

**VALORIZZAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE NON UTILIZZATE  
ATTRAVERSO LA CREAZIONE DI UN SISTEMA DI GREENWAYS**

SECONDA PARTE

Punti secondo e terzo

Valutazione dei diversi tipi possibili di utilizzo delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate in funzione della specificità delle differenti realtà italiane

Determinazione dei criteri di base per individuare i possibili utilizzi alternativi in funzione del contesto territoriale e sociale esistente (determinazione del rapporto tra le linee ferroviarie da valorizzare e le condizioni al contorno)

Di:

*Dr. Giulio Senes*

*Dr. Natalia Fumagalli*

*Dr. Roberto Rovelli*

Con il coordinamento di:

*Prof. Ing. Alessandro Toccolini*

Milano, aprile 2002

**VALORIZZAZIONE DELLE LINEE FERROVIARIE NON UTILIZZATE  
ATTRAVERSO LA CREAZIONE DI UN SISTEMA DI GREENWAYS**

**SECONDA PARTE**

Punti secondo e terzo

Valutazione dei diversi tipi possibili di utilizzo delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate in funzione della specificità delle differenti realtà italiane

Determinazione dei criteri di base per individuare i possibili utilizzi alternativi in funzione del contesto territoriale e sociale esistente (determinazione del rapporto tra le linee ferroviarie da valorizzare e le condizioni al contorno)

Di:

*Dr. Giulio Senes*

*Dr. Natalia Fumagalli*

*Dr. Roberto Rovelli*

Con il coordinamento di:

*Prof. Ing. Alessandro Toccolini*

## INDICE

1. Definizione di una metodologia per l'individuazione dei possibili utilizzi alternativi delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate	1
2. Applicazione al territorio italiano della metodologia proposta	4
2.1. Premessa	4
2.2. Definizione degli elementi da inserire nel GIS e delle rispettive fonti informative	4
2.3. Inserimento dei dati nel GIS	10
2.4. Definizione delle “ <i>aree di influenza</i> ” di ciascun elemento ed analisi del rapporto con le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate	17
3. Risultati dell'applicazione	25
3.1. Applicazione a tutte le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate	25
3.2. Applicazione alle sole linee FS dismesse e sottoutilizzate	27

### Allegati

1. Il Geographical Information System (GIS)
2. Tavole
  - Tavola 1 – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in Italia*
  - Tavola 2 – *Densità abitativa comunale in Italia (ab./km<sup>2</sup>)*
  - Tavola 3 – *Suddivisione altimetrica dei comuni secondo l'ISTAT*
  - Tavola 4 – *Visione d'insieme dei tematismi digitalizzati*
  - Tavola 5 – *Visualizzazione delle “aree di influenza” individuate*
  - Tavola 6a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate di interesse turistico*
  - Tavola 6b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate di interesse turistico (solo linee FS)*
  - Tavola 7a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in aree prossime alle zone d'acqua  
interne e ai fiumi*

Tavola 7b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi (solo linee FS)*

Tavola 8a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in aree prossime alle coste marine*

Tavola 8b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in aree prossime alle coste marine (solo linee FS)*

Tavola 9a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate all'interno di aree protette*

Tavola 9b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate all'interno di aree protette (solo linee FS)*

Tavola 10a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in ambito metropolitano*

Tavola 10b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in ambito metropolitano (solo linee FS)*

Tavola 11a – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate di interesse naturalistico*

Tavola 11b – *Ferrovie dismesse e sottoutilizzate di interesse naturalistico (solo linee FS)*

Tavola 12a – *Quadro riassuntivo della caratterizzazione delle ferrovie dismesse e sottoutilizzate*

Tavola 12b – *Quadro riassuntivo della caratterizzazione delle ferrovie dismesse e sottoutilizzate (solo linee FS)*

Tavola 13 – *Linee FS dismesse e sottoutilizzate (compresi i tratti dismessi in seguito a varianti di tracciato)*

## 1. Definizione di una metodologia per l'individuazione dei possibili utilizzi alternativi delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate

Nel corso della fase precedente del presente studio sono state individuate le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate oggetto di analisi nelle successive fasi: si tratta delle linee FS non in esercizio e di quelle in esercizio ma poco o non utilizzate (Tavola 1), definite linee “a scarso traffico” e linee “a spola”, nel “Piano Informativo Rete” di FS SpA dell’anno 2000.

Le possibilità di utilizzo di tali linee sono, naturalmente, legate a diversi fattori, tra cui risultano fondamentali:

- a) le caratteristiche delle linea: utilizzazione attuale, stato di conservazione, regime di proprietà, ecc.;
- b) il contesto territoriale e sociale degli ambiti attraversati dalla linea.

In particolare, riguardo al primo punto, stabilito lo stato di utilizzo attuale delle linee, si rende necessaria, al fine di approfondire le conoscenze relativamente ad ogni singola linea, l’interazione con Rete Ferroviaria Italiana, unico soggetto in grado di fornire informazioni dettagliate relativamente allo stato di conservazione, al regime di proprietà, ecc. di ogni singolo tratto della rete.

D’altro canto, il contesto territoriale e sociale attraversato dalle linee risulta essere altrettanto importante, in quanto va ad influire in maniera duplice sul possibile utilizzo della linea, contribuendo a determinare:

- le esigenze della popolazione, e quindi la *domanda* per una “mobilità dolce” (attraverso una rete - o solo un percorso - alternativa a quella tradizionale e dedicata ad un traffico non motorizzato);
- l’*offerta*, in termini di elementi di interesse che possono essere raggiunti e fruiti attraverso le greenways e che comprendono le risorse naturalistiche, paesaggistiche, storico-architettoniche e turistico-ricreative.

In tale quadro, risulta di fondamentale importanza l’analisi degli ambiti attraversati dalle linee ferroviarie dismesse o sottoutilizzate, da effettuarsi mediante:

1. l’individuazione degli “*elementi*” in grado di caratterizzare (in termini di dotazione di risorse naturalistiche, paesaggistiche, storico-architettoniche e turistico-ricreative) gli ambiti;

2. l'individuazione delle *fonti informative* più adatte a descrivere gli “elementi” precedentemente individuati.

In altre parole, riguardo alle risorse naturalistiche è possibile formulare il seguente esempio:

1. uno degli “*elementi*” in grado di caratterizzare l’ambito è la presenza di “aree protette”;
2. una possibile fonte informativa potrebbe essere la “carta delle aree protette” edita da un determinato ente in una determinata scala.

Tali due “passaggi” sono profondamente legati tra loro: infatti, anche la scelta degli “elementi” (passaggio 1) risulta inevitabilmente influenzata dalla disponibilità, per il territorio in esame, di una fonte informativa accessibile (passaggio 2) in termini di tempi e costi.

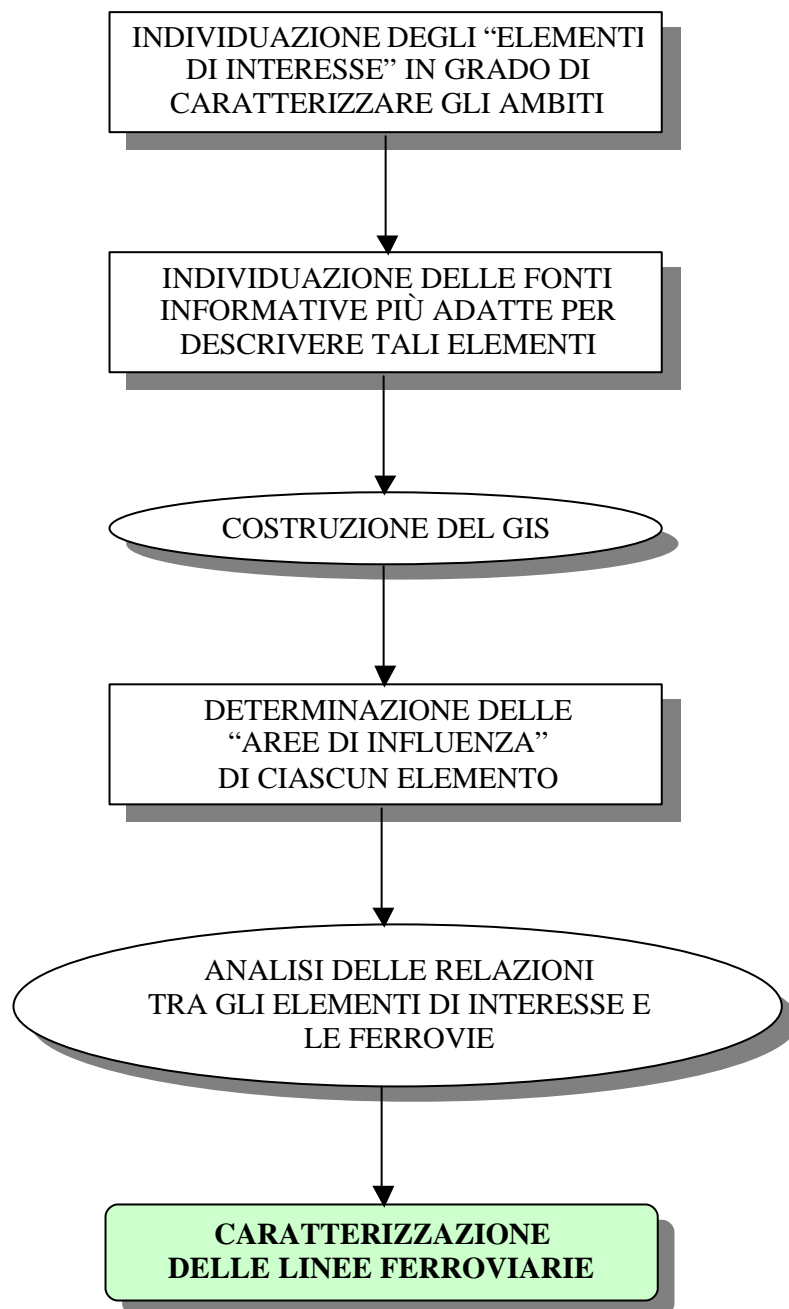
In tal senso, ai fini del presente lavoro, sono state considerate sia la necessità di dover operare sull’intero territorio nazionale sia l’esigenza di giungere ad una caratterizzazione delle linee ferroviarie potenzialmente utilizzabili come greenways in tempi sufficientemente rapidi.

Le informazioni da raccogliere devono pertanto essere:

1. disponibili per tutto il territorio nazionale,
2. facilmente reperibili,
3. acquisibili in tempi e con costi ragionevoli,
4. georeferenziabili, in modo da poter essere introdotte nel GIS, all’interno del quale sono già state inserite le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate.

Una volta individuati gli elementi in grado di caratterizzare gli ambiti attraversati dalle linee ferroviarie e le rispettive fonti informative, si deve procedere alla determinazione, per ognuno di essi, dell’ “*area di influenza*”, in funzione delle sue caratteristiche intrinseche. In tal modo si possono mettere in relazione tali elementi con le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate e giungere ad una caratterizzazione di queste ultime in funzione degli ambiti attraversati.

Sulla base di tali considerazioni, è stata sviluppata una metodologia (Fig. 1) per l’analisi delle relazioni tra gli “*elementi di interesse*” presenti nel territorio e le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate, che, dopo una applicazione campione per il territorio della Regione Lombardia, è stata estesa all’intero territorio nazionale.



*Figura 1 - Schema concettuale della metodologia utilizzata per l'individuazione dei possibili utilizzi alternativi delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate.*

## 2. Applicazione al territorio italiano della metodologia proposta

### 2.1 Premessa

L'applicazione al territorio italiano della metodologia illustrata nel paragrafo precedente per la caratterizzazione delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate in funzione degli ambiti attraversati, si è articolata in tre "passaggi":

- costruzione del **Sistema Informativo Territoriale** contenente gli "*elementi*" ritenuti utili per la caratterizzazione dal punto di vista fisico, sociale, naturalistico e storico-culturale delle aree attraversate dalle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate;
- definizione delle aree di influenza di ciascun elemento;
- analisi del rapporto tra gli elementi di interesse e le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate.

Sia per la costruzione del Sistema Informativo Territoriale che per le successive elaborazioni ci si è avvalsi della tecnologia GIS (Geographical Information System) che, come meglio specificato nell'**allegato 1**, ha consentito sia di acquisire i dati necessari per l'analisi che di svolgere le successive operazioni di "overlay mapping" (sovrapposizione di diversi tematismi) e di "buffering" (individuazione delle aree situate entro una certa distanza dagli "*elementi di interesse*").

La costruzione del Sistema Informativo Territoriale si è svolta attraverso le seguenti fasi operative:

- definizione degli "*elementi*" ritenuti utili per la caratterizzazione degli ambiti attraversati dalle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate e delle *fonti informative* più adatte per la loro individuazione e per il loro inserimento nel GIS;
- inserimento dei dati nel GIS.

### 2.2 Definizione degli elementi da inserire nel GIS e delle relative fonti informative

Come già accennato in precedenza, una delle peculiarità del GIS consiste nel fatto che le informazioni sono geo-referenziate.

La georeferenziazione delle informazioni può avvenire:



- nella fase di inserimento (digitalizzazione) nel GIS degli elementi considerati (aree protette, fiumi, ecc.), tramite “appoggio” ad un sistema di coordinate geografiche;
- nel caso di dati statistici o comunque riferibili ad unità amministrative, attribuendo il valore all’unità territoriale di riferimento.

Ai fini del presente studio, si è ritenuto che tale unità amministrativa di riferimento potesse essere utilmente rappresentata dal Comune, sia perché i dati statistici di maggior dettaglio pubblicati dall’ISTAT nell’ambito dei Censimenti si riferiscono al Comune, sia perché, operando a livello nazionale, il dato statistico medio può essere considerato “sufficientemente rappresentativo” della più articolata realtà di ogni Comune.

Gli elementi utili per la caratterizzazione degli ambiti attraversati dalle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate considerati ai fini del presente studio sono stati:

- la densità abitativa;
- l’altimetria;
- le località di interesse turistico;
- le aree protette;
- i corpi idrici.

### Densità abitativa

Il primo elemento che si è ritenuto utile prendere in considerazione è la **densità abitativa comunale** (rapporto fra abitanti e superficie di ogni Comune), indice del grado di urbanizzazione del comune e indicatore della “potenziale domanda” di greenways (Tavola 2).

Tale elemento appare di interesse sia perché nelle zone ad alta densità abitativa esiste un elevato numero (molto concentrato nello spazio) di potenziali utilizzatori delle greenways (tra l’altro alle prese con le problematiche connesse ad un traffico automobilistico eccessivo) sia perché in tali zone esiste di norma un’elevata concentrazione di “centri di vita” (luoghi di residenza, luoghi di lavoro, centri/aree commerciali, ecc.), che si caratterizzano come importanti elementi da connettere attraverso la creazione di una rete di greenways. Risulta evidente che in tali aree le future greenways avranno, presumibilmente, valenza “di trasporto”, oltre che valenza “turistico-ricreativa”.

La **densità abitativa comunale** è stata calcolata partendo dai dati ISTAT relativi alla “popolazione residente” e alla “superficie territoriale” di ogni Comune (Censimento Generale della Popolazione, 1991).

Il dato della densità abitativa di ogni comune d’Italia è stato associato nel GIS al poligono che delimita l’area del comune stesso, in modo da poterlo georeferenziare, e quindi metterlo in relazione dal punto di vista spaziale con gli altri elementi inseriti e con le linee ferroviarie dismesse o sottoutilizzate.

### Altimetria

Una prima caratterizzazione fisica del territorio può invece essere data dall’altimetria. L’ipotesi di acquisire un modello digitale del terreno (o di crearne uno a partire dalle curve di livello) per l’intero territorio nazionale è stata subito scartata a causa dei costi elevatissimi (in termini di risorse economiche e umane).

Ai fini del presente lavoro è stato quindi deciso di utilizzare la **suddivisione altimetrica dei comuni**, così come prevista dall’ISTAT (Tavola 3).

- *comuni di pianura*, sono quelli aventi territorio basso e pianeggiante caratterizzato dall’assenza di masse rilevate. Sono incluse in questa zona altimetrica anche le propaggini di territorio che nei punti più discosti dal mare si elevino ad altitudine, di regola, non superiore a 300 m, ed eventuali rilievi montagnosi o collinari interclusi nella superficie pianeggiante e di estensione trascurabile;
- *comuni di collina*, sono quelli aventi territorio caratterizzato dalla presenza di diffuse masse rilevate aventi altitudine, di regola, inferiore a 600 m nell’Italia settentrionale e 700 m nell’Italia centro-meridionale e insulare. Eventuali aree intercluse aventi differenti caratteristiche sono comprese nella zona di collina;
- *comuni di montagna*, sono quelli aventi territorio caratterizzato dalla presenza di notevoli masse rilevate aventi altitudine, di norma, non inferiori a 600 m nell’Italia settentrionale e 700 m nell’Italia centro-meridionale e insulare. Le aree intercluse tra le masse rilevate, costituite da valli, altipiani ed analoghe configurazioni del suolo, sono comprese nelle zone di montagna.

Da precedenti esperienze effettuate si può affermare che, per il livello nazionale, il grado di approssimazione di tale informazione è sufficiente. L'adeguatezza dell'informazione appare ancor più evidente se si considera che le linee ferroviarie (grazie ad accorgimenti di tracciato e all'opera dell'uomo) sono, comunque, di pendenza contenuta. L'altimetria, quindi, non serve a caratterizzare la linea, bensì l'ambito attraversato (pianura, collina, montagna).

La georeferenziazione di tale informazione è avvenuta con la stessa modalità utilizzata per la densità abitativa, associandola alla stessa banca dati dei limiti amministrativi comunali.

Per quanto riguarda la presenza di risorse, ci si è soffermati sugli "elementi" di seguito descritti.

### Località di interesse turistico

L'**interesse turistico delle località** (Tavola 4) può essere considerato un "indice sintetico" della presenza sia di risorse storico-architettoniche sia di strutture ricettive.

In tal senso, si è deciso di adottare la classificazione TCI (Touring Club Italiano), che individua:

- *località di grande interesse;*
- *località molto interessanti;*
- *località interessanti.*

Per completare la caratterizzazione delle località di interesse turistico di cui sopra, si è ritenuto necessario acquisire anche l'informazione relativa alla loro "importanza" (sempre da fonte TCI), legata essenzialmente alla loro classificazione a fini amministrativi (capoluoghi di regione e di provincia, centri importanti, comuni, altre località) (Tab.1), suddividendo le località in:

- *località molto importanti;*
- *località importanti;*
- *località poco importanti.*

Sia per l'individuazione che per la digitalizzazione di questo elemento è stata utilizzata la cartografia TCI in scala 1:200.000 (2000).

**Tab. 1 – Esempio della classificazione di alcune località in funzione del loro grado di interesse turistico e di importanza.**

		<i>IMPORTANZA</i>		
		<i>Molto importante</i>	<i>Importante</i>	<i>Poco importante</i>
<i>INTERESSE</i>	<i>Grande interesse</i>	Roma	Taormina	-
	<i>Molto interessante</i>	Como	Sirmione	Porto Venere
	<i>Interessante</i>	Oristano	Imola	Ponza

### Aree protette

La presenza di aree protette, sia di livello nazionale che regionale, è indice di ricchezza dal punto di vista naturalistico. Le fonti utilizzabili sono diverse. Si è ritenuto comunque utile, anche in questo caso, utilizzare la cartografia TCI in scala 1:200.000<sup>1</sup> (2000), sia per l'individuazione che per la digitalizzazione di questo elemento (Tavola 4).

In virtù della fonte usata per l'acquisizione del dato (in scala 1:200.000), si sono considerate solo le aree protette aventi una superficie maggiore di 1 km<sup>2</sup>, in accordo con gli standard che definiscono le unità minime cartografabili (u.m.c.) in rapporto alla scala adottata (alla scala adottata, 1 km<sup>2</sup> corrisponde ad un quadrato di dimensioni 0.5 cm x 0.5 cm).

### Corpi idrici

Una posizione di rilievo fra le risorse è occupata dai corpi idrici, siano essi costituiti da **corsi d'acqua**, da **zone d'acqua interne** o **marine** (Tavola 4). Tali elementi, infatti, oltre a caratterizzare fortemente il paesaggio circostante, rappresentano risorse sia dal punto di vista naturalistico che ricreativo. Per quanto riguarda *l'individuazione degli elementi*, le fonti usate sono state:

<sup>1</sup> La cartografia TCI è stata preferita alla Carta dei Parchi Naturali ENI-De Agostini in scala 1:1.250.000, indicata quale fonte per l'individuazione delle aree protette nelle *“Note per lo svolgimento della seconda fase – parte seconda”*, in quanto quest'ultima fonte si è rivelata imprecisa e incompleta.

- per i **corsi d'acqua**: l'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI)<sup>2</sup>, che suddivide i fiumi e i canali in cinque classi: *principalissimi (fiume Po)*, *1° ordine*, *2° ordine*, *3° ordine*, *4° ordine*. Ai fini del presente lavoro non si sono considerati i corsi d'acqua del 4° ordine, ad eccezione dei principali canali e navigli, perché di importanza trascurabile in relazione alla scala di riferimento adottata per la costruzione del GIS;
- per le **zone d'acqua interne** (laghi, zone umide, ecc.): la cartografia TCI in scala 1:200.000. Come per le aree protette, anche nel caso delle zone d'acqua interne si sono considerate solo quelle aventi una superficie maggiore di 1 km<sup>2</sup>;
- per le **coste marine**: la cartografia TCI. Si sono distinti i tratti di costa che si affacciano su aree marine protette, ritenuti di maggior interesse naturalistico rispetto agli altri.

Per quanto riguarda la *localizzazione degli elementi* individuati (georeferenziazione), si è utilizzata per tutti e tre la cartografia TCI in scala 1:200.000.

Nella tab. 2 è riportato un quadro riassuntivo degli elementi che sono stati inseriti nel GIS con le rispettive fonti per l'individualizzazione e la digitalizzazione.

<b>Tab. 2 – Quadro riassuntivo delle fonti informative utilizzate per la creazione del GIS.</b>		
<i>ELEMENTO</i>	<i>FONTE PER L'INDIVIDUAZIONE</i>	<i>FONTE PER LA DIGITALIZZAZIONE</i>
Densità abitativa comunale (rapporto popolazione/superficie)	ISTAT (1991)	
Suddivisione altimetrica dei comuni	ISTAT (1991)	
Località di interesse turistico	TCI 1:200.000 (2000)	TCI 1:200.000 (2000)
Aree protette	TCI 1:200.000 (2000)	TCI 1:200.000 (2000)
Corsi d'acqua	IGMI	TCI 1:200.000 (2000)
Zone d'acqua interne	TCI 1:200.000 (2000)	TCI 1:200.000 (2000)
Coste marine	TCI 1:200.000 (2000)	TCI 1:200.000 (2000)

<sup>2</sup> La classificazione IGMI è stata preferita all'elenco del Servizio Idrografico, indicato quale fonte per i fiumi nelle "Note per lo svolgimento della seconda fase – parte seconda", in quanto quest'ultimo si è rivelato troppo dettagliato in rapporto alla scala di riferimento scelta per la creazione del GIS.

La scelta della cartografia TCI 1:200.000 (Touring Club Italiano) quale base per la digitalizzazione di tutti gli strati tematici è stata dettata fondamentalmente da due ragioni:

- la necessità di garantire la congruenza sia tra i vari “*elementi*” sopra indicati, sia tra essi e il GIS delle linee ferroviarie in esercizio e non in esercizio, già realizzato proprio utilizzando quale base di riferimento per la digitalizzazione la cartografia attuale e storica del TCI in scala 1:200.000;
- la possibilità di avere una base di riferimento uniforme per l’intero territorio nazionale.

Allo stesso modo, la scelta dell’ISTAT quale fonte per la determinazione della densità abitativa comunale e per la suddivisione altimetrica dei comuni è stata dettata dalle seguenti ragioni:

- la necessità di reperire una fonte informativa ufficiale;
- la necessità di avere a disposizione un’informazione omogenea per l’intero territorio nazionale, anche se non recentissima (i dati sono derivati dal Censimento della Popolazione svolto nel 1991).

### 2.3 Inserimento dei dati nel GIS

L’inserimento dei diversi tematismi nel GIS si è svolto in due “passaggi”:

- il primo passaggio è consistito nella **digitalizzazione** e nella **georeferenziazione** degli “*elementi*” precedentemente individuati, seguito dalla correzione degli errori legati alla fase di acquisizione, dalla creazione della topologia e della tabella degli attributi legati agli elementi geografici. Gli elementi grafici di riferimento sono stati differenti per i vari tematismi (Tab. 3).

**Tab. 3 – Elementi grafici di riferimento per i diversi tematismi.**

<i>TEMATISMO</i>	<i>ELEMENTO GRAFICO DI RIFERIMENTO</i>
Limiti amministrativi comunali	Poligono
Località di interesse turistico	Punto
Aree protette	Poligono
Corsi d’acqua	Arco
Zone d’acqua interne	Poligono
Coste marine	Arco

- il secondo passaggio è consistito nella **costruzione** della banca dati alfanumerica associata a ciascuno strato tematico, attraverso l’aggiunta di una serie di “campi”<sup>3</sup> contenenti le informazioni ritenute utili (Fig. 3, allegato 1).

Di seguito sono riportati in dettaglio tutti i tematismi e i campi associati a ciascuno di essi.

<sup>3</sup> Le informazioni alfanumeriche vengono gestite dal GIS in forma tabellare: per ogni elemento (punto, arco, poligono) vi è un “record” (una riga della tabella) a cui vengono associate tutte le informazioni suddivise in diversi “campi” (colonne). Per maggiori chiarimenti si veda l’allegato 1.

<i>Nome</i>	<u><i>LIMITI AMMINISTRATIVI COMUNALI</i></u>
<i>Nome file</i>	<i>LIM_AMM</i>
<i>Descrizione</i>	<i>superficie territoriale degli 8.103 comuni d'Italia</i>
<i>Realizzazione</i>	<i>aggiunta degli attributi alla banca dati esistente</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi poligonali</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>toponimo (nome del comune)</i>
	<i>superficie comunale (in km<sup>2</sup>)</i>
	<i>popolazione (n° abitanti)</i>
	<i>densità abitativa (ab./km<sup>2</sup>)</i>
	<i>classificazione altimetrica dell'ISTAT:</i>
	<i>pianura</i>
	<i>collina</i>
	<i>montagna</i>

---

\* Le coordinate degli elementi geografici ricadenti nel fuso EST all'interno del GIS realizzato non corrispondono alle reali coordinate Gauss-Boaga, ma sono il risultato di un "accorgimento tecnico" (fittizio ampliamento del fuso ovest) adottato per consentire la "continuità della rappresentazione" all'interno del GIS.



<i>Nome</i>	<u><i>LOCALITÀ DI INTERESSE TURISTICO</i></u>
<i>Nome file</i>	<i>INT_TUR</i>
<i>Descrizione</i>	<i>Località di interesse turistico secondo la classificazione del Touring Club Italiano</i>
<i>Realizzazione</i>	<i>digitalizzazione e georeferenziazione</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi puntuali</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>toponimo (nome della località)</i> <i>tipologia</i> <i>molto importante</i> <i>importante</i> <i>poco importante</i> <i>interesse</i> <i>grande interesse</i> <i>molto interessante</i> <i>interessante</i>  <i>note</i>

---

\* Le coordinate degli elementi geografici ricadenti nel fuso EST all'interno del GIS realizzato non corrispondono alle reali coordinate Gauss-Boaga, ma sono il risultato di un "accorgimento tecnico" (fittizio ampliamento del fuso ovest) adottato per consentire la "continuità della rappresentazione" all'interno del GIS.

<i>Nome</i>	<u><b>AREE PROTETTE</b></u>
<i>Nome file</i>	<b>PARCHI</b>
<i>Descrizione</i>	<i>aree protette nazionali e regionali aventi superficie superiore a 1 km<sup>2</sup></i>
<i>Realizzazione</i>	<i>digitalizzazione e georeferenziazione</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi poligonali</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>toponimo (nome dell'area protetta)</i>
	<i>tipologia</i>
	<i>parco nazionale</i>
	<i>parco regionale</i>
	<i>parco provinciale</i>
	<i>riserva statale</i>
	<i>riserva regionale</i>
	<i>altra area protetta</i>

---

\* Le coordinate degli elementi geografici ricadenti nel fuso EST all'interno del GIS realizzato non corrispondono alle reali coordinate Gauss-Boaga, ma sono il risultato di un "accorgimento tecnico" (fittizio ampliamento del fuso ovest) adottato per consentire la "continuità della rappresentazione" all'interno del GIS.

<i>Nome</i>	<u><i>CORSI D'ACQUA</i></u>
<i>Nome file</i>	<i>FIUMI</i>
<i>Descrizione</i>	<i>corsi d'acqua principalissimi, di 1°, 2° e 3° ordine secondo la classificazione IGM, principali navigli e canali</i>
<i>Realizzazione</i>	<i>digitalizzazione e georeferenziazione</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi lineari</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>toponimo (nome del corso d'acqua)</i>
	<i>ordine            principalissimo (fiume Po)</i>
	<i>1° ordine</i>
	<i>2° ordine</i>
	<i>3° ordine</i>
	<i>4° ordine (solo i principali navigli e canali)</i>

<i>Nome</i>	<u><i>ZONE D'ACQUA INTERNE</i></u>
<i>Nome file</i>	<i>ZONE_ACQUA</i>
<i>Descrizione</i>	<i>zone d'acqua interne aventi superficie superiore a 1 km<sup>2</sup></i>
<i>Realizzazione</i>	<i>digitalizzazione e georeferenziazione</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi poligonali</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>toponimo (nome della zona d'acqua interna)</i>

---

\* Le coordinate degli elementi geografici ricadenti nel fuso EST all'interno del GIS realizzato non corrispondono alle reali coordinate Gauss-Boaga, ma sono il risultato di un "accorgimento tecnico" (fittizio ampliamento del fuso ovest) adottato per consentire la "continuità della rappresentazione" all'interno del GIS.

<i>Nome</i>	<u><i>COSTE MARINE</i></u>
<i>Nome file</i>	<i>MARE</i>
<i>Descrizione</i>	<i>coste marine del territorio italiano</i>
<i>Realizzazione</i>	<i>digitalizzazione e georeferenziazione</i>
<i>Tipologia</i>	<i>elementi poligonali</i>
<i>Unità di distanza</i>	<i>metri</i>
<i>Sistema di riferimento</i>	<i>Gauss-Boaga*</i>
<i>Attributi</i>	<i>tipo: costa marina</i> <i>costa marina affacciata su area marina protetta</i>

---

\* Le coordinate degli elementi geografici ricadenti nel fuso EST all'interno del GIS realizzato non corrispondono alle reali coordinate Gauss-Boaga, ma sono il risultato di un "accorgimento tecnico" (fittizio ampliamento del fuso ovest) adottato per consentire la "continuità della rappresentazione" all'interno del GIS.

## 2.4 Definizione delle “aree di influenza” di ciascun elemento ed analisi del rapporto con le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate

Una volta completata la costruzione del GIS degli “elementi” ritenuti utili per la caratterizzazione del territorio, al fine di valutare il rapporto tra questi ultimi e le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate si è proceduto all’individuazione dei “raggi di influenza” di ciascun elemento.

A tale riguardo si sono distinti gli elementi precedentemente elencati in due gruppi:

- elementi che costituiscono **fattori di interesse** o possono rappresentare delle **mete** per gli utenti delle greenways (località di interesse turistico, aree protette, zone d’acqua);
- elementi utili alla **caratterizzazione del territorio** (suddivisione altimetrica dei comuni) e a fornire una prima indicazione della **potenziale domanda** dei percorsi verdi (densità abitativa comunale).

Per quanto riguarda il primo gruppo di elementi, i loro “raggi di influenza” sono stati generalmente definiti ispirandosi al concetto del valore d’uso<sup>4</sup>, considerando il tempo teorico che una persona in bicicletta sarebbe disposta ad impiegare per raggiungere tali elementi. Naturalmente i pedoni, muovendosi con una velocità inferiore (mediamente 4 km/h), determinano raggi di influenza inclusi in quelli calcolati per i ciclisti.

Il criterio utilizzato può essere ricondotto alla seguente formula:

$$R_i = t_i * \bar{v} * k$$

dove:

**R<sub>i</sub>** = raggio di influenza;

**t<sub>i</sub>** = tempo teorico che una persona in bicicletta è disposta ad impiegare per raggiungere l’elemento;

**$\bar{v}$**  = velocità media con cui una persona di media attitudine si muove in bicicletta in pianura (pari a 12 km/h);

---

<sup>4</sup> Il “valore d’uso” «esprime la capacità di un oggetto di soddisfare i più importanti bisogni del genere umano» (Malthus, 1859), ed è funzione dell’utilità che si può trarre dall’utilizzo del bene. È tipicamente usato in estimo per la stima dei beni che non hanno un mercato e non hanno un costo, o questo non è considerato significativo. L’esempio più noto è quello della stima del valore di un parco in funzione di quanto (in termini di tempo e di denaro) una persona è disposta a spendere per recarvisi.

**k** = fattore di correzione altimetrico (legato alla suddivisione altimetrica dei comuni), con:

- comuni di pianura:  $k = 1$
- comuni di collina e montagna:  $k = 0,5$

Per quanto riguarda gli elementi del secondo gruppo, la **suddivisione altimetrica dei comuni** è stata utilizzata per adattare i “raggi di influenza” alla configurazione morfologica del territorio (attraverso il fattore di correzione altimetrico **k**). Bisogna considerare, infatti, che in una zona collinare o montana, data la maggior difficoltà per gli spostamenti, i chilometri percorsi a parità di tempo si riducono. Per i comuni classificati dall’ISTAT come “di montagna” o “di collina” si è quindi deciso di applicare un coefficiente di riduzione (**k**) dei chilometri percorsi (e di conseguenza dei “raggi di influenza”), pari a 0.5, conformemente a quanto riportato dalla bibliografia sull’argomento, che indica, per i percorsi con pendenze del 10-15%, un raddoppio dei tempi di percorrenza rispetto alle aree di pianura.

La **densità abitativa comunale**, invece, è stata utilizzata per individuare le aree dove la domanda di percorsi riservati ad utenti non motorizzati è potenzialmente più elevata, supponendo quest’ultima proporzionale alla densità della popolazione, ed assumendo, sulla base della bibliografia disponibile, come valore discriminante una densità di 400 abitanti per  $\text{km}^2$  (Tavola 2).

Al fine di individuare il “raggio di influenza”  $R_i$ , si è quindi proceduto a determinare i tempi teorici di percorrenza  $t_i$ , diversi a seconda dell’elemento considerato e della sua importanza.

### Località di interesse turistico

Per individuare il “raggio di influenza” delle località di interesse turistico si sono presi in considerazione sia il grado di interesse della località che il suo livello di importanza, assegnando, però, un maggior peso al fattore interesse.

Il tempo teorico complessivo  $t_i$  deriva dalla seguente formula:

$$t_i = n_i + m_i$$

dove:

$n_i$  = tempo teorico che una persona in bicicletta è disposta ad impiegare per raggiungere la località in funzione del suo grado di **interesse**;

$m_i$  = tempo teorico che una persona in bicicletta è disposta ad impiegare per raggiungere la località in funzione del suo grado di **importanza**.

In tabella 4 sono riportati i valori di  $n_i$  e  $m_i$  utilizzati per il calcolo del raggio di influenza  $R_i$  delle località di interesse turistico, riportato in tabella 5.

**Tabella 4 – Tempi teorici assunti per calcolare i raggi di influenza delle località in funzione del loro interesse e della loro importanza.**

		<i>IMPORTANZA (<math>m_i</math>)</i>		
		<i>Molto importante 15 min</i>	<i>Importante 10 min</i>	<i>Poco importante 5 min</i>
<i>INTERESSE (<math>n_i</math>)</i>	<i>Grande interesse 30 min</i>	45 min	40 min	-
	<i>Molto interessante 20 min</i>	35 min	30 min	25 min
	<i>Interessante 10 min</i>	25 min	20 min	15 min

**Tabella 5 – Raggi di influenza delle località di interesse turistico calcolati in funzione dei tempi  $t_i$  riportati nella tabella 4, secondo la formula  $R_i = t_i * v^{-1} * k$ .**

<b>A</b> Per $k = 1$ (comuni di pianura)		<b>IMPORTANZA</b>		
		<i>Molto importante</i> 3 km	<i>Importante</i> 2 km	<i>Poco importante</i> 1 km
<b>INTERESSE</b>	<i>Grande interesse</i> 6 km	9 km	8 km	-
	<i>Molto interessante</i> 4 km	7 km	6 km	5 km
	<i>Interessante</i> 2 km	5 km	4 km	3 km
<b>B</b> Per $k = 0,5$ (comuni di collina e montagna)		<b>IMPORTANZA</b>		
		<i>Molto importante</i> 3 km	<i>Importante</i> 2 km	<i>Poco importante</i> 1 km
<b>INTERESSE</b>	<i>Grande interesse</i> 6 km	4,5 km	4 km	-
	<i>Molto interessante</i> 4 km	3,5 km	3 km	2,5 km
	<i>Interessante</i> 2 km	2,5 km	2 km	1,5 km

### Corsi d'acqua

Nel definire il “raggio di influenza” dei corsi d’acqua, sempre basandosi sul criterio del tempo teorico che una persona in bicicletta sarebbe disposta ad impiegare per raggiungerli, ci si è riferiti all’ordine a loro attribuito nella classificazione IGMI.

In altre parole, il tempo teorico  $t_i$  è considerato funzione dell’ordine attribuito al corso d’acqua:

$$t_i = f(O)$$

dove:



**O** = ordine del corso d'acqua nella classificazione IGMI.

In tabella 6 sono riportati i valori di  $t_i$  utilizzati e il relativo raggio di influenza  $R_i$  dei corsi d'acqua.

<b>Tabella 6 – Tempi teorici <math>t_i</math> e raggi di influenza <math>R_i</math> dei corsi d'acqua.</b>			
<i>Ordine</i>	$t_i$	$R_i$ per $k = 1$	$R_i$ per $k = 0,5$
Fiume Po	20 min	4 km	2 km
1° - 2° ordine	10 min	2 km	1 km
3° - 4° ordine	5 min	1 km	0,5 km

### Zone d'acqua e coste marine

Per le zone d'acqua interne e le coste marine, il tempo teorico che una persona in bicicletta sarebbe disposta ad impiegare per raggiungere tali risorse, è stato considerato diverso per i vari elementi:

$$t_i = f(Z)$$

dove:

Z = tipo di zona d'acqua.

In tabella 7 sono riportati i valori di  $t_i$  utilizzati e il relativo raggio di influenza  $R_i$  delle zone d'acqua.

<b>Tabella 7 – Tempi teorici <math>t_i</math> e raggi di influenza <math>R_i</math> delle zone d'acqua.</b>			
<i>Tipo di zona d'acqua</i>	$t_i$	$R_i$ per $k = 1$	$R_i$ per $K = 0,5$
Laghi	20 min	4 km	2 km
Coste marine	30 min	6 km	3 km
Coste marine affacciate su aree marine protette	45 min	9 km	4,5 km

## Aree protette

Il criterio del tempo teorico che una persona in bicicletta sarebbe disposta ad impiegare per raggiungere gli elementi di interesse non è stato applicato nel caso delle **aree protette**, per le quali si è preferito far coincidere l' "area di influenza" con quella delle stesse aree protette, sia per la loro già significativa ampiezza sia perché le aree di reale interesse (zone di riserva integrale, aree di maggior valore naturalistico, ecc.) rappresentano in genere solo una porzione interna dell'intera area protetta.

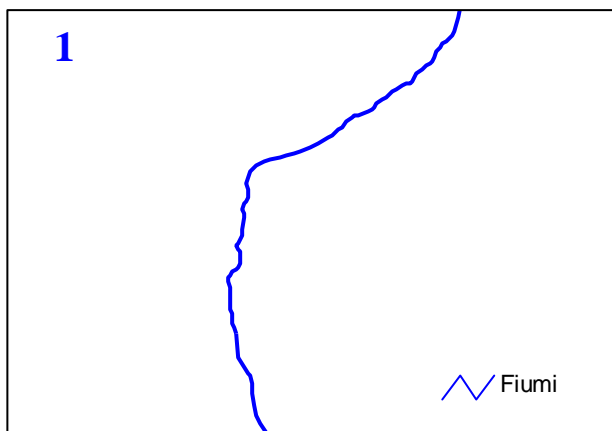
Dal punto di vista grafico, è possibile ottenere, a partire dai raggi di influenza precedentemente determinati, le relative "aree di influenza" mediante la funzione "**buffer**"<sup>5</sup> del programma ArcView. Questa, infatti, consente di creare e georeferenziare sul territorio delle aree poligonali (buffer) attorno agli elementi selezionati, secondo un'ampiezza specificata dall'utente. Naturalmente, nella determinazione delle "*aree di influenza*" non si è potuta considerare la distanza reale che una persona dovrebbe percorrere per raggiungere tali "elementi di interesse" lungo la rete viaria, ma la si è approssimata alla distanza in "linea d'aria".

A tal fine, i vari tematismi sono stati preventivamente incrociati (mediante un'operazione di "overlay mapping"<sup>6</sup>) con lo strato tematico dei limiti amministrativi, creando così nuovi tematismi in cui gli elementi di interesse originari sono suddivisi in tante porzioni quanti sono i comuni nel cui territorio ricadono. Su questi ultimi strati tematici sono stati poi creati i "buffer" (Fig. 2) attorno alle diverse porzioni degli elementi di interesse, ottenendo ampiezze diverse in funzione della suddivisione altimetrica dei comuni (Tavola 6).

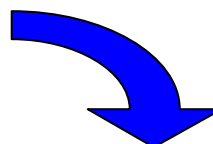
---

<sup>5</sup> Vedi allegato 1.

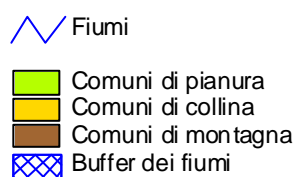
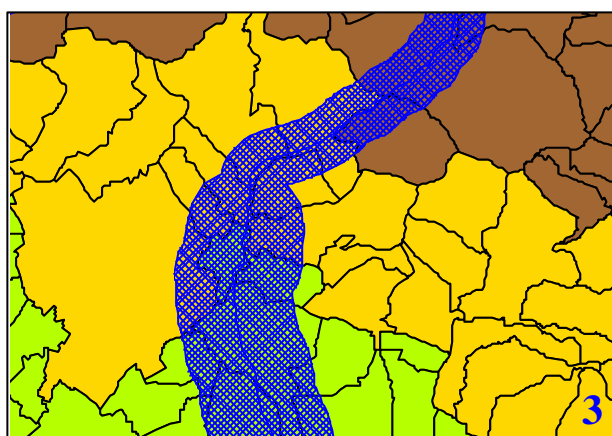
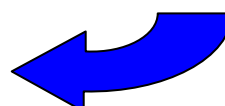
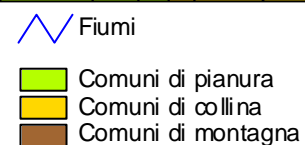
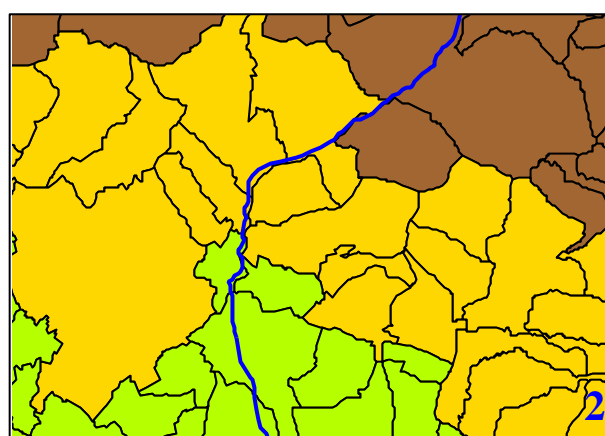
<sup>6</sup> Vedi allegato 1.



1 - Tematismo di base (es. fiumi)



2 - Incrocio del tematismo di base con i limiti amministrativi: il fiume è suddiviso in tanti archi quanti sono i comuni attraversati



3 - Creazione del buffer di diversa ampiezza in funzione della zona altimetrica

Figura 2 – Esempificazione della procedura usata per la creazione dei buffer con il GIS.

Infine, le aree di buffer dei diversi elementi di interesse e le aree dei comuni con densità superiore a 400 ab./km<sup>2</sup> sono state unite in un unico tematismo, in modo da poter individuare più facilmente tutti i tratti di linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate che ricadono all'interno delle “*aree di influenza*” di uno o più elementi, e poter esprimere un giudizio di sintesi circa la loro possibile valorizzazione attraverso la conversione in greenways.

### 3. Risultati dell'applicazione

#### 3.1. Applicazione a tutte le linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate

Il presente studio ha permesso di rilevare la presenza in Italia di 7.835 km di ferrovie dismesse e sottoutilizzate, di cui 4.608 km di proprietà FS (Tab. 8).

Tali ferrovie dismesse e sottoutilizzate rappresentano il 33% dell'intera rete ferroviaria italiana, considerata nel momento del suo massimo sviluppo (23.640 km).

Dei suddetti 7.836 km, il 65% è costituito da linee e tratti di linee dismesse, mentre le restanti sono ferrovie sottoutilizzate. In particolare, nel caso delle linee FS, i tratti dismessi ammontano a 1.905 km.

<b>Tab. 8 – Ferrovie dismesse e sottoutilizzate in Italia</b>			
	Totale (km)	FS (km)	Altre ferrovie (km)
Linee ferroviarie dismesse	5.132	1.905	3.227
<i>di cui in seguito a varianti di tracciato</i>	358	264	94
Linee ferroviarie sottoutilizzate	2.703	2.703	-
<b>Totale ferrovie dismesse e sottoutilizzate</b>	<b>7.835</b>	<b>4.608</b>	<b>3.227</b>

Tali valori presentano, tuttavia, un certo grado di approssimazione, per due motivi:

- la scala cartografica scelta per svolgere lo studio (1:200.000) offre un livello di dettaglio idoneo al livello nazionale, ma non è di grande dettaglio;
- la cartografia TCI usata è essenzialmente una cartografia stradale e può presentare delle approssimazioni nella rappresentazione dei tracciati ferroviari.

Alla scala utilizzata, inoltre, è probabile che non tutti i tratti di linee ferroviarie abbandonati in seguito alla realizzazione di varianti di tracciato siano stati individuati, in particolare quando lo spostamento in senso trasversale della sede ferroviaria è stato limitato. Tenuto conto, inoltre, della natura stradale della cartografia TCI, per evitare errori grossolani nella ricerca delle varianti di tracciato, sono state prese in considerazione solo quelle aventi una lunghezza superiore al chilometro, corrispondente a 0,5 cm sulla carta TCI.

Nonostante il margine di errore suddetto, l'applicazione della metodologia proposta all'intero territorio nazionale ha evidenziato che circa il 49 % delle ferrovie dismesse e sottoutilizzate (3.854 su 7.836 km) presenta un certo "grado di interesse" in relazione alle risorse prese in considerazione. Più in dettaglio, e come meglio mostrato dalle successive mappe, è stato possibile, innanzitutto, individuare le seguenti "caratterizzazioni elementari" dei diversi tratti di ferrovia:

- a) tratti di interesse turistico (Tavola 6a): 1.783 km (23% del totale)
- b) tratti in aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi (Tavola 7a): 2.093 km (27% del totale)
- c) tratti in aree prossime alle coste marine (Tavola 8a): 768 km (10% del totale)
- d) tratti all'interno di aree protette (Tavola 9a): 280 km (4% del totale)

Naturalmente, esistono diversi tratti che presentano contemporaneamente due, tre e anche quattro caratterizzazioni elementari. Nella tabella 9 sono riassunte tutte le possibili combinazioni.

**Tab. 9 – Tratti di ferrovia suddivisi sulla base delle caratterizzazioni elementari (km)**

	In aree di interesse turistico (a)	In aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi (b)	In aree prossime alle coste marine (c)	In aree all'interno di aree protette (d)	Totale km
4 caratterizzazioni	X	X	X	X	11
3 caratterizzazioni	X	X	X		36
	X	X		X	16
	X		X	X	10
		X	X	X	2
2 caratterizzazioni	X	X			452
	X		X		299
	X			X	35
		X	X		40
		X		X	78
			X	X	7
1 caratterizzazione	X				924
		X			1.459
			X		363
				X	122

Totale linee in aree di interesse turistico	Totale linee prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi	Totale linee prossime alle coste marine	Totale linee all'interno di aree protette	Totale linee in zone di interesse
1.783 km	2.093 km	768 km	280 km	3.854 km

Un altro dato evidenziato, è che il 14% delle ferrovie dismesse e sottoutilizzate (1.118 km), ricade in un ambito densamente popolato (“ambito metropolitano”) (Tavola 10a).

Al fine di poter meglio interpretare i dati ottenuti, si è pensato di individuare le “*caratterizzazioni aggregate*”. Si è quindi proceduto ad aggregare alcune caratteristiche delle linee ferroviarie dismesse e sottoutilizzate, riunendo i tratti in aree prossime alle zone d’acqua interne e ai fiumi (b) con quelli in aree prossime alle coste marine (c) e con quelli all’interno di aree protette (d), e individuando in tal modo i “*tratti di interesse naturalistico*” (Tavola 11a).

Infine, in Tavola 12a è possibile identificare:

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| - i tratti di solo interesse turistico (a):   | 924 km (12 % del totale)  |
| - i tratti di solo interesse naturalistico (e = b + c + d):                             | 2.071 km (26% del totale) |
| - i tratti che presentano sia un interesse turistico<br>sia un interesse naturalistico: | 859 km (11% del totale)   |

### 3.2. Applicazione alle sole linee FS dismesse e sottoutilizzate

Limitando l’analisi illustrata nel paragrafo precedente alle sole linee dismesse e sottoutilizzate di proprietà FS, è possibile individuare le seguenti “*caratterizzazioni elementari*” dei diversi tratti di ferrovia:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| a) tratti di interesse turistico (Tavola 6b):                                   | 1.020 km (22 % del totale FS) |
| b) tratti in aree prossime alle zone d’acqua interne e<br>ai fiumi (Tavola 7b): | 1.196 km (26 % del totale FS) |
| c) tratti in aree prossime alle coste marine (Tavola 8b):                       | 558 km (12 % del totale FS)   |
| d) tratti all’interno di aree protette (Tavola 9b):                             | 106 km (2 % del totale FS)    |

Naturalmente, anche in questo caso, vi sono tratti che presentano contemporaneamente più “*caratterizzazioni elementari*”, rientrando nelle “*aree di influenza*” di diversi elementi (Tab. 10).

**Tab. 10 – Tratti di linee FS dismesse e sottoutilizzate suddivise sulla base delle caratterizzazioni elementari (km)**

	In aree di interesse turistico (a)	In aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi (b)	In aree prossime alle coste marine (c)	In aree all'interno di aree protette (d)	Totale km
4 caratterizzazioni	X	X	X	X	1
3 caratterizzazioni	X	X	X		14
	X	X		X	2
	X		X	X	10
		X	X	X	1
2 caratterizzazioni	X	X			244
	X		X		219
	X			X	12
		X	X		22
		X		X	37
			X	X	7
1 caratterizzazione	X				517
		X			875
			X		284
				X	36

Totale linee FS in aree di interesse turistico	Totale linee FS prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi	Totale linee FS prossime alle coste marine	Totale linee FS all'interno di aree protette	Totale linee FS in zone d'interesse
1020 km	1196 km	558 km	106 km	2282 km

Un altro dato evidenziato dallo studio, è che il 14% delle linee FS dismesse e sottoutilizzate (625 km), ricade in un ambito densamente popolato (“ambito metropolitano”) (Tavola 10b).

Complessivamente, vi sono 2.461 km di linee ferroviarie FS che presentano un certo “grado di interesse” e/o ricadono in un ambito metropolitano.

Riunendo, come già visto in precedenza, le “caratterizzazioni elementari” nelle “*caratterizzazioni aggregate*” (Tavola 11b), è possibile identificare in Tavola 12b:

- i tratti di solo interesse turistico (a): 517 km (11 % del totale FS)
- i tratti di solo interesse naturalistico (e = b + c + d): 1.262 km (27 % del totale FS)
- i tratti che presentano sia un interesse turistico sia un interesse naturalistico: 503 km (11 % del totale FS)

Restringendo ulteriormente il campo di indagine solo alle ferrovie FS dismesse, i tratti interessati dalle diverse “*caratterizzazioni elementari*” divengono (Tab. 11):

- a) tratti di interesse turistico: 444 km
- b) tratti in aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi: 431 km



- c) tratti in aree prossime alle coste marine: 313 km  
 d) tratti all'interno di aree protette: 39 km

**Tab. 11 – Tratti di linee FS dismesse suddivise sulla base delle caratterizzazioni elementari (km)**

	In aree di interesse turistico (a)	In aree prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi (b)	In aree prossime alle coste marine (c)	In aree all'interno di aree protette (d)	Totale km
4 caratterizzazioni	X	X	X	X	1
3 caratterizzazioni	X	X	X		6
	X	X		X	2
	X		X	X	8
		X	X	X	1
2 caratterizzazioni	X	X			92
	X		X		124
	X			X	2
		X	X		13
		X		X	10
			X	X	6
1 caratterizzazione	X				210
		X			307
			X		155
				X	10

Totale linee FS dismesse in aree di interesse turistico	Totale linee FS dismesse prossime alle zone d'acqua interne e ai fiumi	Totale linee FS dismesse prossime alle coste marine	Totale linee FS dismesse all'interno di aree protette	Totale linee FS dismesse in zone d'interesse
444 km	431 km	313 km	39 km	947 km

Le linee FS dismesse che ricadono in un ambito densamente popolato (“ambito metropolitano”) sono 244 km (Tavola 10b).

Infine i valori relativi alle “*caratterizzazioni aggregate*” per le ferrovie FS attualmente dismesse (Tavola 11b) mostrano che:

- tratti di solo interesse turistico (a): 210 km
- tratti di solo interesse naturalistico (e = b + c + d): 502 km
- tratti che presentano sia un interesse turistico sia un interesse naturalistico: 235 km

In Tab. 12a, 12b, 12c e 12d sono specificati tali tratti di interesse per ciascuna linea FS dismessa o sottoutilizzata (Tavola 13).

<b>Tab. 12a – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS dismesse</b>					
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
1	Bicherasio - Barge	11,4	0,0	2,0	0,0
2	Airasca - Saluzzo	32,4	3,5	11,1	0,0
3	Moretta - Cavallermaggiore	14,5	4,5	3,8	0,0
4	Busca - Dronero	11,4	0,0	11,4	0,0
5	Mondovì - Bastia Mondovì	8,1	1,9	0,7	0,0
6	Palazzolo - Paratico Sarnico	9,9	1,9	9,9	9,9
7	Desenzano del Garda Sirmione - Desenzano Porto	3,3	2,5	3,3	0,0
8	Merano - Malles Venosta	59,4	23,2	54,1	0,7
9	Chiusa - Plan Val Gardena	30,0	19,5	5,7	0,0
10	Brunico - Campo Tures	14,4	3,6	12,3	0,0
11	Dossobuono - Isola della Scala	16,0	0,7	6,3	3,8
12	Ostiglia - Legnago	17,6	0,0	7,2	0,0
13	Legnago - Cologna Veneta	12,8	0,0	4,8	0,0
14	Cologna Veneta - Grisignano di Zocco	32,7	0,0	4,8	0,0
15	Grisignano di Zocco - Camposampiero - Treviso	67,4	15,3	28,0	16,1
16	Montebelluna - Susegana	19,6	0,0	5,2	4,6
17	S. Vito al Tagliamento - Motta di Livenza	25,3	4,8	2,8	0,0
18	Pinzano - Casarsa	26,1	8,2	3,8	0,0
19	Tarvisio - Fusine Laghi	10,0	1,0	2,6	0,0
20	Cervignano del Friuli - Pontile di Grado	12,0	10,9	6,3	2,0
21	Trieste – S. Elia - Confine	11,2	4,2	6,0	4,8
22	Trieste C.le - Parenzo	8,2	4,0	8,2	7,8
23	Cento - S. Giovanni in Pers.	7,3	0,0	0,0	0,0
24	S. Arcangelo di Romagna - Urbino	83,7	20,2	39,6	0,0

<b>Tab. 12a – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS dismesse (continua)</b>					
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
25	Carrara Avenza - Carrara S. Martino	4,3	2,9	1,0	4,3
26	Lucca - Pontedera	23,7	9,1	5,0	4,6
27	Livorno - Collesalveti	11,6	0,0	3,6	1,1
28	Poggibonsi - Colle Val d'Elsa	7,5	6,0	6,9	0,0
29	Saline di Volterra - Volterra	7,6	4,5	0,0	0,0
30	Fontago - Montepulciano Città	9,7	4,9	0,0	0,0
31	Follonica - Massa Marittima	24,0	9,0	3,3	0,0
32	Orbetello - Porto S. Stefano	12,8	5,7	12,8	0,0
33	Ellera Corciano - Tavernelle Val Nestore	18,6	0,0	0,0	0,0
34	Fano - Fermignano - Urbino	43,6	11,8	35,1	14,5
35	Pergola - Fermignano	48,1	9,1	11,5	0,0
36	Capranica - Civitavecchia	46,0	1,6	13,1	6,4
37	Palo - Ladispoli	2,4	1,9	2,4	2,4
38	Bivio Mandrione - Ciampino	11,5	4,8	3,1	11,5
39	Velletri - Lariano	7,9	2,6	0,0	0,0
40	Lariano - Colleferro	14,0	0,0	2,9	1,1
41	Velletri - Giulianello	9,9	2,4	0,0	0,0
42	Giulianello - Sezze - Priverno	43,5	10,1	0,0	0,0
43	Anzio - Anzio Porto	4,5	4,4	4,4	4,4
44	Priverno - Fossanova	8,3	6,1	0,0	0,0
45	Formia - Gaeta	8,9	2,7	8,9	8,9
46	Minturno - Cellole Fasani	14,9	4,4	7,0	4,9
47	Cellole Fasani - Sparanise	21,7	8,6	0,0	0,0
48	Telese Cerreto - Telese Bagni	1,3	1,3	0,0	1,3

<b>Tab. 12a – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS dismesse (continua)</b>					
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
49	Cerignola FS - Cerignola Città	6,6	0,0	0,0	0,0
50	S. Margherita di Savoia Ofantino - S. Margherita di Savoia	5,0	5,0	5,0	0,0
51	Foggia - Lucera	18,2	10,7	0,0	0,0
52	Buffoluto - Taranto Arsenale	24,8	16,6	24,8	24,8
53	Randazzo - Alcantara	35,5	5,2	15,8	3,0
54	Dittaino - Piazza Armerina	34,2	1,6	0,5	5,9
55	Dittaino - Leonforte	13,1	0,0	2,4	0,0
56	Motta - Carcaci	31,2	3,9	0,0	0,0
57	Regalbuto - Carcaci	21,1	0,0	5,9	0,0
58	Palermo - Palermo Acqua dei Corsari	5,0	5,0	5,0	5,0
59	Palermo Acqua dei Corsari - S. Carlo - Burgio	100,7	3,2	12,1	3,5
60	Castelvetrano - S. Ninfa	16,2	4,1	0,8	0,0
61	S. Ninfa - Salemi	7,5	0,0	0,0	0,0
62	S. Ninfa - Salaparuta	12,0	0,0	0,0	0,0
63	Salaparuta - S. Carlo	39,6	0,0	5,9	0,0
64	Castelvetrano - Ribera	68,6	27,7	62,7	0,0
65	Ribera - Porto Empedocle	48,1	0,0	26,5	3,4
66	Filaga - Palazzo Adriano	13,5	0,0	3,4	0,0
67	Lercara Bassa - Filaga - Magazzolo	62,3	0,0	8,8	0,0
68	Diramazione Margonia - Canicattì	11,6	1,0	5,9	0,0
69	Agrigento bassa - Licata	55,6	7,3	20,7	0,0
70	Piazza Armerina - Caltagirone	33,0	5,8	0,0	4,2
71	Noto - Pachino	26,0	7,8	24,3	3,8

<b>Tab. 12b – Caratterizzazione dei tratti di linee ferroviarie FS dismessi in seguito alla realizzazione di varianti di tracciato</b>					
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea interessata da varianti di tracciato</b>	<b>Lunghezza dei tratti dismessi (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
72	Cuneo - Ventimiglia	10,8	6,8	1,2	4,9
73	Savona - Voltri [Genova]	24,0	17,0	24,0	18,0
74	XX Miglia - Savona	18,9	12,3	18,9	3,5
75	Santhià - Biella S. Paolo	6,2	6,2	1,0	6,2
76	Chiavenna - Colico	1,9	0,0	0,0	0,0
77	Calolziocorte O. - Carnate Usmate	3,4	0,0	3,4	3,4
78	Bolzano - Merano	3,8	3,8	3,8	3,8
79	Brennero - Verona	10,1	2,1	6,7	0,0
80	Padova - S. Pietro in Casale [Bologna]	4,3	4,3	4,3	0,0
81	[Venezia] Carpenedo - Villa Opicina	7,4	0,5	2,2	5,5
82	Tarvisio - Mogliano [Venezia]	57,7	7,3	35,8	0,0
83	[Genova] Nervi - Pisa	5,8	5,7	5,8	0,0
84	Ancona - Foggia	10,5	2,5	10,5	10,2
85	Pescara - Sulmona	1,7	1,5	1,3	1,7
86	Bari - Gioia del Colle	28,3	9,5	0,0	1,2
87	Gioia del Colle - Taranto	28,4	5,9	0,0	0,0
88	Salerno - Paola	9,6	2,8	9,6	7,4
89	Paola - Castiglione C.	24,5	0,0	6,7	8,9
90	Gela - Modica	6,4	6,4	6,4	0,0

<b>Tab. 12c – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate</b>						
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
91	Alcamo - Castelvetrano - Trapani	k 192	112,6	36,6	62,2	0,0
92	Alessandria - Ovada	k 193	32,4	3,9	17,6	4,2
93	Asciano - Monte Antico	k 194	49,4	0,0	19,4	0,0
94	Asti - Nizza Monferrato - Acqui Terme	k 195	42,9	8,7	5,4	9,3
95	Viterbo - Attigliano	k 196	36,1	2,7	1,8	0,0
96	Avellino - Benevento	k 197	29,9	5,2	2,3	8,4
97	Barletta - Spinazzola	k 198	59,9	21,7	22,3	13,5
98	Biella - Novara	k 199	49,1	25,4	13,3	15,5
99	Bra - Ceva	k 200	49,7	15,0	47,7	4,1
100	Caltanissetta Xirbi - Canicattì - Aragona	k 201	60,6	4,9	0,0	0,0
101	Campobasso - Bosco Redole - Benevento	k 202	83,2	10,0	11,1	22,3
102	Cancello - Torre Annunziata	k 203	29,5	11,0	6,0	29,5
103	Carini - Alcamo diramazione - Trapani	k 204	96,6	20,2	57,5	16,0
104	Casarsa - San Vito - Portogruaro	k 205	20,0	3,0	0,0	0,0
105	Cavallermaggiore - Cantalupo	k 206	87,4	18,0	43,3	24,6
106	Cecina - Volterra	k 207	28,7	0,0	24,2	2,1
107	Ceva - Ormea	k 208	35,2	8,3	35,2	0,0
108	Chivasso - Asti	k 209	48,5	6,9	12,8	13,3
109	Canicattì - Gela	k 210	82,4	7,1	40,2	0,0
110	Giulianova - Teramo	k 211	23,4	2,1	11,1	2,8
111	Isola della Scala - Cerea	k 212	18,8	0,0	0,2	0,0
112	Legnago - Monselice	k 213	37,6	26,6	5,0	5,9
113	Legnago - Rovigo	k 214	46,2	25,7	19,7	4,5

**Tab. 12c – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate (continua)**

<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
114	Mercato S. Severino - Avellino	k 215	29,8	3,5	0,0	21,1
115	Codola - Mercato S. Severino	k 216	7,7	0,0	0,0	7,7
116	Mondovì - Cuneo	k 217	25,3	6,8	1,1	4,5
117	Mortara - Casale - Asti	k 218	68,0	19,6	19,6	19,5
118	Pinerolo - Torre Pellice	k 219	16,3	4,5	5,6	7,2
119	Pisa - Vada (via Colle Salvetti)	k 220	41,5	5,9	7,1	6,5
120	Primolano - Bassano del Grappa	k 221	28,3	3,5	27,4	4,4
121	Priverno Fossanova - Terracina	k 222	17,0	6,2	6,7	0,0
122	Rocchetta S.A.L. - Avellino	k 223	115,9	3,9	85,5	4,5
123	Rocchetta S.A.L. - Spinazzola - Gioia del Colle	k 224	138,8	9,6	7,7	0,0
124	Rovigo - Chioggia	k 225	54,7	20,9	29,0	7,5
125	Gemona - Pinzano - Salice	k 226	72,2	5,4	11,1	2,8
126	Santhià - Arona	k 227	62,1	12,7	17,0	4,0
127	Siena - Monte Antico - Montepescali	k 228	82,8	6,0	38,9	8,6
128	Sulmona - Carpinone	k 229	114,5	24,1	37,5	4,2
129	Termoli - Campobasso	k 230	81,2	13,0	7,1	11,7
130	Terni - Sulmona	k 231	161,8	28,6	93,7	19,7
131	Trento - Primolano	k 232	64,5	16,7	49,4	11,5
132	Vercelli - Casale Popolo	k 233	18,5	9,6	2,1	5,2
133	Ancona - Ancona M.	k 234	2,1	1,9	1,9	1,9
134	Ciampino - Frascati	k 235	9,8	4,7	6,8	9,8
135	Foggia - Manfredonia	k 236	35,0	12,3	14,5	0,0
136	Golfo Aranci Marittima - Olbia	k 237	20,4	4,0	16,7	0,0
137	Pergola - Fabriano	k 239	30,8	6,5	2,9	0,0

<b>Tab. 12c – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate (continua)</b>						
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
138	Pisa Centrale - Pisa Aeroporto	k 240	0,6	0,6	0,6	0,6
139	Porto Torres - Sassari	k 241	20,9	20,6	13,7	0,0
140	Salsomaggiore Terme - Fidenza	k 242	8,0	6,3	0,7	0,0
141	Saluzzo - Cuneo	k 243	33,9	10,2	15,2	11,1
142	Santhià - Biella S. Paolo	k 244	26,0	7,3	3,2	5,6
143	Savigliano - Saluzzo	k 245	13,6	8,4	5,7	0,0
144	Susa - Bussoleno	k 246	6,5	2,1	6,5	4,5
145	Torre A. Centrale - Gragnano	k 247	12,3	12,3	11,9	12,3
146	Trofarello - Chieri	k 248	8,6	4,9	1,1	8,6
147	Capranica - Orte		36,1	3,5	5,1	0,0
148	Sicignano - Lagonegro		76,4	6,9	17,4	0,0



**Tab. 12d – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate (in ordine geografico)**

<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
144	Susa - Bussoleno	k 246	6,5	2,1	6,5	4,5
146	Trofarello - Chieri	k 248	8,6	4,9	1,1	8,6
105	Cavallermaggiore - Cantalupo	k 206	87,4	18,0	43,3	24,6
141	Saluzzo - Cuneo	k 243	33,9	10,2	15,2	11,1
143	Savigliano - Saluzzo	k 245	13,6	8,4	5,7	0,0
99	Bra - Ceva	k 200	49,7	15,0	47,7	4,1
107	Ceva - Ormea	k 208	35,2	8,3	35,2	0,0
116	Mondovì - Cuneo	k 217	25,3	6,8	1,1	4,5
118	Pinerolo - Torre Pellice	k 219	16,3	4,5	5,6	7,2
108	Chivasso - Asti	k 209	48,5	6,9	12,8	13,3
94	Asti - Nizza Monferrato - Acqui Terme	k 195	42,9	8,7	5,4	9,3
92	Alessandria - Ovada	k 193	32,4	3,9	17,6	4,2
132	Vercelli - Casale Popolo	k 233	18,5	9,6	2,1	5,2
98	Biella - Novara	k 199	49,1	25,4	13,3	15,5
142	Santhià - Biella S. Paolo	k 244	26,0	7,3	3,2	5,6
126	Santhià - Arona	k 227	62,1	12,7	17,0	4,0
117	Mortara - Casale - Asti	k 218	68,0	19,6	19,6	19,5
131	Trento - Primolano	k 232	64,5	16,7	49,4	11,5
120	Primolano - Bassano del Grappa	k 221	28,3	3,5	27,4	4,4
125	Gemona - Pinzano - Salice	k 226	72,2	5,4	11,1	2,8
104	Casarsa - San Vito - Portogruaro	k 205	20,0	3,0	0,0	0,0
111	Isola della Scala - Cerea	k 212	18,8	0,0	0,2	0,0
112	Legnago - Monselice	k 213	37,6	26,6	5,0	5,9

<b>Tab. 12d – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate (in ordine geografico) (continua)</b>						
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
113	Legnago - Rovigo	k 214	46,2	25,7	19,7	4,5
124	Rovigo - Chioggia	k 225	54,7	20,9	29,0	7,5
140	Salsomaggiore Terme - Fidenza	k 242	8,0	6,3	0,7	0,0
119	Pisa - Vada (via Colle Salvetti)	k 220	41,5	5,9	7,1	6,5
138	Pisa Centrale - Pisa Aeroporto	k 240	0,6	0,6	0,6	0,6
106	Cecina - Volterra	k 207	28,7	0,0	24,2	2,1
93	Asciano - Monte Antico	k 194	49,4	0,0	19,4	0,0
127	Siena - Monte Antico - Montepescali	k 228	82,8	6,0	38,9	8,6
137	Pergola - Fabriano	k 239	30,8	6,5	2,9	0,0
133	Ancona - Ancona M.	k 234	2,1	1,9	1,9	1,9
95	Viterbo - Attigliano	k 196	36,1	2,7	1,8	0,0
147	Capranica - Orte		36,1	3,5	5,1	0,0
134	Ciampino - Frascati	k 235	9,8	4,7	6,8	9,8
121	Priverno Fossanova - Terracina	k 222	17,0	6,2	6,7	0,0
130	Terni - Sulmona	k 231	161,8	28,6	93,7	19,7
128	Sulmona - Carpinone	k 229	114,5	24,1	37,5	4,2
110	Giulianova - Teramo	k 211	23,4	2,1	11,1	2,8
129	Termoli - Campobasso	k 230	81,2	13,0	7,1	11,7
101	Campobasso - Bosco Redole - Benevento	k 202	83,2	10,0	11,1	22,3
102	Cancello - Torre Annunziata	k 203	29,5	11,0	6,0	29,5
145	Torre A. Centrale - Gragnano	k 247	12,3	12,3	11,9	12,3
115	Codola - Mercato S. Severino	k 216	7,7	0,0	0,0	7,7
114	Mercato S. Severino - Avellino	k 215	29,8	3,5	0,0	21,1
96	Avellino - Benevento	k 197	29,9	5,2	2,3	8,4

<b>Tab. 12d – Caratterizzazione delle linee ferroviarie FS sottoutilizzate (in ordine geografico) (continua)</b>						
<b>Rif. Tav 13</b>	<b>Linea</b>	<b>Codice FS</b>	<b>Lunghezza (km)</b>	<b>Tratti di interesse turistico (km)</b>	<b>Tratti di interesse naturalistico (km)</b>	<b>Tratti in ambito metropolitano (km)</b>
148	Sicignano - Lagonegro		76,4	6,9	17,4	0,0
122	Rocchetta S.A.L. - Avellino	k 223	115,9	3,9	85,5	4,5
123	Rocchetta S.A.L. - Spinazzola - Gioia del Colle	k 224	138,8	9,6	7,7	0,0
135	Foggia - Manfredonia	k 236	35,0	12,3	14,5	0,0
97	Barletta - Spinazzola	k 198	59,9	21,7	22,3	13,5
91	Alcamo - Castelvetro - Trapani	k 192	112,6	36,6	62,2	0,0
103	Carini - Alcamo diramazione - Trapani	k 204	96,6	20,2	57,5	16,0
100	Caltanissetta Xirbi - Canicattì - Aragona	k 201	60,6	4,9	0,0	0,0
109	Canicattì - Gela	k 210	82,4	7,1	40,2	0,0
139	Porto Torres - Sassari	k 241	20,9	20,6	13,7	0,0
136	Golfo Aranci Marittima - Olbia	k 237	20,4	4,0	16,7	0,0

## Allegato 1 - Il Geographical Information System (GIS)

Il *Geographical Information System (GIS)* può essere definito come “un sistema organizzato di calcolatori, programmi e dati geografici studiato per acquisire, archiviare, aggiornare, mettere in relazione, analizzare, creare e mostrare in modo efficiente ogni forma di informazione georeferenziata” (ESRI, 1989. “*ArcCAD User’s Guide*. Redlands). Il GIS è, quindi, uno strumento che utilizza la tecnologia informatica per l’analisi e la pianificazione territoriale e può essere visto come la componente informatica di un Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.).

Le funzioni che i GIS possono svolgere sono riconducibili ai tre momenti che caratterizzano l’indagine territoriale:

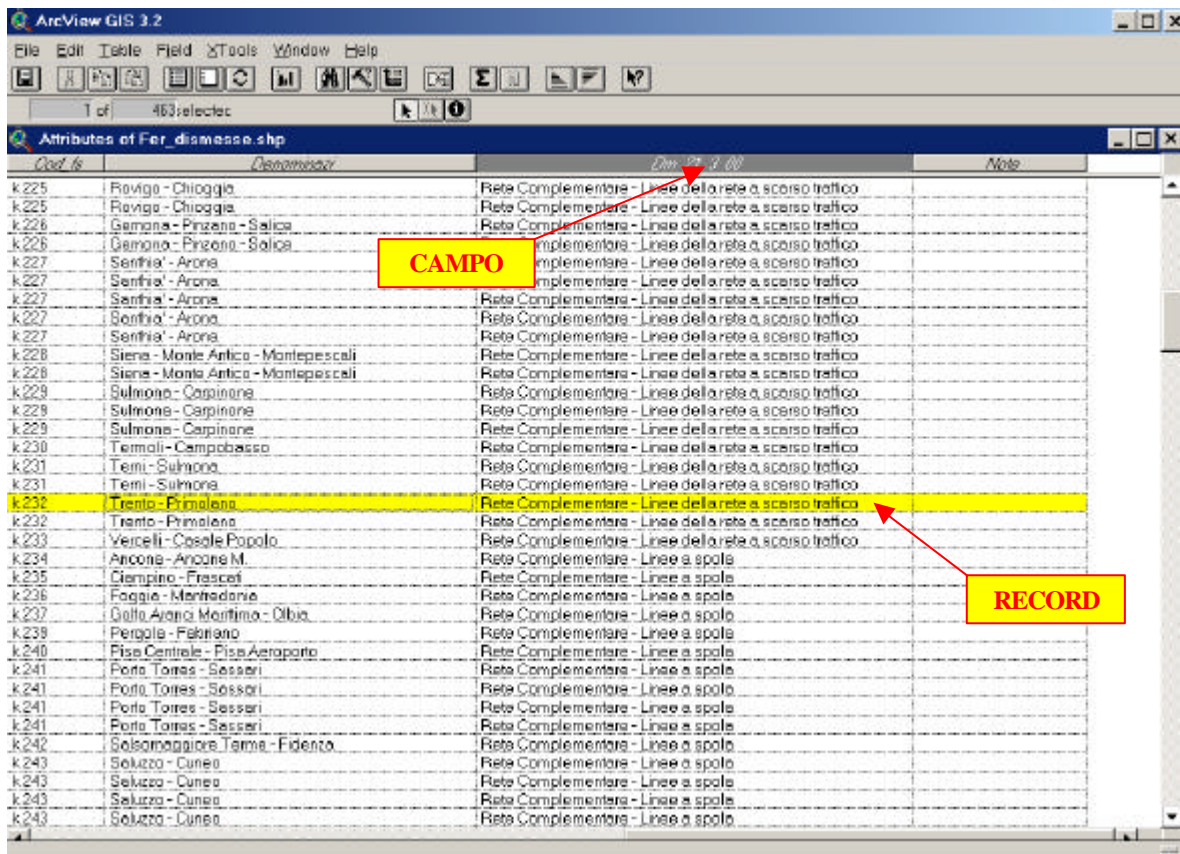
- **acquisizione dei dati:** i GIS permettono di “acquisire”, “archiviare” e organizzare una gran mole di dati territoriali associando ad ogni elemento spaziale una serie di informazioni (attributi);
- **elaborazione dei dati:** i dati acquisiti possono essere sottoposti a diversi tipi di elaborazione al fine di ottenere informazioni in grado di soddisfare molteplici esigenze;
- **restituzione dei risultati:** i dati, elaborati e riorganizzati in forma di nuove informazioni, possono essere restituiti sia sotto forma di tabulato sia sotto forma di cartografia tematica.

I dati gestiti dai GIS sono dati territoriali, formati da due componenti: *la componente geografica e la componente descrittiva*.

La *componente geografica* descrive la localizzazione del dato nello spazio e può essere costituita dai seguenti elementi geometrici:

- **punti** (quote, posizioni topografiche di elementi territoriali, ecc.);
- **linee** (strade, corsi d’acqua, confini, curve di livello, ecc);
- **poligoni** (appezzamenti, laghi, unità amministrative, ecc.).

La *componente descrittiva* (attributi) viene gestita attraverso la realizzazione di una banca dati organizzata in tabelle, divise in uno o più “campi” (colonne) contenenti vari “record” (righe) (Fig. 3). Ogni “record” rappresenta un elemento (punto, linea o poligono) del disegno a cui sono associati i suoi attributi o “campi”. Tali attributi possono essere *numerici* (area di un poligono, lunghezza di una linea, quota altimetrica riferita ad un punto) o *descrittivi* (nomi di elementi, caratteristiche ecc).



Cod. Is.	Denominazione	Dm. (km)	Note
k.225	Rovigo - Chioggia		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.225	Rovigo - Chioggia		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.226	Gemona - Pinzano - Salica		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.226	Gemona - Pinzano - Salica		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.227	Sentria - Arona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.227	Sentria - Arona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.227	Sentria - Arona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.227	Sentria - Arona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.227	Sentria - Arona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.228	Sienna - Monte Apicco - Montepescali		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.228	Sienna - Monte Apicco - Montepescali		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.229	Sulmona - Carpinone		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.229	Sulmona - Carpinone		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.229	Sulmona - Carpinone		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.230	Teramo - Campobasso		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.231	Terni - Sulmona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.231	Terni - Sulmona		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.232	Trento - Primolana		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.232	Trento - Primolana		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.233	Vercelli - Casale Po		Rete Complementare - Linee della rete a scarsi traffico
k.234	Ancona - Ancona M.		Rete Complementare - Linee a spole
k.235	Ciampino - Frascati		Rete Complementare - Linee a spole
k.236	Foggia - Manfredonia		Rete Complementare - Linee a spole
k.237	Golfo Arancio Marittimo - Olbia		Rete Complementare - Linee a spole
k.239	Pergole - Fagnano		Rete Complementare - Linee a spole
k.240	Pisa Centrale - Pisa Aeroporto		Rete Complementare - Linee a spole
k.241	Porto Torres - Sassari		Rete Complementare - Linee a spole
k.241	Porto Torres - Sassari		Rete Complementare - Linee a spole
k.241	Porto Torres - Sassari		Rete Complementare - Linee a spole
k.241	Porto Torres - Sassari		Rete Complementare - Linee a spole
k.242	Salsomaggiore Taro - Fidenza		Rete Complementare - Linee a spole
k.243	Solizzo - Cuneo		Rete Complementare - Linee a spole
k.243	Solizzo - Cuneo		Rete Complementare - Linee a spole
k.243	Solizzo - Cuneo		Rete Complementare - Linee a spole
k.243	Solizzo - Cuneo		Rete Complementare - Linee a spole

Figura 3 – Esempio di tabella degli attributi associata agli elementi geografici.

I dati contenuti nel GIS possono essere di due formati differenti: il formato *vettoriale* e il formato *raster*.

I dati *vettoriali* sono rappresentati da punti, linee e poligoni archiviati mediante le coordinate dei loro punti significativi (ad esempio un rettangolo potrebbe essere memorizzato attraverso le coordinate dei suoi quattro vertici).

I dati *raster* vengono invece archiviati mediante la creazione di una griglia che suddivide la superficie in unità elementari (pixel) alle quali viene assegnato un valore alfanumerico (attributo). I dati raster sono normalmente il risultato della scansione automatica e dei programmi di interpretazione delle immagini.

Ad entrambi i formati di dati possono essere associati degli attributi, legati agli oggetti nel caso dei dati vettoriali, legati alle singole unità elementari per i dati raster.

Il GIS non si limita ad acquisire i dati, ma li mette in relazione geometrica fra di loro: il GIS crea quella che viene chiamata “*topologia*”, ovvero un riferimento spaziale reciproco e relativo ad un sistema di riferimento ufficiale. In questo modo il GIS permette non solo di quantificare un fenomeno, ma anche di localizzarlo.

Nel corso della presente applicazione è stato utilizzato il software GIS ArcView 3.2 della ditta americana ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.).

Il software ArcView è un programma di gestione e analisi delle informazioni spaziali che consente di operare sia su dati precedentemente acquisiti, sia di acquisirne di nuovi mediante digitalizzazione, così come di lavorare sui dati descrittivi associati.

Nel software ArcView, i dati vengono immagazzinati sotto forma di “Shape file”. L’ “ArcView Shapefile” è ormai un formato GIS standard, e può essere “letto” da tutti i più diffusi software GIS.

Gli elementi geografici dei dati territoriali possono essere introdotti nel sistema ArcView sia mediante la loro digitalizzazione a schermo sia tramite un tavolo digitalizzatore.

I dati descrittivi sono organizzati in forma tabellare. Il programma crea, per ogni elemento spaziale acquisito, una tavola degli attributi.

Gli attributi, in numero praticamente illimitato, possono essere aggiunti a queste tabelle in diversi modi:

- inserimento manuale dei valori dalla tastiera;
- acquisizione dei valori da un database preesistente;
- calcolo dei valori sulla base di altri attributi memorizzati nel file.

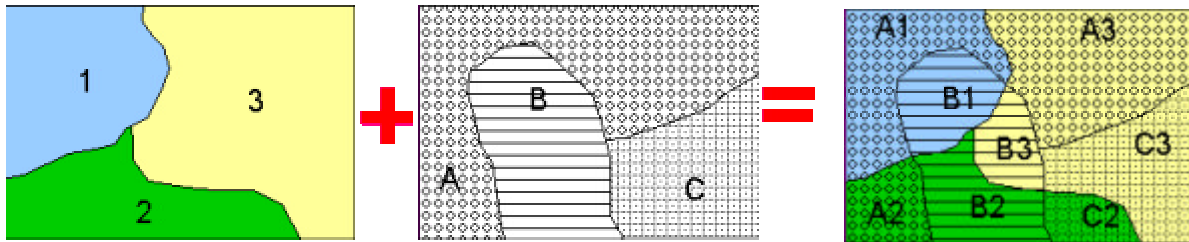
Stabilita l’associazione fra attributi ed elementi, è possibile visualizzare gli elementi geografici sulla base dei valori dei loro attributi.

Caratteristica peculiare dei GIS, rispetto ai sistemi nati per effettuare operazioni di sola cartografia e disegno al computer, è la loro capacità di effettuare operazioni di analisi spaziale sui dati geografici immagazzinati.

Mediante tale analisi possono essere create nuove informazioni, associando i dati in maniera da identificare relazioni prima non chiaramente visibili.

Le funzioni di elaborazione ed analisi dei dati offerte dai GIS che sono state utilizzate nel corso del presente studio, sono state due:

- l'*overlay mapping*: operazione che consente la sovrapposizione ed intersezione fra gli elementi di strati informativi diversi. L'operazione consente di combinare, oltre agli elementi grafici con la creazione di una nuova topologia, anche i dati descrittivi ad essi associati, che andranno a costituire gli attributi dei nuovi elementi spaziali generati.



Risulta evidente che il risultato della sovrapposizione dei diversi livelli informativi non è solo visiva (possibilità di vedere gli elementi sovrapposti) ma riguarda anche gli attributi;

- il *buffering*: operazione che consente la creazione di “aree di rispetto” (“*buffer*”) attorno a agli elementi geografici (punti, linee e poligoni).

La possibilità di modulare questa operazione, creando buffer asimmetrici a seconda delle necessità dell'operatore consente di risolvere, con pochi passaggi, problemi altrimenti difficilmente risolvibili.

Una volta creata la fascia di rispetto, intorno ad un punto, linea o poligono, il risultato è sempre costituito da uno strato informativo di tipo poligonale, che può essere utilizzato per successive analisi.