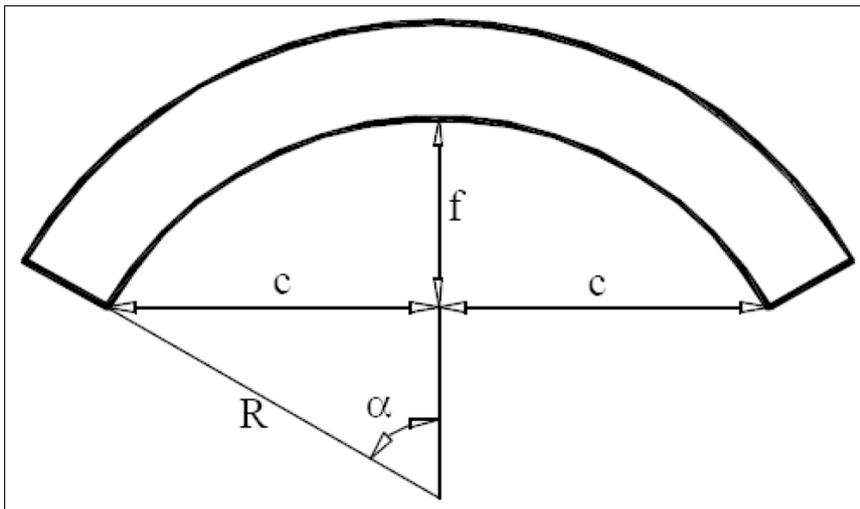


Figura 6. Definizioni ponti

Nel nostro caso, altri parametri che servono per la verifica di navigabilità sono i seguenti:

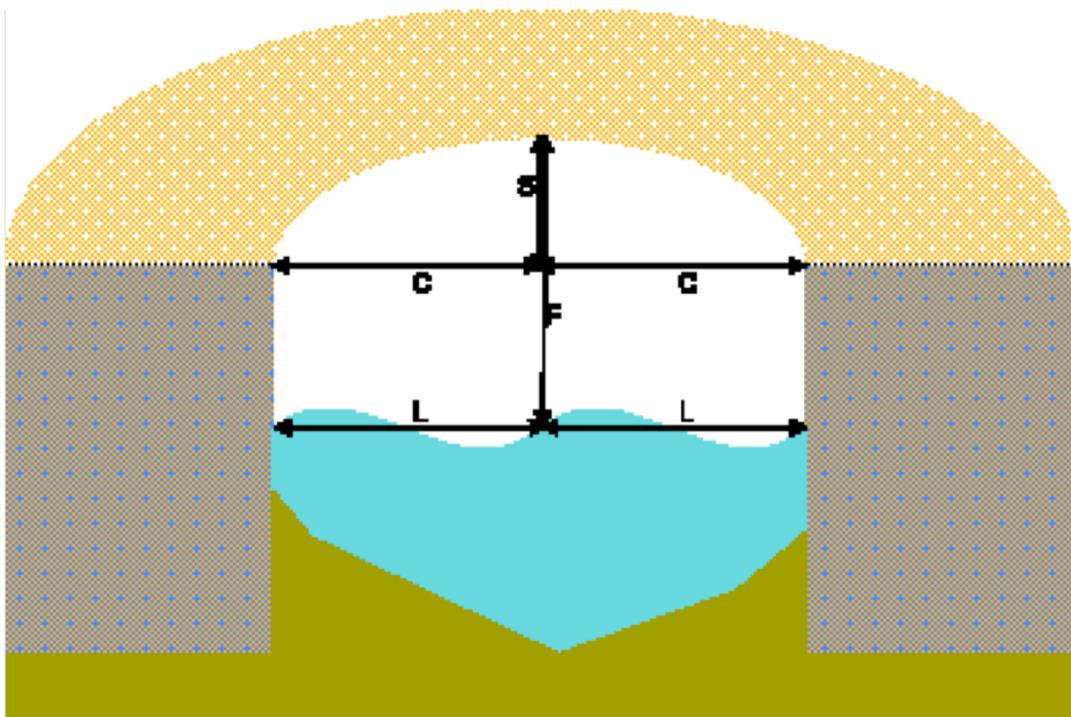


Figura 7. Definizioni parametri di navigabilità

- $2L$  = Larghezza navigabile: distanza fra i paramenti interni dei piedritti misurata all'altezza del livello d'acqua a marea zero.
- $F$  = Franco: distanza massima in altezza fra il livello d'acqua a marea zero e il punto più alto o sommità della linea d'intradosso.

Per convenzione, definiremo poi (mantenendo le stesse definizioni canoniche degli archi ribassati):

- $S$  = Freccia (o saetta)

- $2C = \text{Luce (o corda)}$

Passiamo ora a definire la barca che deve transitare sotto il ponte. Sulla base dei dati forniti dal CNVVF, definiamo le dimensioni di una barca a sezione emersa rettangolare:

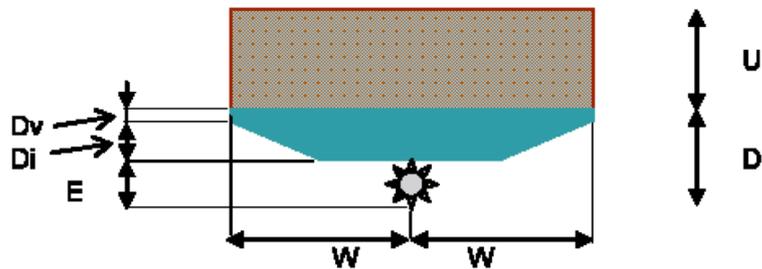


Figura 8. Definizioni della barca

$2W$	larghezza barca
$U$	altezza barca fuori acqua
$D_m$	altezza minima barca sotto acqua (pari a $D_v + D_i + E_m$ )
$D_M$	altezza massima barca sotto acqua (pari a $D_v + D_i + E_M$ )
$D_v$	bordo verticale sott'acqua
$D_i$	profondità scafo inclinato
$E$	profondità elica (varia tra un minimo $E_m$ ed un massimo $E_M$ )
Nelle formule per la navigabilità dei ponti (quindi sopra il pelo dell'acqua), si useranno solamente:	
$2W$	larghezza barca
$U$	altezza barca fuori acqua

Ultimo elemento necessario per i calcoli è:

$M$  = valore di marea rispetto allo zero convenzionale (misurato a Punta della Salute). Può assumere sia valori positivi che negativi.

In aggiunta alla banale verifica che la larghezza navigabile a marea zero, sia maggiore della larghezza della imbarcazione, esistono due condizioni per la navigabilità:

La prima richiede che la luce navigabile  $2C$  sia maggiore della larghezza della barca  $2W$ :

$$C > W \text{ [Cond \#1]}$$

La seconda che il franco  $F$  sia maggiore dell'altezza della barca fuori dell'acqua  $U$ :

$$F > U \text{ [Cond \#2]}$$

E' intuitivo che per i ponti ad arco (a tutto sesto, a sesto ribassato, a sesto acuto e policentrici) la condizione forzante sia la #1, in quanto la sua veridicità implica che anche la #2 sia soddisfatta. Per i ponti piani o "a cavallette" invece la condizione forzante è la #2, in quanto la luce del ponte non cambia in funzione della marea.

Sono anche stati introdotti due parametri di tolleranza, per tenere conto delle incertezze e dei fattori generici di sicurezza nei calcoli:

- Margine di sicurezza (fattore additivo alle dimensioni), indicato con il prefisso [d]
- Fattore di tolleranza (fattore moltiplicativo delle dimensioni), indicato con il prefisso [%]

La generica dimensione  $X$ , può essere pertanto calcolata tenendo conto dei fattori suddetti per ricavare il valore da usare per la navigabilità in sicurezza (estensione [ok], che non richiede alcuna segnalazione) e per la navigabilità con attenzione (estensione [att], che richiede la segnalazione giallo)

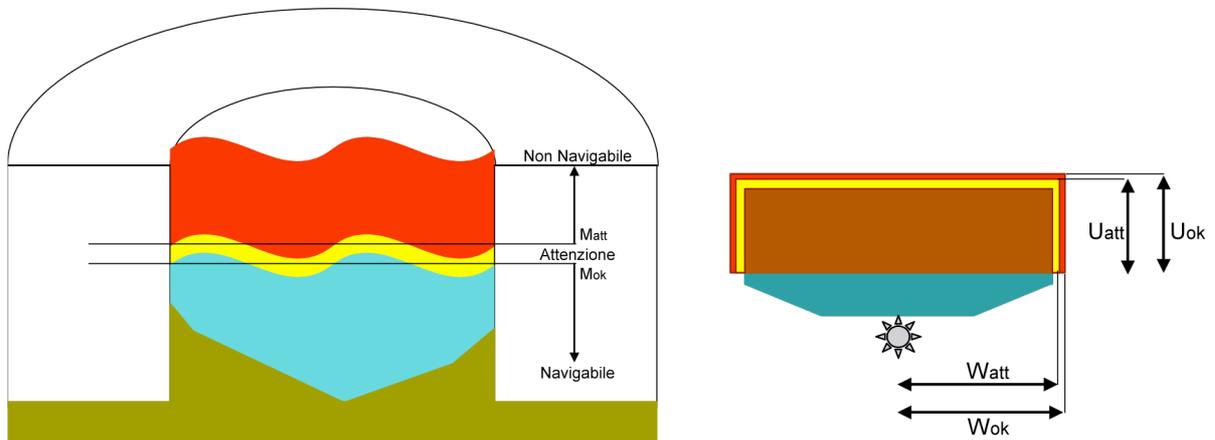


Figura 9. Condizioni di navigabilità

Ponti, sulla base di calcoli basati sulle assunzioni di cui sopra è quindi in grado di definire, dinamicamente, le condizioni di navigabilità di ogni ponte di Venezia.

Nella stessa zona è visibile una carta batimetrica, calcolata sulla base dei dati batimetrici forniti da Insula Spa. La carta batimetrica presenta i colori blu, giallo e rosso su questa base:

Tabella 1. Codici colori utilizzati nelle batimetrie

Colore	Da Metri	A Metri
Blu – navigabile	- 9.99	- 0.90
Giallo – navigabile con attenzione	- 0.90	- 0.75
Rosso – non navigabile	- 0.75	- 0.00

Le batimetrie sono state create a partire da una rappresentazione tridimensionale realizzata con Grass [1] (altro strumento GIS open Source) che è stata successivamente intersecata e tagliata con i profili dei canali stessi.

### 3.0 IL DATO MAREALE ONLINE E OFFLINE

Il dato mareale viene recuperato online dal Centro Maree del Comune di Venezia. Il File, in formato TXT, viene analizzato da Ponti ed inserito nel database del programma:

Previsioni delle ore 17 e 0 del giorno 28 aprile.  
 Valori di marea massimi e minimi previsti per oggi e domani.  
 Giorno 28 aprile.  
 Ore 19 e 55: massimo, 50 centimetri.  
 Giorno 29 aprile.  
 Ore 12 e 55: minimo, 5 centimetri.  
 Ore 20 e 20: massimo, 65 centimetri.

Note:  
 Oggi marea normale. Codice verde.

Domani , pur non rispettando gli orari astronomici, marea normale. Codice verde.  
Previsioni di massima per i giorni successivi:  
Per il giorno 30 si prevede marea normale. Codice verde.  
Informazioni per la cittadinanza:  
Si informa che dal giorno 1 maggio al giorno 14 settembre il servizio di posa passerelle per la viabilità pedonale, in caso di acqua alta, viene sospeso.

Il software fornisce il dato recuperato in automatico all'utente in modo che lo stesso possa sempre controllare l'ultimo bollettino emesso. E' possibile, utilizzando i pulsanti "+" e "-", visualizzare una previsione di marea più avanti nel tempo. L'affidabilità della previsione è rappresentata di colori del dato mareale: "verde" rappresenta un ottimo livello di affidabilità nel calcolo della marea perchè l'ora a cui si riferisce il calcolo è nell'intervallo dell'ultima previsione effettuata dal servizio maree.

**Marea del 28-04-2008**

**Aggiornamento automatico ora**

Ora:

Marea:  cm

Barca:

I dati riportati si riferiscono al bollettino delle  
ore 13:00:00 del 28-04-2008.  
I valori mareali sono stati recuperati on-line.

Per aggiornare i dati clicca **qui**

Per visualizzare l'ultimo bollettino  
clicca **qui**

Figura 10. Dettaglio della scheda "maree"

Nel caso in cui il collegamento con il Centro Maree non fosse disponibile è possibile inserire manualmente i valori mareali utilizzando la scheda Insert (Figura 11).

Livelli	Ricerca	Marea	Setting
Edit	Insert	Outline	

### Valori di marea recuperati

Previsione delle ore :

del :

Nuovo aggiornamento:

alle ore :

Figura 11. Inserimento manuale dei valori della Marea

#### 4.0 LA RICERCA

Oltre alle funzionalità collegate alla visualizzazione in tempo reale delle condizioni di navigabilità, l'applicativo consente di effettuare una ricerca sulle strade. Data la peculiarità di Venezia, la ricerca consente di risolvere ambiguità nella digitazione e consente di nomi di strade ma anche di nomi di sestrieri accompagnati dal numero civico. In caso di ambiguità nella digitazione del nome, Ponti si incarica di mostrare all'utente le altre possibilità e di farle selezionare.

The screenshot displays the IES Solutions web application interface. At the top, the browser address bar shows the URL `http://ponti.i4es.it/cartoweb3/htdocs/ponti.php`. The application header includes the IES Solutions logo and a 'Ponti' title bar with a 'login' button. Below the header is a toolbar with various map navigation icons. The main interface is divided into a search panel on the left and a map area on the right.

**Search Panel (Left):**

- Buttons: Edit, Insert, Outline, Livelli, Ricerca, Marea, Setting.
- Search input: Cerca
- Zoom level: Livello di zoom
- Example text: Es. "via garibaldi 1239", "calle de l'olio 1334", "san marco 5121".
- Search results: Hai cercato: **VIA GARIBALDI 1239**
- Similar addresses: Indirizzi simili:
  - VIA GARIBALDI 1239
  - VIA GARIBALDI 1137
  - VIA GARIBALDI 1136
  - VIA GARIBALDI 1240
  - VIA GARIBALDI 1252/A
  - VIA GARIBALDI 1252
  - VIA GARIBALDI 1253
  - VIA GARIBALDI 1309/A
  - VIA GARIBALDI 1310
  - VIA GARIBALDI 1311
- Additional text: Ulteriori risultati sono stati soppressi; inserire maggiori dettagli per restringere la ricerca.
- Map size: Mapsize: 600x420
- Buttons: refresh, reset\_session

**Map Area (Right):**

- Current scale: 1:
- Map showing a street grid with various street names and house numbers. A specific area is highlighted in green, labeled 'Ponte Nuova in Via Garibaldi'.
- Other street names visible: CALLE DELL'ANGELO, CALLE STRETTA SARESANI, FONDA MENTA SANT'ANNA, CAMPIELLO DE LE ANCORE, SOTTO PORTEGO DE LE ANCORE, RIO DI SANT'ANNA.
- Coordinates (m): 2313113 / 5034397
- Button: query\_clear

At the bottom of the browser window, the status bar shows 'Done', a mail icon, the email address '272 m.cristaldi@i4es.it', and weather information: 'Mostly Cloudy, 22°C', '22°C', '11°C', and '24°C'.

Figura 12. Schermata di ricerca

## 5.0 L'AGGIUNTA DI INFORMAZIONI DINAMICHE

Ponti offre la possibilità di aggiungere informazioni dinamiche alla base di dati. Questo è possibile utilizzando la funzionalità di Edit. Con Edit è possibile aggiungere alla mappa Ponti, poligoni o linee. Nell'esempio riportato in Figura 13 l'utente ha avuto la possibilità di inserire un tratto chiuso per lavori.

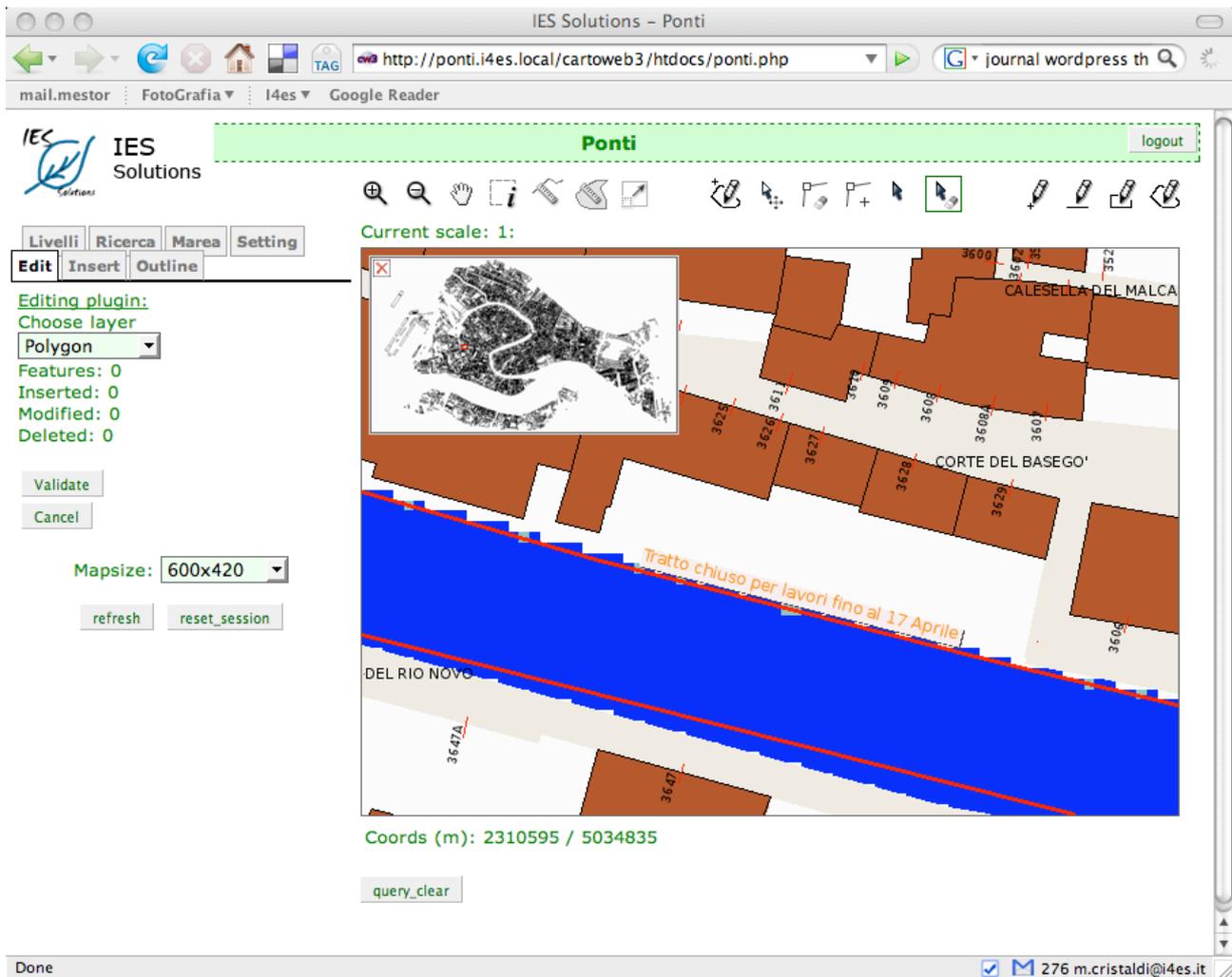


Figura 13. Esempio di Poligono che riporta i tratti chiusi

## 6.0 COMPONENTI SOFTWARE UTILIZZATI

Ponti funziona sotto sistema operativo Linux [2] (release Ubuntu Server 7.10 [3]) ed utilizza 2 Database server (MySQL [4] e PostgreSQL [5]), Apache Web Server [6], PHP [7] con linguaggio di scripting e MapServer [8] per la gestione della parte geografica. Il codice è scritto in Php e Java.

## 7.0 CONCLUSIONI

Ponti è la dimostrazione che è possibile, utilizzando strumenti completamente OpenSource costruire servizi innovativi e completamente Web Based. Le prestazioni dell'applicazione e la velocità di utilizzo della stessa, tanto in ambienti intranet che Internet ne fanno uno strumento di grande utilità nell'ambito della gestione della sala di controllo di Venezia.

## 8.0 RIFERIMENTI

1. <http://grass.itc.it/>
2. [www.linux.org](http://www.linux.org)
3. [www.ubuntu.com](http://www.ubuntu.com)
4. [www.mysql.com](http://www.mysql.com)
5. [www.postgresql.com](http://www.postgresql.com)
6. [www.apache.org](http://www.apache.org)
7. [www.php.net](http://www.php.net)
8. <http://mapserver.gis.umn.edu/>