

## **Tecnologie GIS-SIT per la valutazione di compatibilità e di impatto ambientale delle grandi infrastrutture: un'applicazione alla *Gronda Mercè di Roma - Cintura Sud***

Andrea Fiduccia (\*), Luciano Fonti (\*\*), Diana Masiello (\*\*\*), Fabrizio Palazzesi (\*\*\*\*)

(\* Intergraph Italia LLC, Via Sante Bargellini, 4 00157, Roma; P: +39.06.43588889; Fax: +39 06 43254376, andrea.fiduccia@intergraph.com

(\*\*) Università degli Studi di Roma Sapienza, Facoltà di Architettura Valle Giulia, Via Gramsci 53, 00186 Roma, luciano.fonti@fastwebnet.it

(\*\*\*) Università degli Studi di Roma Sapienza, Facoltà di Architettura Valle Giulia, Via Gramsci 53, 00186 Roma, diana.masiello@libero.it

(\*\*\*\*) Università degli Studi di Roma Sapienza, Facoltà di Architettura Valle Giulia, Via Gramsci 53, 00186 Roma

### **Sommario**

Il paper presenta la sperimentazione di un metodo, efficace, veloce e preciso, per la Valutazione dell'Impatto Ambientale che la costruzione di una grande infrastruttura - nel caso specifico un tronco ferroviario - provoca sull'ambiente.

Il metodo proposto consiste nell'utilizzo delle tecnologie GIS-SIT quale strumento di conoscenza, analisi e connessione dei dati al territorio.

La VIA è stata impostata secondo una procedura integrata di analisi ed elaborazione dati. Dopo le opportune analisi territoriali, si è proceduto alla definizione del grado di suscettività, ossia si sono attribuiti ai singoli elementi prima individuati dei pesi di sensibilità che, incrociati con le caratteristiche dell'opera ferroviaria, hanno permesso, di concretizzare in termini numerici e simbolici l'impatto ambientale dell'opera, di individuare i tratti di maggior peso e di arrivare alla definizione di alternative per la minimizzazione degli impatti.

La sperimentazione si è avvalsa della tecnologia GIS Intergraph (GeoMedia Professional, GeoMedia Grid, GeoMedia Transportation) del *Registered Research Laboratory* Laboratorio di Urbanistica - Facoltà di Architettura "Valle Giulia" dell'Università di Roma "Sapienza" diretto dal Prof. Luciano Fonti.

Sfruttando le peculiarità della tecnologia Intergraph GeoMedia, il metodo implementato ha consentito di realizzare un vero e proprio Decision Support System. Infatti memorizzando le matrici dei "pesi" in apposite tabelle di database, collegate agli elementi spaziali mediante join, ed essendo le procedure di overlay topologico impostate secondo la logica delle queries dinamiche in piping, il planner può valutare "real-time," in termini di modifica del valore dell'indice di impatto complessivo, sia gli effetti di modifiche al sistema dei pesi che di modifiche della configurazione spaziale del tracciato.

I GIS, dunque, possono essere strumenti per la traduzione operativa della rinnovata concezione di tutela ambientale, che finalmente non si limita alla sola conservazione, ma coniuga i concetti di salvaguardia, valorizzazione e fruizione del territorio, inteso come l'insieme di valori ambientali, socio-economici e culturali.

### **Abstract**

The work done is an experimentation of an effective, fast and precise method, of the Assessment of the Environmental Impact involved in the construction of a big infrastructure as a railway log.

The method is the use of GIS technologies as an instrument of knowledge, analysis and connection, of data to the environment.

The experimentation has been carried out through an academic project developed by University of Rome "Sapienza" (Faculty of Architecture "Valle Giulia", Land Planning Laboratory - Scientific Coordinator: Prof. Luciano Fonti) with the contribution and support of Intergraph Corp. (Registered Research Laboratory Program).

The EIA has been set up on an integrated procedure of analysis and elaboration of data. Using Intergraph's GeoMedia GIS software (GeoMedia Professional, GeoMedia Grid, GeoMedia Transportation Manager), after conducting the territorial analysis, the studio proceeded to define the degree of susceptibility giving a weight of sensibility to the already chosen single elements. The weights crossed with the railway features allowed to translate the environmental impact of the work in numerical and symbolic terms, to find the railway logs with the greater impact and to define alternatives to reduce it.

The GIS, created to have a powerful instrument of collecting and processing information, which may support decisional stages, are the operative transposition of the renewed environment protection. The protection is not limited to mere conservation but joints the ideas of safeguarding, value increasing and fruition of the environment. This is meant as the collection of environmental, social economic and cultural values.

### **1. La Gronda Merci di Roma**

Il progetto, che ricade principalmente nell'ambito della provincia di Roma, interessando nella parte terminale anche la provincia di Latina, prevede la realizzazione di un nuovo tracciato in variante, nel tratto compreso tra la Stazione di Ponte Galeria e la Stazione di Pomezia - S. Palomba, e in affiancamento alla linea Roma - Napoli via Formia nel tratto tra Pomezia - S. Palomba e Campoleone.

Il raddoppio della linea ferroviaria si svolge interamente in una zona di elevata qualità ambientale, e con una notevole concentrazione di beni archeologici e storico-monumentali. Tali beni a seguito della forte pressione antropica, che negli ultimi decenni ha determinato profonde e notevoli trasformazioni del paesaggio, sono inseriti in una disseminazione di insediamenti edilizi, industriali e residenziali che ha prodotto la perdita totale del carattere rurale e naturale dei luoghi. Non sempre le aree urbanizzate risultano interamente edificate, tuttavia, una volta abbandonata la connotazione agricola o in assenza della tutela naturale, anche se non completamente edificate, è come se fossero tali. Si evidenziano sul territorio rischi organizzativi quali la crescita insediativa diffusa, la progressiva costituzione di un vero e proprio hinterland per Roma (e quindi l'esistenza di un problema "area romana"), e le gravi forme di deterioramento dell'ambiente che si accompagnano alla crescita diffusa ed al decentramento produttivo.

La Gronda Merci, da inserire sulla direttrice nord-sud, è contenuta negli strumenti di pianificazione di settore che la individuano come segmento strategico per la riorganizzazione degli itinerari merci esterni al nodo di Roma.

Le opere del Progetto di Gronda sono inserite nei programmi della legge 443/01 "Legge obiettivo", che si propone di regolare la realizzazione delle opere pubbliche maggiori, definite "strategiche e di preminente interesse nazionale".

### **2. La procedura di V.I.A.: il GIS come SDSS**

Nel presente studio la procedura di V.I.A. è stata utilizzata come strumento di supporto per il decisore: infatti, la metodologia sviluppata permette di valutare gli impatti per le alternative progettuali evidenziando il tracciato a maggior compatibilità ambientale. Conseguentemente il GIS diviene uno Spatial Decision Support System. La tecnologia Intergraph GeoMedia - caratterizzata da interoperabilità in modalità "live" verso le varie sorgenti di dati geospaziali COTS e dal disporre di tutte le funzionalità di analisi GIS (geometrico-topologiche e a livello di RDBMS) in modalità "dinamica e orientata al processo" cioè come flusso rieseguibile a tempo di esecuzione su sorgenti dati connesse "live" in locale e/o in Intranet/Internet - si è dimostrata perfettamente rispondente a tale approccio metodologico.

### **2.1. Le analisi territoriali di base**

L'ortofoto IT2000 NR della Regione Lazio in coordinate UTM33ED50 è stata scelta quale feature class di riferimento geotopografico. Le feature class aventi sistemi di coordinate diversi da UTM33ED50 sono state riproiettate utilizzando un modulo software per GeoMedia che permette di effettuare la trasformazione di datum attraverso l'uso dei grigliati di conversione IGM.

All'interno dell'area vasta è stata definita, in funzione delle caratteristiche generali dell'area d'inserimento, e delle potenziali interferenze ambientali prodotte dall'opera, l'area d'influenza potenziale, ossia l'area di massima interrelazione tra la ferrovia e l'ambiente. Nello specifico si è ritenuto che un'ampiezza di circa 1 km circa a cavallo del tracciato possa costituire un margine sufficiente per rilevare le possibili interferenze tra l'opera ed i principali ricettori di impatto.

Le analisi ambientali hanno riguardato i seguenti tematismi: l'Uso del Suolo e il Sistema Idrogeologico.

L'esame dell'Uso del Suolo nel territorio oggetto di indagine è stato effettuato a mezzo analisi fotointerpretativa integrata da rilievi effettuati mediante sopralluoghi. L'Uso del Suolo evidenzia le destinazioni d'uso del territorio, ripartendole sostanzialmente in spazi aperti (verde urbano, seminativi, colture specializzate, etc.) ed elementi del sistema insediativo (urbanizzato, industrie, cave, etc.).

L'area interessata dal progetto si caratterizza per la prevalenza di territori utilizzati per coltivazioni di tipo estensivo, con pochi appezzamenti ancora dedicati alle coltivazioni di pregio, quali i vigneti e gli uliveti.

L'analisi Idrogeologica mostra come l'area interessata dall'attraversamento della linea ferroviaria è caratterizzata da un importante reticolo idrografico naturale, con corsi d'acqua di ordine ed importanza diversa, (dal Tevere ai Fossi di Malafede e Radicelli) e da una fitta rete di canalizzazioni artificiali.

Dal punto di vista morfologico il territorio è caratterizzato da vaste aree pianeggianti e dalla presenza in superficie di terreni ovunque in certa misura permeabili; buona parte delle acque meteoriche si infiltra nel sottosuolo alimentando una falda che si manifesta con numerose emergenze naturali ed è sfruttata con pozzi di diverso tipo e profondità.

Le analisi del quadro normativo si sono riferite ai vincoli che tutelano il territorio, e riguardano: lo stralcio del PTP e del PAI, il Patrimonio Storico-Archeologico e le Aree Naturali Protette.

Il territorio in oggetto è un insieme molto articolato di aree sensibili dal punto di vista naturalistico e storico-archeologico. Si caratterizza per la presenza del Parco del Litorale Romano, per la Riserva di Decima Malafede, per la Z.P.S. di Castelporziano, e per il S.I.C. dei Querceti Idrofilii; dal punto di vista idrogeologico il territorio risulta caratterizzato dalla presenza di aree esondabili alcune di classe R4 ed inoltre sono presenti diffusamente sul territorio aree e beni di interesse storico-monumentale.

Il tracciato attraversa per un lungo tratto in rilevato il parco del Litorale Romano e la Riserva Naturale di Decima Malafede, interessando altresì vaste aree sottoposte a vincolo idrogeologico, e lambisce le aree di rispetto dei numerosi beni storico-archeologici che insistono sul territorio.

La prima parte del lavoro si è conclusa, dunque, con la messa a punto di una serie feature class relative ad altrettanti sistemi territoriali.

### **2.2. Valutazione delle Sensibilità Territoriali**

La seconda parte del lavoro ha comportato analisi e valutazioni delle Sensibilità Territoriali dei tematismi precedentemente individuati.

Per ogni sistema territoriale analizzato è stata predisposta un'opportuna scala di Sensibilità che ha permesso di visualizzare, in specifiche carte tematiche (Carte di Sensibilità) il grado di suscettività del territorio nei confronti del tracciato ferroviario.

La valutazione delle scale di sensibilità fa riferimento ad un più generale concetto di *interferenza*, che provoca su sistemi diversi, diversi tipi di ripercussioni potenziali. Ripercussioni che inducono su ciascuno dei Sistemi effetti diversificati che possono variare dalla detrazione ambientale (Uso del

Suolo e Aree Protette), alla compatibilità con le infrastrutture (Uso del Suolo), alla vulnerabilità fisica degli elementi (Idrogeologia), alla compatibilità con le previsioni normative (Sistema dei Vincoli).

Le Carte di Sensibilità sono state create associando a ciascun elemento dei Sistemi un peso relativo ad una scala di sensibilità all'uso predisposta (*alta* peso 3, *media* peso 2, *bassa* peso 1).

Si riportano le metodologie utilizzate per le valutazioni di Sensibilità.

*Sistema Ambientale - Uso del Suolo.* In generale posseggono alta sensibilità tutti quegli elementi che a causa di un eventuale inserimento della linea ferroviaria sono più a rischio di detrazione ambientale (elementi naturali) o di degrado delle strutture (elementi antropici). In questa analisi influisce sul giudizio il livello di qualità (ambientale o strutturale) dell'elemento suscettibile di impatto.

*Sistema Ambientale – Idrogeologico.* In questo caso l'analisi della Sensibilità è in definitiva la valutazione della propensione al dissesto del territorio, quindi entrano in gioco esclusivamente i dati relativi alle caratteristiche di consistenza e permeabilità del territorio, in quanto consentono di definire immediatamente classi di vulnerabilità (e quindi di sensibilità).

*Sistema dei Vincoli.* Per il caso delle Aree Protette, la valutazione della Sensibilità, fa riferimento alla compatibilità del tracciato ferroviario con le previsioni normative. Sono vincolate tutte quelle aree che concorrono alla costruzione della struttura ecologica del paesaggio naturalistico e che sono per questo gli elementi più fragili del sistema ambientale. L'attribuzione dei pesi di sensibilità è stata operata basandosi sostanzialmente sulla forza e sull'entità del vincolo, così come previsto dalla normativa vigente. Anche per gli altri due sottosistemi dei Vincoli l'attribuzione dei pesi di sensibilità è stata operata attenendosi alla forza e all'entità del vincolo imposto dalla normativa.

Infine a partire da tutte le Carte di Sensibilità, mediante overlay topologico, è stata ottenuta la Carta di Sintesi delle Sensibilità Territoriale indicativa della sensibilità complessiva del territorio. I pesi di sensibilità così ottenuti, che rappresentano la somma algebrica dei valori dei pesi delle singole feature class, sono stati poi riclassificati in una scala a 5 classi (Sensibilità Bassa, Medio-Bassa, Media, Medio-Alta, Alta), ottenuta attraverso una riparametrizzazione ponderata delle grandezze.

### **2.3. Valutazione delle interferenze (criticità) del tracciato sul territorio**

I tronchi ferroviari (tratti omogenei per caratteristiche tecniche) sono stati "pesati" sulle Sensibilità Territoriali e, poi, in base alle Matrici di Criticità, sono stati valutati i diversi impatti che i tronchi producono sul territorio.

Per analizzare l'interferenza che il tracciato ferroviario produce sul Sistema Territoriale si è definita una procedura che si articola in 3 fasi :

a. Identificazione delle *Componenti Omogenee* del tracciato: il tracciato ferroviario è stato distinto in tronchi omogenei per caratteristiche strutturali perchè ciascuna tipologia di tronco va ad impattare diversamente su ciascun sistema ambientale considerato.

b. Valutazione delle *Criticità* dei Tronchi di Ferrovia su ogni Sistema Ambientale: attraverso un'operazione di overlay topologico, a ciascun tratto omogeneo sono state associate le sensibilità territoriali del sistema analizzato. Ai segmenti così individuati (caratterizzati sia dalle componenti strutturali, che dalle sensibilità ambientali) attraverso le *Matrici di Criticità*, diverse per ogni sistema analizzato, sono stati associati i "pesi di criticità".

Dette matrici sono state impostate secondo il seguente criterio di massima:

Criticità Alta: quando l'interferenza indotta dall'intervento produce, per le condizioni di sensibilità degli elementi, o per la natura stessa delle azioni dell'intervento, conseguenze "ambientali" tali da poter escludere ogni azione di mitigazione.

Criticità Media: quando l'interferenza con gli elementi dei sistemi ambientali non produce alterazioni eccessive e quando contemporaneamente questi effetti possono essere attenuati con azioni di mitigazione.

- Criticità Bassa: quando l'interferenza non produce alterazioni significative degli elementi dei sistemi ambientali.
- c. Unione topologica (Analytical Merge) dei "segmenti" di uguale criticità: attraverso un'operazione di "fusione" degli archi a criticità uguale si è giunti alla valutazione complessiva dell'*Impatto* della ferrovia su ciascun sistema ambientale.

		SENSIBILITA' TERRITORIALI		
		ALTA	MEDIA	BASSA
INTERVENTI	GALLERIA	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>
	RASO	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>
	RILEVATO	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Bassa</i>
	TRINCEA	<i>Alta</i>	<i>Media</i>	<i>Bassa</i>
	VIADOTTO	<i>Alta</i>	<i>Bassa</i>	<i>Bassa</i>

Tabella 1. Matrice di Criticità

#### 2.4. Il risultato dello studio e una proposta di minimizzazione dell'impatto

La Carta di Sintesi delle Criticità è il risultato di un'operazione di overlay topologico che consente di incrociare tutti i dati provenienti dalle analisi fatte su ogni Carta di Sensibilità.

I valori di Criticità così ottenuti, compresi tra 1 e 15 (risultato della somma algebrica dei diversi pesi), sono stati riclassificati definendo delle classi che tengono conto anche della lunghezza dei tronchi derivanti dalle intersezioni precedentemente effettuate.

Il tracciato ha un Indice di Criticità Globale sul territorio abbastanza diversificato. Nel primo tratto (tra Ponte Galeria e il Fiume Tevere) l'indice di criticità si attesta su valori medi e medio-alti, ed è influenzato da valori di Sensibilità Territoriale medi, dovuti soprattutto al sistema dei vincoli e delle aree protette.

Dal Tevere e fino alla Stazione di Pomezia - S. Palomba l'indice si attesta su valori più elevati; valori dovuti all'elevata sensibilità del territorio per quel che riguarda i sistemi delle aree protette e dei vincoli paesistici.

Da Pomezia e fino a Campoleone, laddove non sono presenti né aree protette, né vincoli, l'indice di criticità ritorna su valori medio-bassi, influenzato solo dai sistemi dell'uso del suolo e dal sistema idrogeologico.

In base ai risultati ottenuti con la Carta di Sintesi delle Criticità e sfruttando le caratteristiche di GeoMedia è assai semplice svolgere un'analisi di variante del tracciato ferroviario per cercare di ridurre l'Impatto Ambientale. Infatti, la sequenza di analisi è stata svolta come sequenza di operatori e salvata a livello di processo (Geoworkspace). Operando una riconfigurazione geometrica del tracciato (e modificando le caratteristiche del database relative alla sede), e riaprendo il geoworkspace relativo all'analisi, il calcolo dell'Indice di Criticità Globale viene aggiornato in tempo reale.

Infatti dall'analisi della Carta di Sintesi delle Criticità si nota come i tratti di ferrovia ad alta criticità siano localizzati :

- in prossimità del Fosso Tagliente, nelle aree bonificate del Fiume Tevere;
- in località La Lungherina nella piana del Fosso di Malafede che, per lunghezza, si configura come quello maggiormente impattante;
- nei pressi di Quarto dello Schizzanello.

Analizzando le interferenze del tracciato con le singole Sensibilità Territoriali, si può vedere che la Criticità Finale *alta* è dovuta soprattutto ai Sistemi dei Vincoli che ricadono sul territorio.

In particolare il fattore di Sensibilità che pesa maggiormente è quello relativo alle "Aree Protette".

Il tratto localizzato nelle aree bonificate del Tevere attraversa zone vincolate sia dal punto di vista idro-paesaggistico, che storico-archeologico, ed interferisce anche con il Parco del Litorale Romano. Data la perimetrazione delle suddette aree, però, un eventuale riconfigurazione del tracciato non produrrebbe una minimizzazione dell'impatto.

Per minimizzare l'impatto del tratto a maggior criticità, quello che attraversa la piana del Fosso di Malafede, si può pensare ad un' alternativa di tracciato che, compatibilmente con l'andamento altimetrico del terreno, eviti di attraversare le aree ad alta sensibilità del Sistema dei Vincoli Idro-Paesaggistici (Stralcio PTP e PAI). Tale spostamento tuttavia non andrebbe ad abbassare l'impatto dovuto al passaggio della ferrovia nella Riserva Naturale di Decima-Malafede.

#### **Bibliografia**

AA.VV.( 1997), *Comune di Roma, Ass. Politiche Ambientale e Agricole, Dip. X Area Risorsa Suolo e Tutela Ambiente, Guida ai parchi di Roma, Decima Malafede-Riserva Naturale*, Photolaser, Roma

AA.VV.( 1991), *Corine biotopes. The design, compilation and use of an inventory of site of major importance for nature conservation in the European Community*, Cook Hammond & Kell Ltd., London.

AA.VV.(2004), *Italferr, Gronda Merci di Roma - Cintura Sud*, Roma.

Collamarini D., Gisotti G. (1982) "Suolo e Vegetazione nella Tenuta di Castelporziano", *Genio Rurale*, Roma, anno XLV n. 9:35-36.

Fiduccia A., Fonti L. (2004), *Analisi di compatibilità ambientale relativa all'interferenza fra due tracciati ferroviari in Sicilia: Patti-Castelbuono e Castelbuono-Catenanuova-Catania*, CITERA Facoltà di Architettura Valle Giulia, RFI Ferrovie dello Stato, Roma.

Loda A. (2006), "Indici per il monitoraggio paesistico di una nuova infrastruttura autostradale", *IX Conferenza Italiana Utenti ESRI*, numero 22.

Pazienti M. (a cura di) (1991), *Lo studio di impatto ambientale: elementi per un manuale*, IRSPER Istituto Regionale di Studi e Ricerche per la programmazione economica e territoriale della Regione Lazio, Franco Angeli Editore, Milano.

Rizzi G. (1998), *Valutazione di impatto ambientale - Corso di specializzazione*, Ed. DEI Roma Tipografia del Genio Civile, Roma.