

STAYING STILL AND MOVING ON. UN GIS INTERATTIVO PER IL CALCOLO E LA VISUALIZZAZIONE SCIENTIFICA DI ROTTE E PERCORSI NEL MEDITERRANEO ANTICO

1. PREMESSA

Nel titolo di quest'articolo con la frase "Staying still and moving on" abbiamo cercato di rendere subito percepibile ciò che ci ha spinto verso una tale sperimentazione: la necessità di un ambiente su base GIS realmente dinamico, capace di rappresentare, allo studioso e all'utente medio, mutamenti e cause che spingevano taluni popoli verso una rotta piuttosto che un'altra.

Fondendo storia, archeologia, ambiente attraverso le tecnologie spaziali e un metodo d'indagine innovativo, tenteremo di accompagnare lo studioso e l'utente a navigare nel passato, in un viaggio basato su fonti, dati archeologici, ipotesi degli studiosi, ma in modo dinamico e trasversale.

Molte città della costellazione delle colonie greche sviluppatasi tra l'VIII e il VII secolo a.C. in Occidente sono sopravvissute fino ad oggi, per più di 25 secoli.

Lungo i vicoli di Napoli, Reggio Calabria, Taranto e Messina oggi vediamo muoversi una folla di operai, impiegati, manager. Dai porti partono transatlantici e petroliere. Non immaginiamo l'epoca lontana in cui quelle coste incontaminate vedevano imbarcazioni gettare l'ancora dopo un viaggio faticosissimo.

Ci siamo posti la necessità di riuscire a raccontare e rappresentare l'avventura di questi giovani guerrieri con la fedeltà storica consentitaci dalla documentazione archeologica e dalle fonti, e con l'intento di riuscire a creare uno strumento valido per lo studioso e per l'utente.

2. TO GIS OR NOT TO GIS? GIS IN ARCHEOLOGIA OGGI

Il processo archeologico, dopo la rivoluzione di Harris (HARRIS 1979), si è trovato a far fronte a quella informatica. Dagli anni '90 abbiamo visto nascere e morire svariate applicazioni: database per la gestione delle informazioni, applicazioni CAD, progetti GIS per la gestione integrata e l'analisi di dati. La maggior parte di queste applicazioni, pur avendo il merito notevole di aver sperimentato nuove tecniche su problematiche diverse, è rimasta ad un livello prototipale. Oggi assistiamo ad una situazione in cui da un lato la rapida evoluzione della tecnologia, guidata da una logica di mercato, spinge l'archeologo a cercare la soluzione ideale nella proposta più aggiornata; dall'altro la stessa disciplina archeologica, a fronte di cambiamenti così repen-

tini, non ha visto un'evoluzione altrettanto celere dal punto di vista teorico e metodologico.

Così la tecnologia digitale, anziché costituire uno strumento diffuso d'elaborazione, capace di far compiere alla ricerca rilevanti miglioramenti, è inglobata dalla stessa disciplina, da un lato inconsapevolmente, nell'ambito di una ristretta nicchia di utilizzatori esperti, e dall'altro sotto forma di euforica e generalizzata esaltazione per la tecnologia.

Negli ultimi anni, nonostante numerosi progetti GIS-based per la gestione, l'analisi e la visualizzazione di dati archeologici, pochi sono i gruppi che continuano a portare avanti tali sperimentazioni con successo e continuità. Tranne alcune applicazioni specifiche, analisi di visibilità ed intervisibilità (LLOBERA 2000, WHEATLEY 1995, WHEATLEY, GILLINGS 2000), analisi geo-statistiche, modelli predittivi (WESTCOTT, BRANDON 1999) e "GIS pseudo-tridimensionali", sono rari gli esempi di strumenti in grado di testare i modelli interpretativi dell'archeologo e di proporre nuovi, funzionali allo studio e alla comprensione della complessità storica e sociale di un sito o di un intero paesaggio antico.

Il nostro scopo dunque è quello di spingere la sperimentazione ancor più verso la realizzazione d'applicazioni GIS-based, finalizzandole in pratica alla lettura e alla comprensione dei comportamenti umani nel passato, delle interrelazioni di vario tipo tra gruppi e società, in grado di fornire all'archeologo una reale lettura multilivello e multiscalare delle problematiche, spazialmente e diacronicamente.

Ci si riferisce ad applicazioni tali da consentirci di passare dall'analisi di indicatori archeologici principali su macroscala, quali le aree di contatti e di contrasti regionali ed extra-regionali, la diversità delle produzioni artigianali regionali ed extra regionali, i sistemi di scambi economici e commerciali regionali ed extraregionali, etc., a quelli su una mesoscala, quali *set* di indicatori a livello di aree e di zone insediative più ampie, ad esempio siti ed aree funerarie, aree di interscambi locali, aree di produzione, etc., fino ad arrivare alla microscala, cioè ai dati dello scavo del singolo sito e all'analisi *intra-site*.

3. IL PROGETTO V.I.R.A. (VISUALIZZATORE INTERATTIVO DELLE ROTTE ANTICHE)

Il sistema nasce come sperimentazione nell'ambito di uno studio relativo ai contatti tra la Grecia e l'Italia nel periodo che va dal Tardo Bronzo fino al IV secolo a.C., per individuare le rotte percorse dai coloni Greci durante la frequentazione di quella terra, poi diventata "Magna Grecia" (Fig. 1).

Per la ricerca si è scelto di utilizzare un approccio di tipo spazio-temporale, presentando contemporaneamente le varie fasi di sviluppo delle comunità italiche e della società greca, dal Bronzo Recente fino al IV secolo a.C., seguendo le fasi dello sviluppo che dalle prime comunità protostoriche arriva alla forma-

zione di entità socialmente e politicamente più complesse, in grado di sostenere il confronto con “navigatori” portatori di una civiltà più evoluta.

Il lavoro si è sviluppato sostanzialmente seguendo quattro fasi principali:

– La prima fase ha visto la raccolta, il censimento e la parametrizzazione dei dati archeologici editi e delle fonti storiche relative ai maggiori centri “indigeni” italici ed ai maggiori centri greci nel periodo che va dal XIII fino al IV secolo a.C. I dati sono stati analizzati focalizzando l’attenzione su tutti quegli indicatori fondamentali per la comprensione e schematizzazione dei modi di vita, delle forme e dei modelli insediativi, delle attività produttive, delle tradizioni culturali e religiose delle comunità italiche e delle comunità e città greche.

– La seconda fase si è interamente basata sull’analisi degli indicatori principali (sempre dai dati archeologici editi e delle fonti storiche) dei contatti tra il mondo Egeo e l’Italia, sin dal tardo bronzo. L’attenzione qui è stata rivolta soprattutto alle vie di comunicazione marittima, alle modalità ed alla natura dei contatti stabiliti, interessandosi specificamente della comprensione dei fenomeni e delle cause dello sviluppo dei centri indigeni e della fase formativa delle colonie greche.

– Nella terza fase sono state analizzate le tecniche e le tecnologie nautiche del tempo, analizzando i diversi tipi d’imbarcazioni e le differenti modalità della navigazione antica nel Mediterraneo, soprattutto grazie alle fonti storiche.

– La quarta fase ha visto la messa a punto del sistema GIS-based V.I.R.A. (Visualizzatore Interattivo delle Rotte Antiche), appositamente ideato, progettato e sviluppato per permettere la verifica delle rotte nautiche antiche, sia confrontandole con le fonti storiche, sia confrontandole con le ipotesi degli archeologi, permettendo così di calcolare in modo autonomo la rotta nautica migliore, in base ad una serie di pesi e parametri precisi, quali la caratterizzazione del vento, la distanza dalle coste, il tipo di imbarcazione ed il peso relativo del vento rispetto a quello della distanza dalla costa.

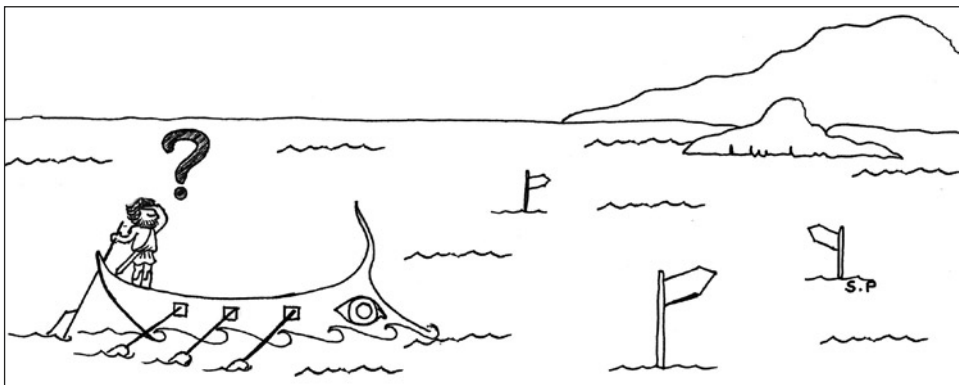


Fig. 1 – I navigatori e le rotte nell’antichità.

V.I.R.A. permette infatti all'utente di poter effettuare regolazioni differenti sui parametri ed i pesi, immettendo valori del tutto nuovi e/o casuali, o valori raccolti dalle fonti storiche e dalla documentazione archeologica, riuscendo così a confrontarli e trovare un eventuale punto d'incontro tra le rotte prodotte automaticamente dal sistema e quelle proposte sia dalle fonti che da studi e ipotesi degli archeologi.

4. TECNOLOGIA, LINGUAGGIO E SOFTWARE

Durante lo studio delle tecnologie a disposizione, un'analisi preliminare è stata rivolta alle varie piattaforme GIS esistenti, prendendo in considerazione soluzioni commerciali ed open source. La nostra scelta alla fine è ricaduta su una soluzione open source perché permette di realizzare una piattaforma aperta allo sviluppo di nuove funzionalità.

Tra i vari progetti GIS open source presi in considerazione, quelli sviluppati in linguaggio Java sono risultati a nostro avviso i più interessanti, per cui è stato naturale scegliere Java come linguaggio di sviluppo, il che ha fornito molteplici vantaggi:

- utilizzo di un linguaggio orientato agli oggetti: l'architettura di un progetto sviluppato in Java, per la natura stessa della programmazione Object Oriented (OO), è più vicina al modo di pensare umano, e quindi la gestione dei progetti risulta più naturale;
- Java è indipendente dalla piattaforma: ciò significa che lo stesso programma può funzionare su diversi tipi di computer e sistemi operativi (Mac, Windows, Solaris, Linux, etc.);
- Java è orientato alle reti: le Java Applet permettono di trasformare rapidamente e facilmente un programma Java in una Java Applet, rendendo fruibile il software via Internet.

L'ambiente di sviluppo scelto è Sun NetBeans, perfettamente integrato con Java, grazie al fatto che Sun Microsystems stessa ha sviluppato e distribuisce gratuitamente Java. NetBeans è un prodotto distribuito con licenza open source da Sun per lo sviluppo d'applicazioni web, stand alone e mobile in Java. L'ambiente NetBeans permette di gestire agilmente progetti, anche di notevoli dimensioni, offrendo un'interfaccia utente razionale ed intuitiva. Descrivere le funzionalità di NetBeans esula dagli scopi di questo lavoro, pertanto ne accenneremo solo alcune:

- gestione delle funzionalità, legate al linguaggio Java, mediante interfaccia grafica (ad es.: compilazione del progetto e creazione del package di distribuzione).
- raccolta delle risorse di progetto razionale e presentazione delle stesse mediante una struttura ad albero: permette allo sviluppatore di rendere progetti, anche di dimensioni importanti, facilmente mantenibili.

– offerta di una vasta gamma di macro per la scrittura del codice sorgente dei progetti, come l'indentazione automatica, il completamento automatico durante la scrittura (utile per individuare ed evitare quanto prima gli errori) ed il completamento automatico delle classi.

NetBeans inoltre permette di disegnare facilmente le interfacce grafiche, mediante la tecnica drag-and-drop, anche se per il progetto V.I.R.A. questa funzionalità non è stata utilizzata e si è preferito definire manualmente le interfacce grafiche.

Tra le tante piattaforme GIS open source si è scelto di adoperare GeoTools (<http://geotools.codehaus.org/>), progetto nato nel 1996 all'Università di Leeds, come ausilio ai progetti per la visualizzazione di GIS via web. GeoTools ha come obiettivo di fornire un toolkit di risorse per la creazione di visualizzatori geografici interattivi ed è stato implementato utilizzando l'ambiente Java 1.1, in modo da poter essere utilizzato sul maggior numero possibile di computer. Lo sviluppo della libreria ha seguito un processo on-demand, ovvero le funzionalità sono state sviluppate ed aggiunte quando necessario.

Una peculiarità sostanziale di GeoTools è che esso offre un'ottima base sulla quale costruire il proprio progetto. La sua stessa natura di tipo open source, inoltre, permette al programmatore Java di:

- personalizzarlo per i propri scopi;
- contribuire all'individuazione ed alla correzione degli errori;
- contribuire ulteriormente al suo sviluppo.

Le principali classi di GeoTools da noi utilizzate sono:

- GeoShape: oggetto geografico generico, che può essere un punto (GeoPoint), una retta (GeoLine), oppure un poligono (GeoPolygon).
- Layer: oggetto che colleziona vari GeoShape.
- GeoData: oggetto che colleziona i dati legati ai vari GeoShape.
- Theme: oggetto che collega un Layer ad un GeoData.
- View: oggetto per la visualizzazione grafica di più Themes.

Ad esempio, in V.I.R.A. un Theme è rappresentato dalla modellazione dei venti, composto da un Layer di poligoni, ognuno dei quali modella una porzione di Mediterraneo. Il GeoData contenuto nel Theme vento contiene quindi per ogni regione/poligono la modellazione della direzione e della forza del vento.

La versione di GeoTools scelta per lo sviluppo di V.I.R.A. è la 1.2. Essendo la funzionalità principale del sistema realizzato l'individuazione automatica della rotta marittima antica "più conveniente", i parametri base che il sistema considera per eseguire la ricerca sono:

- la distanza dalla costa: molte rotte antiche venivano tracciate in modo da mantenere sempre in vista la terra ferma;

- la direzione e l'intensità del vento: parametro fondamentale che può pregiudicare la riuscita del viaggio;
- il tipo di imbarcazione: a seconda se l'imbarcazione era di tipo commerciale, militare o di ricognizione cambiava il numero di persone e così anche la velocità.

Per calcolare la rotta migliore, sulla base dei parametri su citati, ci siamo ricondotti al problema di cammino di costo minimo in un grafo, facendo corrispondere ad ogni punto geografico, secondo una determinata risoluzione, un nodo su un grafo. A tal proposito l'algoritmo di Dijkstra ha risposto perfettamente alla soluzione del problema della ricerca del cammino di costo minimo in un grafo pesato. L'algoritmo, infatti, funziona in modo sequenziale calcolando, ad ogni sua iterazione, il cammino di costo minimo tra il nodo in esame e quello che in quel momento risulta essere raggiungibile con il costo minimo. L'algoritmo inizia esaminando il nodo di partenza e termina quando viene valutato il nodo di destinazione. È dimostrabile, per induzione, che questo approccio permette di trovare una soluzione ottimale in un numero finito di passi, ma ovviamente non fa parte dello scopo di questo articolo una trattazione minuziosa dell'algoritmo.

Per semplificare proponiamo un esempio pratico: partendo dal nodo A per arrivare al nodo F l'algoritmo procede seguendo il seguente percorso:

- 1) L'algoritmo inizia valutando il punto di partenza A. Il nodo A viene marcato con il costo 0 ed eliminato dai nodi da valutare. I nodi raggiungibili sono B e D. B viene marcato con il costo 5 e D con il costo 7.
- 2) Viene analizzato il nodo B, attualmente quello con il costo minimo (5 contro 7). L'unico nodo raggiungibile da B è C mediante un arco di costo 1. C quindi viene marcato con il costo 6 (5 di B più 1 del nuovo collegamento). Il nodo B viene eliminato dalla lista dei nodi valutabili.
- 3) Si valuta il nodo C, appena scoperto ma con costo più basso di D (6 contro 7). C non è collegato a nessun nodo, quindi non provoca la scoperta di strade e viene eliminato dalla lista dei nodi valutabili.
- 4) Si passa quindi alla valutazione del nodo D, connesso con i nodi E e F, con costi rispettivamente di 3 e 6. Il nodo E viene marcato con il costo 10 ed F con il costo 13. Il nodo D viene eliminato dalla lista dei nodi raggiungibili.
- 5) Si valuta il nodo E, connesso con il nodo F mediante un arco di costo 1. Il costo di F viene aggiornato a 11, più basso del vecchio 13 ed E viene eliminato dalla lista dei nodi valutabili.
- 6) Si valuta il nodo F, di costo 11, raggiungendo così il nodo di destinazione e quindi l'algoritmo termina la sua operazione.

Il percorso calcolato alla fine risulta essere quello ottimale tra i punti A ed F (Fig. 2).

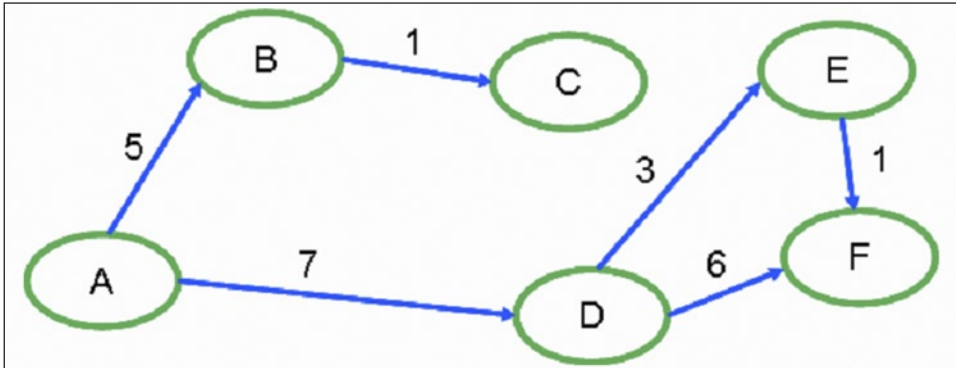


Fig. 2 – Percorso calcolato mediante l’algoritmo di Dijkstra.

5. CONFIGURAZIONE DEI PARAMETRI E FUNZIONAMENTO

Il programma si presenta con un’interfaccia grafica principale nella quale sono rappresentati i siti di interesse, la barra del tempo e la visualizzazione delle rotte, oltre ad alcune finestre dedicate alla regolazione dei parametri di ricerca dei percorsi.

Di seguito illustriamo i meccanismi per la configurazione dei parametri, i comandi principali del pacchetto, fornendo infine un esempio di ricerca di un percorso.

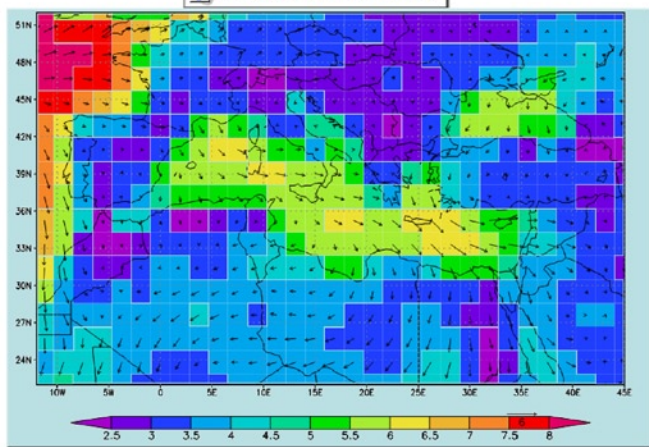
5.1 Parametri del vento

Il costo del vento è composto da nove valori principali, illustrati nella Tab. 1, che riassume gli spostamenti effettuabili durante la navigazione. La posizione iniziale è quella centrale, nell’esempio il vento spira dal basso verso l’alto. È evidente che in base alla direzione scelta da chi naviga per il suo spostamento, cambierà il costo del singolo passo nell’algoritmo di Dijkstra. In particolare, se il navigatore deciderà di spostarsi verso il basso, troverà il vento contrario, modellato con costo massimo; se invece il navigatore decide di spostarsi in favore di vento, quindi verso l’alto, il costo del singolo passo sarà minimo.

Abbiamo quindi considerato che ogni viaggio in mare dovesse tenere in considerazione, in modo diverso, le diverse condizioni ambientali e che in base al tipo di imbarcazione e al carico trasportato, fattori quali la distanza dalla costa, i venti, le correnti, il tempo di percorrenza, avrebbero assunto un valore diverso. Per raggiungere la medesima meta partendo dallo stesso luogo, esisteva più di un percorso, la rotta migliore sarebbe stata scelta in base alle particolari esigenze d’ogni viaggio.

Vento favorevole diagonale	Vento favorevole	Vento favorevole diagonale
Vento trasverso	Punto di partenza	Vento trasverso
Vento contrario diagonale	Vento contrario	Vento contrario diagonale

↑ direzione del vento



Fonte: Risø National Laboratory · Technical University of Denmark – DTU

Tab. 1 – Tabella dei parametri relativi al peso del vento.






5.2 Parametri tipo d'imbarcazione, tipo di viaggio e peso del vento

Nella Tab. 2 sono riportati, invece, in modo schematico e sintetico, alcuni dei valori adatti ai tipi di viaggio, ottenuti in seguito ad un attento lavoro di *tuning* basato sui dati raccolti dall'ampia letteratura storica ed archeologica esistente in materia.

6. COMANDI PRINCIPALI

V.I.R.A. permette all'utente di caricare gli shapefile da visualizzare, impostare i parametri, memorizzare le ricerche effettuate, eseguire operazioni di zoom e spostamento, esplorare le mappe caricate.

Una funzionalità estremamente interessante è la possibilità di visualizzare i siti interessanti, ad esempio colonie, città, porti, approdi, solo in relazione al periodo cronologico prescelto. In altre parole, l'utente selezionando un arco cronologico preciso (con la barra di controllo del tempo) vedrà rappresentati solo i siti presenti in quel momento storico (Fig. 3).

NAVE	VIAGGIO	PARAMETRI CONSIGLIATI	DESCRIZIONE
Mercantile a vela	Commerciale	risoluzione: 15; distanza: 30; peso distanza: 1; peso vento: 9; 	Viaggio di S. Paolo da Alessandria a Roma: Sidone, sud di Cipro, costeggiando Cilicia e Panfilia giunge in Licia (a Mira), a sud di Creta, naufraga a Gozo (Malta) nel 58. (<i>Atti degli Apostoli</i> , 27-28)
Mercantile propulsione mista	Colonizzazione	risoluzione: 10; distanza: 30; peso distanza: 3; peso vento: 0.2; 	Da Tera a Cirene nel 630 a.C. (<i>F. Prontera, 1996, pp. 205; Erodoto, Storie IV, 149-158</i>) I Focei da Alalia a Reggio Calabria a Vella nel 535 a.C. (<i>Strabone, VI, 252</i>).
Nave lunga a remi	Ricognizione, operazioni diplomatiche	risoluzione: 10; distanza: 30; peso distanza: 5; peso vento: 0.5; 	Due penteconteri da Tera giungono, con una guida di Creta, all'isoletta di Platea di fronte alla costa libica. (<i>F. Prontera 1996, pp. 205; Erodoto, Storie IV, 149-158</i>) Da Focea a Marsiglia nel 600 a.C. (<i>Erodoto, Storie I, 163-164</i>) Da Focea ad Alalia nel 540 a.C. (<i>Stradone, VI, 252</i>).
Flotta	Spedizione militare	risoluzione: 15; distanza: 15; peso distanza: 9; peso vento: 1; 	Nel 415-413 a.C. la flotta ateniese si dirige in Sicilia seguendo la rotta costiera lungo il Peloponneso, si raduna a Corcira, attraversa il canale di Otranto, tocca Capo Iapigio, segue il golfo di Taranto, si ferma nel porto della città e prosegue lungo le coste della Calabria fino a Reggio Calabria. Da qui raggiunge Siracusa (<i>Tucidide, VI 42, 1-3; 44, 1-3; VII 33, 3</i>). Spedizione di Dione nel 375 a.C. salpa da Zacinto e arriva a Capo Pachino dopo 12 giorni di navigazione in alto mare (<i>Plutarco Vita di Dione, 25, 2</i>).
Flotta	Rinforzi spedizione militare	risoluzione: 10; distanza: 50; peso distanza: 0.1; peso vento: 9; 	412 a.C. Demostene ed Eurinodonte in soccorso agli Ateniesi in Sicilia da Corcira si fermano di fronte Taranto e poi a Metaponto, Reggio e Siracusa (<i>Tucidide, VI 42-44; VII 33, 4-6</i>). I rinforzi peloponnesiaci mandati da Corinto e da Sparta per Siracusa seguono invece la via diretta in alto mare da Corinto a Siracusa. (<i>Tucidide, VII 50, 1-3</i>).

Tab. 2 – Parametri relativi al tipo di imbarcazione, tipo di viaggio e al peso del vento.

La ricerca di un percorso invece si effettua seguendo tre operazioni fondamentali:

- scelta dei punti;
- definizione dei parametri dell’algoritmo di ricerca;
- personalizzazione dello shapefile ottenuto attraverso l’assegnazione di un nome e di un colore.

La scelta dei punti appartenenti ad una rotta è immediata ed é effettuata col mouse. Si selezionano i siti d’interesse premendo il tasto destro del mouse nel punto scelto; se esistono più siti nelle vicinanze vengono tutti elencati, o, selezionando un punto geografico qualsiasi sulla carta, verranno rappresentate le coordinate geografiche.

Una volta selezionato il sito di partenza e quello di arrivo, saranno impostati i parametri di ricerca, selezionando i punti della rotta che saranno raggiunti nello stesso ordine in cui compaiono nella finestra, definendo anche i parametri:

- risoluzione: definisce il passo minimo dell’algoritmo di ricerca, tanto più è basso tanto più sarà risolta la ricerca;
- distanza: indica la distanza dalla costa ottima da seguire;

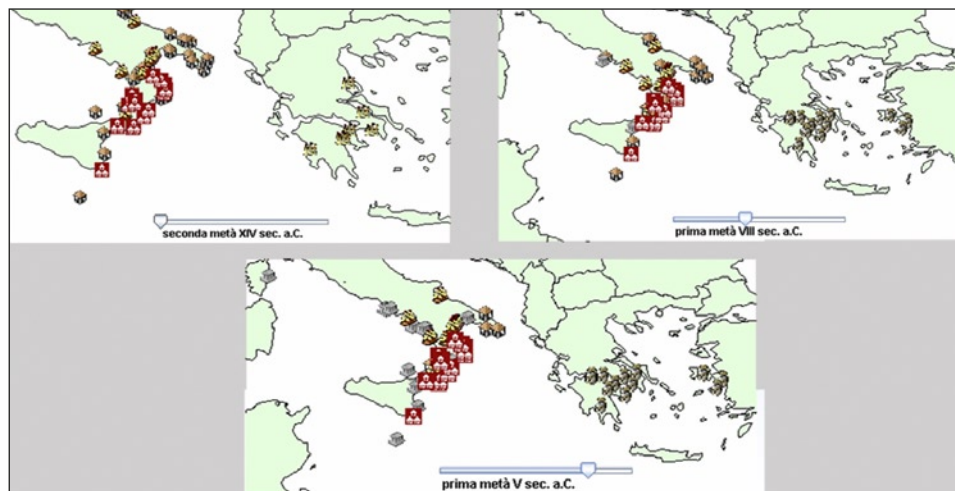


Fig. 3 – Visualizzazione cronologica dinamica dei siti.

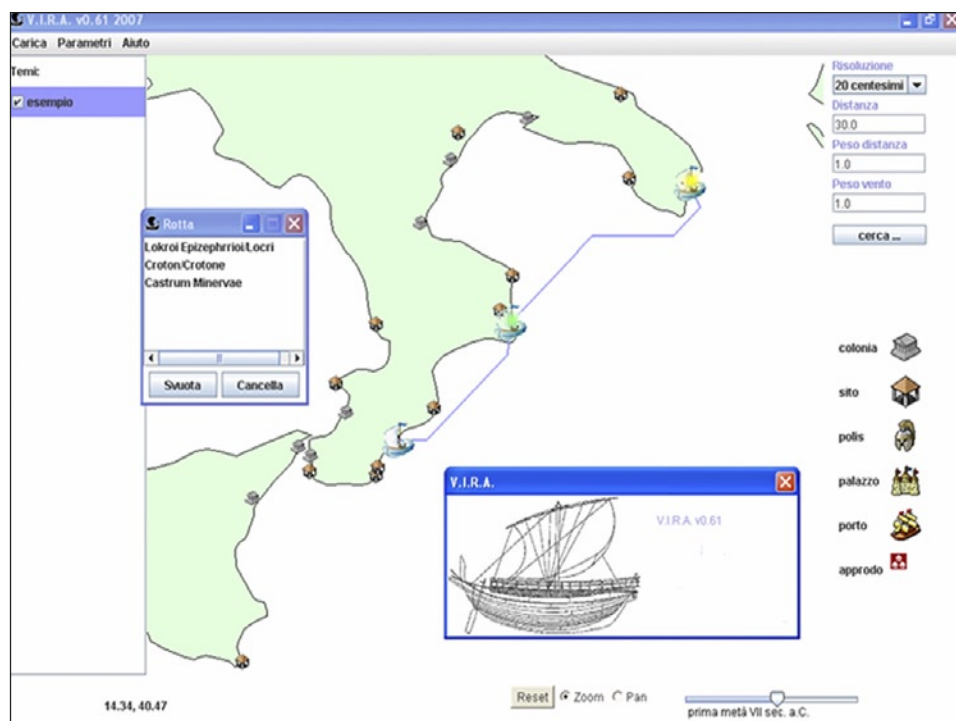


Fig. 4 – Interfaccia grafica V.I.R.A.

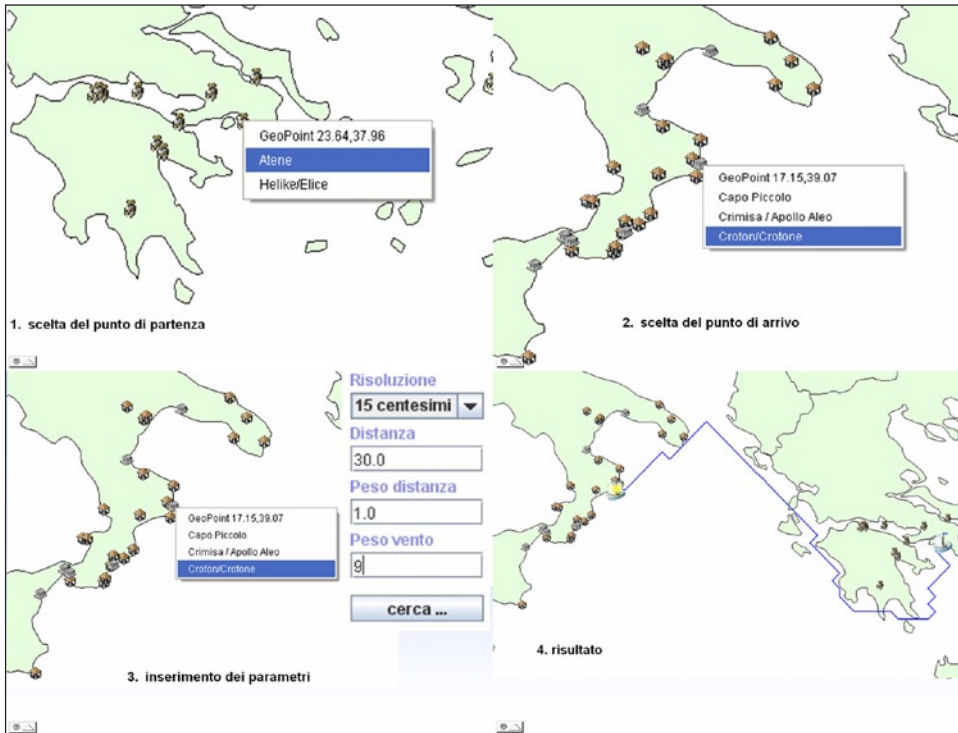


Fig. 5 – Vista delle procedure di ricerca di una rotta.

- peso della distanza: peso da utilizzare per valutare il costo della distanza dalla costa;
- peso del vento: peso da utilizzare nel valutare il costo del vento.

Inseriti tutti i parametri, è possibile calcolare il percorso mediante il tasto “cerca...”, compare la finestra che mostra il calcolo e la costruzione del percorso scelto. Terminata la ricerca, l’utente può salvare il risultato ottenuto come shapefile, assegnandogli nome e colore (Figg. 4, 5).

7. RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti prendendo in considerazione alcune delle rotte più interessanti, calcolandole con V.I.R.A. e confrontandole poi con le fonti e gli studi sulla navigazione antica, ci hanno confermato la validità metodologica e tecnica del sistema.

L’utente può rappresentare e visualizzare le rotte indicate dalle fonti e dalle interpretazioni dei dati archeologici, indicando al sistema stesso dei punti

intermedi da toccare durante la costruzione del percorso. In seguito l'utente può far calcolare al programma la stessa rotta, questa volta inserendo i soli punti di partenza e arrivo e i parametri da lui stabiliti, arrivando quindi a confrontare i risultati.

Illustriamo qui di seguito due esempi relativi a queste procedure e i risultati ottenuti.

7.1 *Calcolo della Rotta Meridionale (o insulare del sud)*

La Rotta Meridionale (XIII sec. a.C.; DE MIRO 1987, 526) era utilizzata per raggiungere vari luoghi nel Tirreno: le coste iberiche, la Sardegna oppure le coste italiane. Le diverse rotte dirette nel Tirreno tutte toccavano Cipro, Rodi, Creta, passavano per la Puglia, la Sicilia meridionale e l'ultimo punto era costituito dalla Sardegna sud orientale. Nell'immagine è rappresentata la rotta calcolata automaticamente da V.I.R.A., inserendo solo il punto di partenza ed il punto di arrivo (Fig. 6). La Fig. 7 ci rappresenta ancora la stessa rotta, calcolata questa volta seguendo l'indicazione di passare a sud della Sicilia.

Le differenze sostanziali risiedono nel passaggio o meno per l'isola di Creta e nella traiettoria seguita circumnavigando la Sicilia. La rotta proposta da alcuni studiosi passa infatti per Creta e la Sicilia meridionale, mentre quella suggerita da V.I.R.A. non tocca Creta e passa attraverso lo Stretto di Messina, seguendo il litorale a nord della Sicilia, corrispondendo alle fonti storiche. In questo caso V.I.R.A. ci conferma che la situazione dei venti intorno all'isola di Creta rendeva rischiosa la navigazione, in quanto spesso essi costringevano i naviganti a puntare sulla Libia. Prove fatte modificando i parametri confermano che forzare V.I.R.A. a toccare Creta introduce una deviazione arbitraria: raggiunta la zona di Capo Melea, la rotta infatti sembra scendere bruscamente verso sud-est, assecondando il forte vento, per raggiungere Creta.

7.2 *Calcolo della Rotta Ionico-Rodia*

La Rotta Ionico-Rodia (o rotta insulare del sud) era in uso già alla fine dell'IX sec. ed è documentata ancora nell'VIII secolo a.C.; la stessa cesserà di essere usata per un certo periodo, ma lo sarà di nuovo a metà del VII e per tutto il VI secolo a.C. (VALLET 1962, 316; DE MIRO 1987, 529-531). Tale rotta partiva da Rodi, passava a sud di Creta, costeggiava la Sicilia meridionale, e passando per la Sardegna, arrivava sino alle Baleari.

Le prime due rotte calcolate mostrano come il passaggio obbligato per alcuni punti facenti parte della rotta ionico-rodia comporti importanti deviazioni rispetto alla rotta "migliore" (Fig. 8). Il percorso in verde è quello calcolato dal sistema, indicandovi il punto di partenza, l'indicazione di passare a sud di Creta ed il punto d'arrivo.

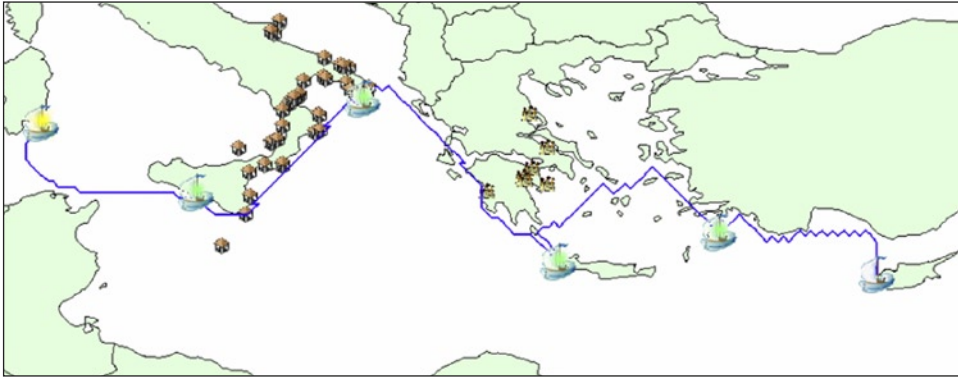


Fig. 6 – Calcolo automatico della rotta Meridionale.

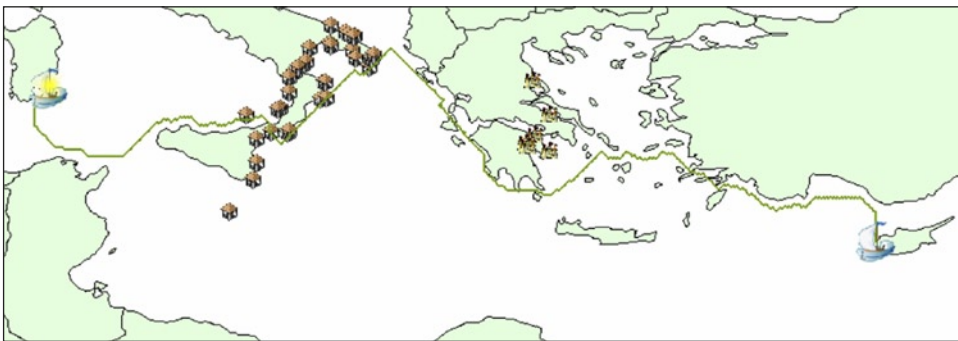


Fig. 7 – Ricostruzione della Rotta Meridionale calcolata passando per un dato punto.

Come è evidente, la rotta in prossimità di Creta tenderebbe a nord, ma inserendo noi la deviazione forzata, tocca prima il Peloponneso per poi trovare una rotta migliore in termini di vento, per raggiungere le coste meridionali di Creta (Fig. 9). Se poi agiamo sui parametri del sistema, diminuendo l'importanza del vento, il risultato cambia (Fig. 10).

Infine possiamo osservare le differenze confrontando il percorso generato automaticamente, in blu, e quello ricostruito in base agli studi, in rosso (Fig. 11).

8. CONCLUSIONI

Il confronto tra le rotte antiche note in letteratura con quelle prodotte automaticamente conferma la bontà del lavoro di progetto e di tuning dei

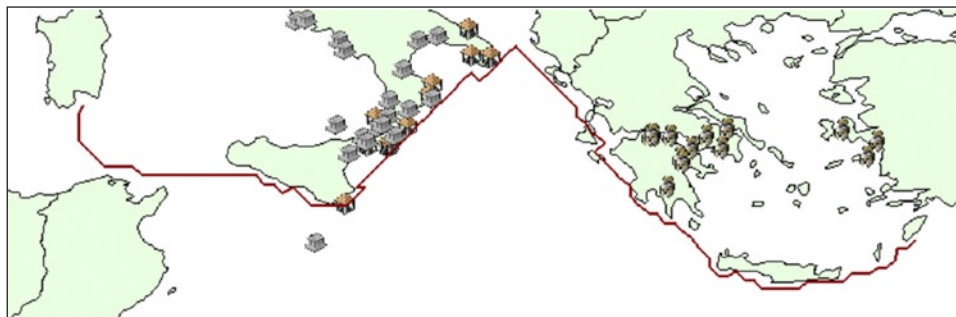


Fig. 8 – Ricostruzione della Rotta Ionico-Rodia.

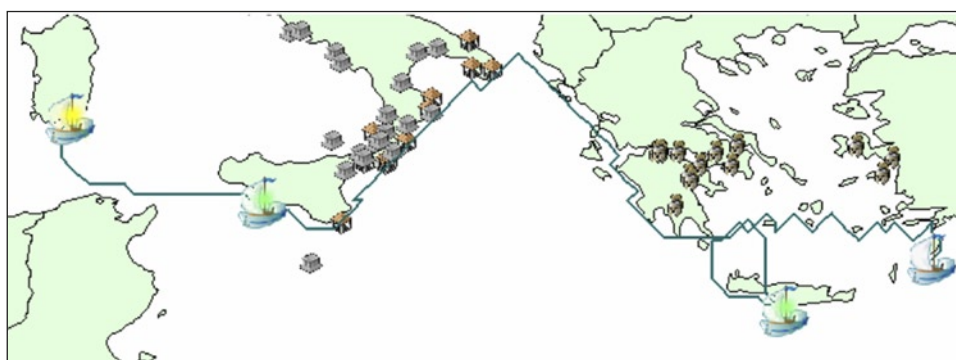


Fig. 9 – Rotta Ionico-Rodia calcolata automaticamente da V.I.R.A. con parametri medi.

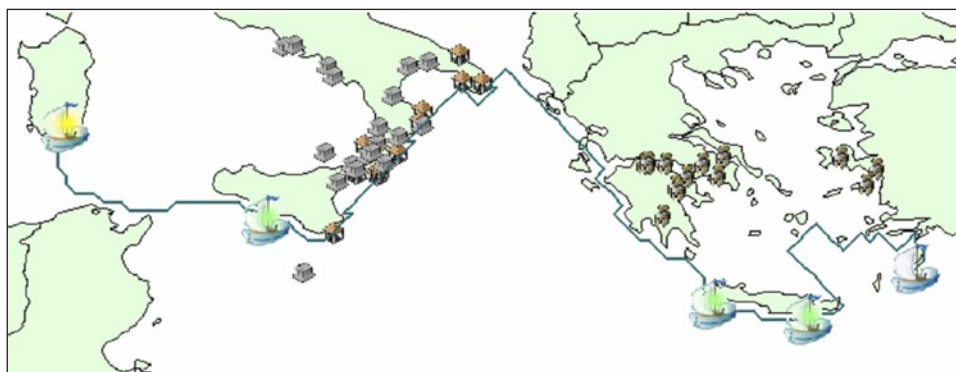


Fig. 10 – Rotta Ionico-Rodia calcolata automaticamente da V.I.R.A. diminuendo l'importanza del vento.

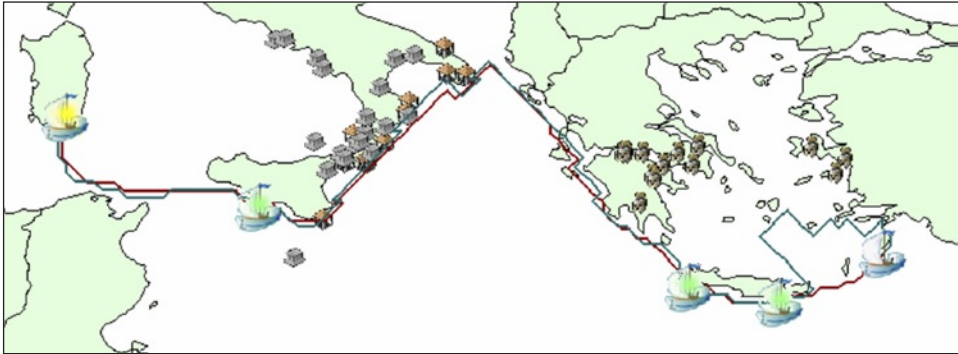


Fig. 11 – Confronto della Rotta Ionico-Rodia.

parametri del software. Il sistema rappresenta a nostro avviso un valido strumento per la valutazione delle rotte, soprattutto laddove non esistono elementi certi a conferma di un'ipotesi. Un'altra funzionalità utile è la rappresentazione grafica delle rotte studiate con quelle calcolate in automatico, permettendo di visualizzare dinamicamente le differenti rotte proposte, ed effettuando direttamente confronti tra tesi differenti.

Il sistema V.I.R.A. non è nato con lo scopo di asservire un particolare tipo di ricerca, ma anzi per essere applicabile in vari contesti storici, introducendo cambiamenti e modifiche semplicemente aggiungendo o cambiando i parametri. Esso si pone quindi come base di partenza per la realizzazione di un pacchetto capace di verificare la propria funzionalità nella ricostruzione di rotte antiche in ambiti e contesti geografici su vasta scala e con maggiore densità di presenze archeologiche, arrivando così a definire ambiti regionali e sub-regionali in una scala pressoché globale.

Sviluppi futuri del sistema sono sicuramente rappresentati dall'aggiornamento delle funzionalità spaziali, utilizzando le ultime versioni della libreria di GeoTools, dall'aggiunta di funzionalità utili alla creazione di metadati georeferenziati, all'aggiunta di algoritmi finalizzati allo studio delle rotte seguendo le vie fluviali e terrestri interne, e soprattutto all'introduzione di algoritmi finalizzati all'analisi della relazione tra direttrici costituite dalle rotte e dagli approdi identificati e la rete insediativa-distributiva dei territori retrostanti, elemento necessario per ogni circuito commerciale.

SABATINO LAURENZA

SIMONA MANCUSO

ANDREA COSTANTINO

BIBLIOGRAFIA

- DE MIRO E. 1987, *La via alternativa e il periplo della Sicilia*, in *Lo Stretto. Crocevia di culture. Atti del XXVI convegno di Studi sulla Magna Grecia (Taranto 1986)*, Napoli, Arte Tipografica, 517-539.
- HARRIS E.C. 1983, *Principi di stratigrafia archeologica*, Roma, NIS (ed. or. 1979).
- LLOBERA M. 2000, *Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement*, in G. LOCK (ed.), *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*, Amsterdam, IOS Press, 65-84.
- PRONTERA F. 1985, *Considerazioni sulle rotte fra Tirreno ed Egeo (età arcaica e classica) nella tradizione antica*, in G. PUGLIESE CARRATELLI (ed.), *Magna Grecia*, vol. I, Milano, Electa, 329-343.
- VALLET G. 1996, *Le monde grec colonial d'Italie du sud et de Sicilie*, Roma, École Française de Rome.
- WESTCOTT K., BRANDON R. (eds.), 1999, *Practical Applications of GIS for Archaeologists. A Predictive Modeling Kit*, London, Taylor & Francis.
- WHEATLEY D. 1995, *A cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility and its archaeological application*, in G. LOCK, Z. STANČIČ (eds.), *Archaeology and Geographical Information Systems*, London, Taylor and Francis, 171-186.
- WHEATLEY D., GILLINGS M. 2000, *Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility*, in G. LOCK 2000 (ed.), *Beyond the Map: Archaeology and Spatial Technologies*, Amsterdam, IOS Press, 1-27.

ABSTRACT

The system uses GIS technology and the Dijkstra algorithm in order to calculate ancient maritime routes. Applied to the routes used by ancient Greek colonies, it gave results which corresponded almost entirely to ancient written sources. This kind of system will open the road to new research and investigation methods, aimed at the study and understanding of the development of urban centers and trade systems in ancient times.