

Il paesaggio nelle valutazioni d'impatto ambientale

Francesco Riccioli

Dipartimento di Economia Agraria e delle Risorse Territoriali
Università degli Studi di Firenze

INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi anni l'attenzione verso il paesaggio è cresciuta denotando una crescente sensibilizzazione ambientale come dimostrano vari provvedimenti legislativi primo fra tutti la "Valutazione di impatto ambientale" (CEE 337/85). Sensibilizzazione che non si è fermata al solo "fattore inquinamento" considerato per molto tempo sinonimo di distruzione ambientale.

Un po' alla volta si è preso coscienza di tutti quei danni che in qualche modo influenzano gli occhi della popolazione: la componente estetica dell'ambiente comunemente definita paesaggio è oggetto di studi già da diversi anni, cercando metodi che possono in qualche modo quantificare il danno arrecatogli.

Rifacendosi a quelle che sono le linee guida della valutazione d'impatto ambientale lo scopo del presente lavoro è quello di valutare il paesaggio cercando di fornire un metodo di valutazione degli impatti derivanti dalla realizzazione di un progetto mediante il confronto di due alternative progettuali.

In dettaglio la trattazione del presente lavoro si articolerà in una prima valutazione del paesaggio del comune di Pontassieve utilizzando il metodo delle preferenze visive con l'apporto della metodologia GIS, quantificando in seguito i danni arrecati al paesaggio stesso dalla simulazione del passaggio di un elettrodotto sul territorio comunale preso in esame.

La scelta verterà su due alternative progettuali: una caratterizzata da un elettrodotto costituito da piloni di sostegno alti 25 m e l'altra da un elettrodotto con piloni alti 15 m.

I BREVI CENNI SULLA VALUTAZIONE DEL PAESAGGIO

I beni ambientali "rientrano in larga misura nella categoria dei beni pubblici caratterizzati da non escludibilità e non rivalità di consumo" (Merlo, 1991).

Le soluzioni metodologiche adottate per la loro valutazione si sono orientate verso due metodi di stima diversi, quelli monetari e quelli non monetari.

Tralasciando i metodi di stima monetari per i quali si rimanda a test specializzati per un eventuale approfondimento, di seguito ci soffermeremo sui metodi di stima non monetari ed in particolar modo sulle analisi visive del paesaggio.

Non esenti da difetti, soprattutto legati alla soggettività di analisi e lettura dei risultati, questi metodi, “anziché dare valori assoluti, propongono una scala di valori relativi, risultanti da un complesso di parametri caratteristici del sito oggetto di stima” (Merlo, 1991).

Basandosi sulle componenti estetico-visive del paesaggio tali metodi cercano di individuare e classificare, all'interno di un dato territorio, determinate zone in relazione alla loro “bellezza estetica”.

Fra i metodi che analizzano il paesaggio attraverso indici estetico-visivi ricordiamo:

- valutazione del contrasto fra opera e paesaggio,
- valutazione della capacità di assorbimento visivo del paesaggio in funzione dell'opera,
- metodo delle preferenze visive,
- metodo di valutazione per aggregazione delle componenti paesistiche.

Con la *valutazione del contrasto fra opera e paesaggio* il territorio viene analizzato secondo due ottiche distinte: per tipi di paesaggio e per aree sensibili in conseguenza della presenza umana.

I primi vengono definiti attraverso tre componenti base quale la morfologia, la vegetazione e acqua, l'uso del suolo; mentre per aree sensibili sono da intendere aree di intervisibilità a partire dai punti di maggiore frequenza del pubblico.

Una volta definite le zone a maggior pregio estetico si confrontano con l'esecuzione di una determinata opera cercando di capire se l'impatto di tale realizzazione è “supportabile” e quali possono essere le misure di mitigazione da adottare al fine di contenere il disturbo creato dal progetto.

Attraverso la *valutazione della capacità di assorbimento visivo del paesaggio in funzione dell'opera*, mantenendo l'approccio del precedente metodo, si cerca di valutare quale è il possibile assorbimento visivo dell'ambiente nei confronti di un determinato progetto considerando sia la qualità estetica, sia la qualità pittoresca, intesa come ampiezza di veduta e complessità del paesaggio, della zona presa in considerazione.

Con il *metodo delle preferenze visive* il paesaggio viene scomposto in tipologie ambientali predominanti opportunamente rappresentate attraverso un set fotografico somministrato ad un campione prescelto di persone il quale esprime un giudizio di preferenza sulle tipologie stesse attraverso un questionario.

Il *metodo di valutazione per aggregazione delle componenti paesistiche* si propone di suddividere e successivamente classificare l'ambiente attraverso l'aggregazione delle caratteristiche delle sue componenti.

Al valore assegnato ad ogni zona vengono poi applicati dei detrattori in relazione alla presenza di opere in grado di dequalificare il paesaggio quali cave, discariche, ecc.

2 IL MODELLO ADOTTATO

2.1 Metodo delle preferenze visive

Nel caso di studio è stato utilizzato il Corine Land Cover, realizzato nell'ambito di un precedente lavoro (Bernetti I., Casini L., Menghini S., 2000) del comune di Pontassieve¹, grazie al quale è stata effettuata una prima individuazione dei tipi ambientali esistenti in esso.

Con l'ausilio di una mappa 1:25000 è stato possibile identificare i punti di rilevamento dove effettuare il rilievo fotografico che ha interessato più zone del comune: in totale 32 scatti tutti georeferenziati.

Le fotografie sono state effettuate rispettando la prerogativa di dover rappresentare esattamente il territorio di Pontassieve cercando di ricostruirlo il più fedelmente possibile.

Per ogni tipo ambientale è stato realizzato solo un rilievo fotografico in estate: alcune immagini sono state scattate dai cigli delle strade comunali in modo da cogliere la visione d'insieme del tipo ambientale, altre addentrandosi nell'entro terra in modo da visualizzare in dettaglio il paesaggio.

Al fine di creare un set fotografico omogeneo le foto sono state effettuate con cielo limpido e sereno approssimativamente nelle prime ore del pomeriggio in modo da avere per qualsiasi scatto la medesima angolazione solare.

Con il materiale ottenuto si sono "riassunti" i tipi ambientali proposti dal Corine Land Cover di Pontassieve in 6 tipi di paesaggio elencati di seguito.

1. vigneto,
2. oliveto,
3. bosco misto,
4. bosco di latifoglie utilizzato,
5. seminativi,
6. aree in stato di abbandono.

I paesaggi così ottenuti corrispondono a quelli maggiormente rappresentativi² del comune oggetto di studio.

La fase successiva del lavoro è stata l'elaborazione di un questionario, organizzato in più parti, strutturato in modo da risultare anonimo e da permettere al tempo stesso la redazione di un indice di gradimento delle tipologie ambientali.

Più in dettaglio:

- una prima parte in cui si richiede all'intervistato³ l'età, il sesso, il titolo di studio, l'occupazione ed il comune di residenza;

¹ Comune della provincia di Firenze con una estensione di circa 11.400 ha.

² Il Corine Land Cover ad esempio annovera fra i tipi ambientali il bosco di conifere, non considerato nella costituzione del set fotografico perché presente sporadicamente e quindi non sufficientemente rappresentativo di nessuna zona.

³ Il campione da intervistare è stato scelto con il metodo del campionamento casuale stratificato per ottenere una giusta ripartizione per titolo di studio, età e professione.

- una seconda in cui si testa la conoscenza del territorio comunale preso in esame, il tipo di ambiente in cui vive (città, paese, agglomerato, campagna), la fruizione del paesaggio;
- una terza attraverso la quale viene richiesto di esprimere un giudizio sulle foto precedentemente somministrate.

Alla fine sono state elaborate 114 interviste di cui 62 riferite a soggetti di sesso maschile (54% degli intervistati) e 52 di sesso femminile (46%): i risultati scaturiti dalle interviste sono stati successivamente elaborati per ottenere un giudizio di gradimento sulle fotografie con lo scopo di individuare la tipologia ambientale più gradita.

Ogni giudizio di gradimento espresso è stato sostituito da un valore numerico in modo da rendere possibile la valutazione ed il confronto, attraverso un'unica scala, delle varie risposte: sono stati associati dei punteggi da 1 a 6 in base al gradimento (1 alla meno gradita, 6 alla più gradita).

Nel Grafico 1 sono illustrate le preferenze nei confronti di ogni singola foto di tutti e 114 gli intervistati: l'orientamento generale ha messo in evidenza come il bosco misto sia la tipologia ambientale preferita mentre i seminativi e le aree in stato di abbandono siano le meno gradite.

Dai dati ottenuti dalla valutazione complessiva di ogni singola foto si sono ricavati i rispettivi valori medi (x_{mj}) dividendo i valori totali ottenuti da ciascuna tipologia ambientale per la numerosità del campione intervistato (1.1).

Matematicamente:

$$x_{mj} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{N} \quad (1.1)$$

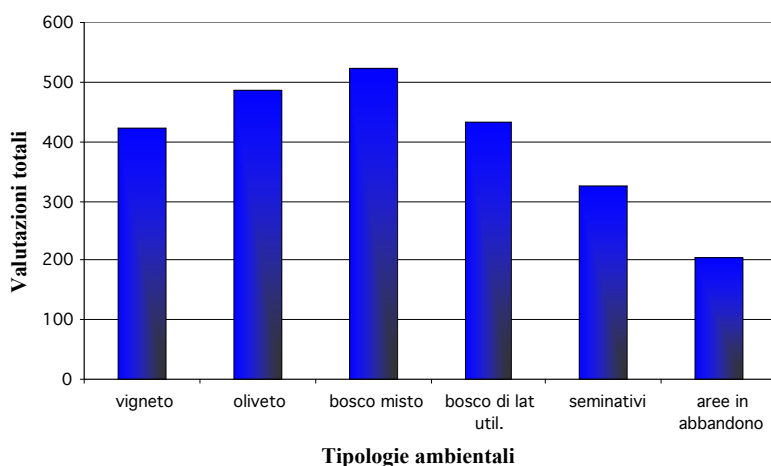


Grafico 1 – Giudizio di gradimento del set fotografico

dove x = valori di gradimento espressi dal jesimo intervistato, N = numerosità del campione intervistato.

In base ai valori medi ottenuti dall'elaborazione statistica, è stata redatta una graduatoria di tipologie ambientali ordinata dalla più gradita alla meno gradita come mostrato dal Grafico 2.

2.2 Utilizzo della metodologia GIS

L'uso combinato fra valutazioni paesaggistiche e GIS può rappresentare un'occasione concreta di sperimentazione di metodologie interdisciplinari, favorendo il superamento delle barriere che tradizionalmente separano fra loro le diverse discipline.

L'iter per la definizione degli impatti generati dall'attuazione di un progetto in grado di modificare sia le caratteristiche strutturali sia le condizioni ambientali, sociali ed economiche di una porzione di territorio, richiede la produzione, l'organizzazione e l'elaborazione di una vasta mole di dati.

I GIS sono in grado di gestire questa situazione affinché un processo così complesso come quello rappresentato dalla VIA riesca ad esplicare tutte le proprie funzionalità: nel presente lavoro è stato utilizzato un prodotto del GIS, il software Map Info attraverso il quale il territorio comunale di Pontassieve è stato suddiviso in pixel (aree di 2500 m²).

Successivamente il lavoro si è indirizzato verso la creazione di una carta tematica nella quale ad ogni *pixel* di Pontassieve è stato associato un numero appartenente alla tipologia ambientale che lo caratterizza: si sono di fatto sostituiti i dati forniti dal Corine Land Cover con le tipologie ambientali ottenute dal metodo delle preferenze visive.

È stata così ottenuta una mappazione di gran parte del territorio di Pontassieve come illustrato dalla Figura 1: in pratica più dell'85% del comune è stato classificato,

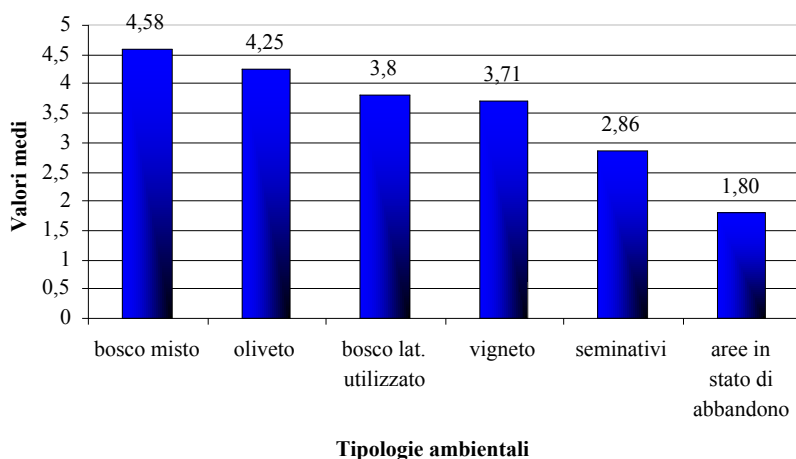


Grafico 2 – Valori medi paesaggistici

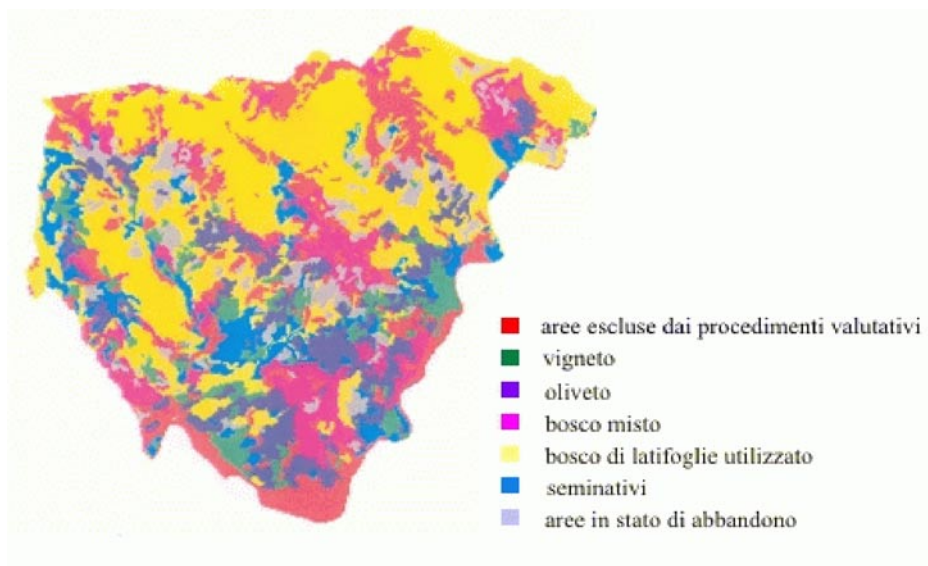


Figura 1 – Carta tematica del comune di Pontassieve

eccezione fatta per tutte quelle zone non caratterizzate da una copertura vegetale e non esaminate con il metodo delle preferenze visive (zone urbane, cave, corsi d'acqua ecc.).

Ad ognuno dei *pixel* così catalogato è stato successivamente associato il corrispondente valore medio ottenuto dai test (x_{mj}).

In pratica il risultato di questa fase del lavoro è stata la creazione di una banca dati collegata ad un riferimento cartografico digitale dove il comune di Pontassieve è stato scomposto in pixel dei quali si possono sapere in tempo reale le coordinate x, y (sistema di coordinate italiano UTM fuso 32).

3 CASO DI STUDIO: IMPATTI SUL PAESAGGIO GENERATI DA UN ELET- TRODOTTO

Di seguito viene descritto un progetto che ha due possibili alternative di realizzazione al fine di individuare e valutare gli impatti che queste generano sul paesaggio per poter successivamente scegliere l'alternativa di minor impatto.

Tralasciando le diverse tipologie di danno generate dalla realizzazione di un elettrodotto, lo studio si è concentrato sulla stima dei danni relativi all'*intrusione visiva* del manufatto⁴ nei confronti del paesaggio circostante che portano ad una sua degra-

⁴ Nella nostra simulazione è stato scelto un elettrodotto adibito al passaggio di corrente a 130.000 v, frequenza alternata di 50 Hz, 250-400 ampère costituito da piloni tronco piramidali.

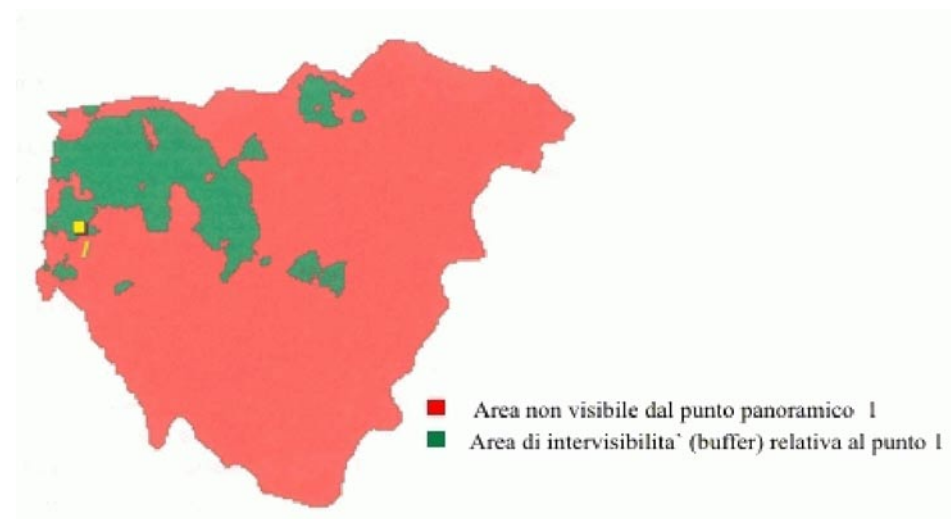


Figura 2 – Rappresentazione di un'area di intervisibilità

dazione provocando ripercussioni negative sia sulla qualità della vita dei residenti sia sulle potenzialità produttive e turistiche della zona esaminata.

Individuando nei piloni di sostegno i principali elementi di intrusione visiva del manufatto, il criterio di valutazione degli impatti adottato ha ripreso in parte un progetto canadese della prima metà degli anni ottanta⁵.

Nel progetto di Pontassieve il territorio è stato analizzato per tipi di paesaggio e per aree d'intervisibilità o buffer definendo come tali tutte le aree visibili da un determinato punto panoramico detto di intervisibilità (nel nostro caso i piloni di sostegno) come mostrato nella Figura 2.

Inizialmente sono stati georeferenziati i punti dove i piloni dovrebbero essere collocati direttamente sulla carta tematica di Pontassieve (Figura 3): la collocazione è avvenuta in un tratto dove la pendenza non è eccessiva (dislivello massimo di 10 metri), in prossimità della strada che dalle Sieci porta a Santa Brigida, in relazione al fatto che la zona è soggetta ad intenso sviluppo antropico come conferma la realizzazione di un nuovo tratto stradale che esclude Molin del Piano dal flusso principale di transito degli autoveicoli.

La simulazione è stata effettuata su un tracciato lungo 1 chilometro, cercando di valutare la variazione dell'impatto abbassando i piloni di 10 metri rispetto alla dimensione iniziale di progetto, ossia adottando nuovi criteri di progettazione⁶.

⁵ Ontario Hydro, 1983 elaborato per valutare l'impatto di un elettrodotto nell'Ontario sud-occidentale. In quel caso l'obiettivo era quello di identificare un tracciato elettrico che arrecasse il minor impatto possibile all'ambiente circostante analizzando il territorio secondo due ottiche distinte: per tipi di paesaggio e per aree sensibili in conseguenza alla presenza antropica.

⁶ Fonte dati: Ufficio tecnico ENEL, sezione di Firenze.

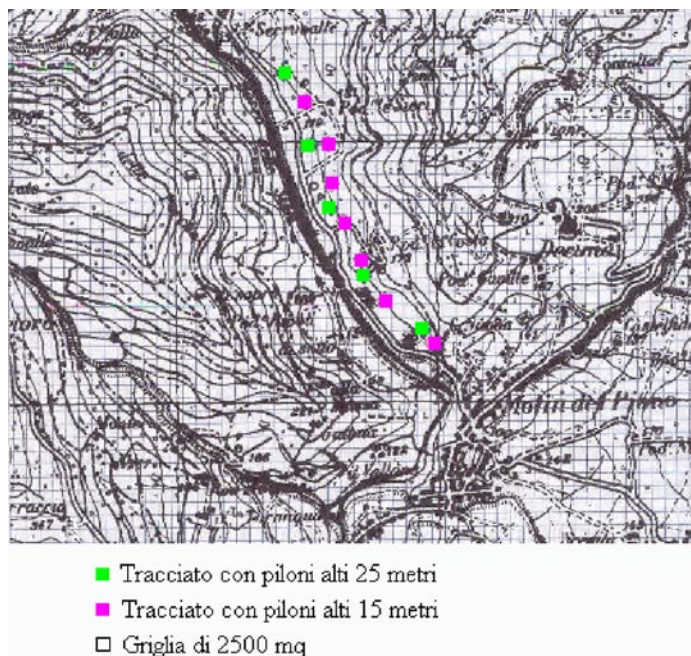


Figura 3 – Disposizione spaziale dei piloni di sostegno dell'elettrodotto

Il progetto subisce una sostanziale modifica relativa alla “distanza fra i piloni” che con l’altezza minore passa da 250 metri a 150 metri: quindi in un tratto lungo 1 chilometro avremo 5 piloni da 25 metri di altezza o 7 piloni da 15 metri.

3.1 Definizione delle aree di impatto

Valutare gli impatti visivi arrecati all’ambiente dal manufatto equivale ad analizzare la sua “intrusione visiva”, il danno visivo che arreca all’ambiente circostante: “il danno visivo risiede infatti non solo nell’opera in sé, ma anche nella visibilità o meno della stessa” (Gisotti, 1998).

In via del tutto sperimentale si è cercato di rendere lo studio dinamico non fermandosi alla “semplice” analisi dell’impatto generato sulle aree di intervisibilità, ma introducendo una funzione in grado di far variare tale impatto al variare della distanza dall’elettrodotto (1.2): grazie a tale studio siamo arrivati a definire aree che sono *diversamente* influenzate dai danni visivi in base alla loro distanza dal manufatto.

Il primo passo è stato proprio quello di definire queste aree dette d’influenza distinguendo quella “immediata o dominante” da quella “limitrofa”.

La prima può essere definita come l’area a stretto contatto con il manufatto, quella cioè influenzata al massimo dallo stesso in relazione alla sua dimensione e alla distanza da questo (area compresa in un raggio di 5 km per la variante con piloni alti 25 m e di 3 km per quella con piloni alti 15 m), mentre per zona limitrofa si intende un’area,

meno influenzata dalla realizzazione dell'opera, compresa fra il quinto chilometro (il terzo per la variante più bassa) e l'ottavo chilometro oltre il quale l'impatto dei piloni si azzera.

È importante sottolineare come le distanze utilizzate per definire le suddette aree sono state usate a titolo esemplificativo con lo scopo di giungere ad un risultato concreto, per poter esprimere un giudizio in termini comparativi fra le due alternative progettuali.

In sostanza lo studio dell'intervisibilità, attraverso la definizione di zone dominanti e limitrofe, è servito per quantificare l'impatto visivo dell'elettrodotto.

3.2 Attribuzione del valore paesaggistico alle zone di impatto

Ad ogni pilone da realizzare è stato fatto corrispondere un punto di intervisibilità e per ciascuno di tali punti, in funzione dell'elevazione del manufatto, è stata individuata l'area dalla quale è visibile il pilone stesso: in definitiva 5 zone (*buffer*) nel primo caso e 7 *buffer* nel secondo⁷.

Qualsiasi *pixel* di ogni *buffer* precedentemente analizzato, catalogato e valutato avrà quindi un determinato valore medio in base alla tipologia ambientale dalla quale è caratterizzato.

Considerando l'impatto visivo *direttamente proporzionale* al valore paesaggistico dell'area danneggiata, successivamente i valori di ogni *buffer* sono stati elaborati al computer per poter "correggere" i vari valori medi di ogni *pixel*, x_{mj} , in funzione della distanza dai piloni di sostegno, ottenendo dei valori "corretti" x_{jd} .

Tale correzione si è ottenuta utilizzando il teorema dei triangoli simili individuando tre possibili condizioni (1.2).

$$\begin{aligned}
 1) \quad & d_j \leq d_{\min} \quad x_{jd} = x_{mj} \\
 2) \quad & d_j \geq d_{\max} \quad x_{jd} = 0 \\
 3) \quad & d_{\min} < d_j < d_{\max} \quad x_{jd} = x_{mj} * \{d_{\max} - (d_j - d_0)\} / (d_{\max} - d_{\min})
 \end{aligned}
 \tag{1.2}$$

dove x_{mj} = valore medio del paesaggio jesimo, x_{jd} = valore del paesaggio jesimo corretto in base alla distanza d , $d_{\max}$ = 8 chilometri, $d_{\min}$ = 5 chilometri (3 per i piloni alti 15 m), d_0 = pixel riferito al punto di scatto, d_j = distanza del *pixel* jesimo.

La suddetta funzione si giustifica:

- col fatto che maggiore è la distanza dell'osservatore nei confronti del manufatto

⁷ Nel nostro caso ciascun *buffer* rappresenta un'area dalla quale il pilone stesso è visibile, ovvero un'area alla quale il pilone arreca un danno visivo.

e minore sarà l'impatto visivo a causa delle "limitate" capacità percettive dell'uomo⁸;

- col fatto che la curvatura terrestre fa ridurre l'altezza al crescere della distanza.

Come mostrato nella Figura 4, i *pixel* prossimi ai piloni mantengono il loro valor medio originale fino ad un raggio di 5 km, (tre per i piloni alti 15 m), appartenenti alla zona dominante A sulla quale il manufatto genera il massimo impatto visivo.

Superata questa distanza le medie decrescono per cui l'impatto del manufatto su questa zona sarà minore in quanto meno percepibile a causa della distanza dall'elettrodotto (zona limitrofa B).

La soglia massima di visuale oltre la quale i piloni non sono più visibili è stata fissata in otto chilometri a partire dai piloni stessi: in prossimità dell'ottavo chilometro i valori paesaggistici medi, così come gli impatti dell'elettrodotto, tendono ad azzerarsi⁹ (zona marginale C).

Successivamente, per i 5 *buffer*, relativi al tracciato con piloni alti 25 m, sono stati calcolati i relativi valori paesaggistici rispettivamente $x_{\text{stot}25}$ e $x_{\text{stot}15}$ ottenuti sommando i valori medi delle tipologie ambientali di ogni *pixel* appartenenti a quel *buffer* corrette in funzione dell'orografia e della distanza dai piloni di sostegno (1.3 e 1.4).

Matematicamente:

$$x_{\text{stot}25} = \sum_{j=1}^N x_{jsd} \quad (1.3)$$

dove x_{jsd} = valore medio appartenente alle tipologie ambientali del *jesimo pixel* appartenente al *buffer*.

Stesso procedimento per le 7 zone appartenenti al tracciato con i piloni alti 15 m.

$$x_{\text{stot}15} = \sum_{j=1}^N x_{jsd} \quad (1.4)$$

dove x_{jsd} = valore medio appartenente alle tipologie ambientali del *jesimo pixel* appartenente al *buffer*.

Fase successiva è stata l'aggregazione dei 5 e dei 7 *buffer* in due grandi zone cal-

⁸ È possibile distinguere un oggetto a notevole distanza ma è altrettanto improbabile apprezzarne le caratteristiche estetiche se quest'oggetto si trova ad una distanza superiore ad una "soglia di percezione" che nel nostro caso è stata fissata in 8 km.

⁹ Considerato l'impatto visivo direttamente proporzionale al valore paesaggistico dell'area danneggiata, i due valori si sono fatti coincidere.

colando l'impatto paesaggistico globale dei due tracciati alternativi dell'elettrodotto (X_{tot}) sommando i valori paesaggistici (x_{stot25} e x_{stot15}) prima ottenuti (1.5 e 1.6).

Per il tracciato con piloni alti 25 m:

$$X_{tot25} = \sum_{j=1}^{j=5} x_{sjtot25} \quad (1.5)$$

dove $x_{sjtot25}$ = valore paesaggistico del *jesimo buffer*.

Per il tracciato con piloni alti 15 m:

$$X_{tot15} = \sum_{j=1}^{j=7} x_{sjtot15} \quad (1.6)$$

dove $x_{sjtot15}$ = valore paesaggistico del *jesimo buffer*.

Un discorso a parte merita il procedimento per l'assegnazione del valore medio a quei *pixel* appartenenti a più *buffer* perché visibili da più punti panoramici e di conseguenza con più valori medi.

La questione è stata analizzata inizialmente attraverso tre ipotesi distinte:

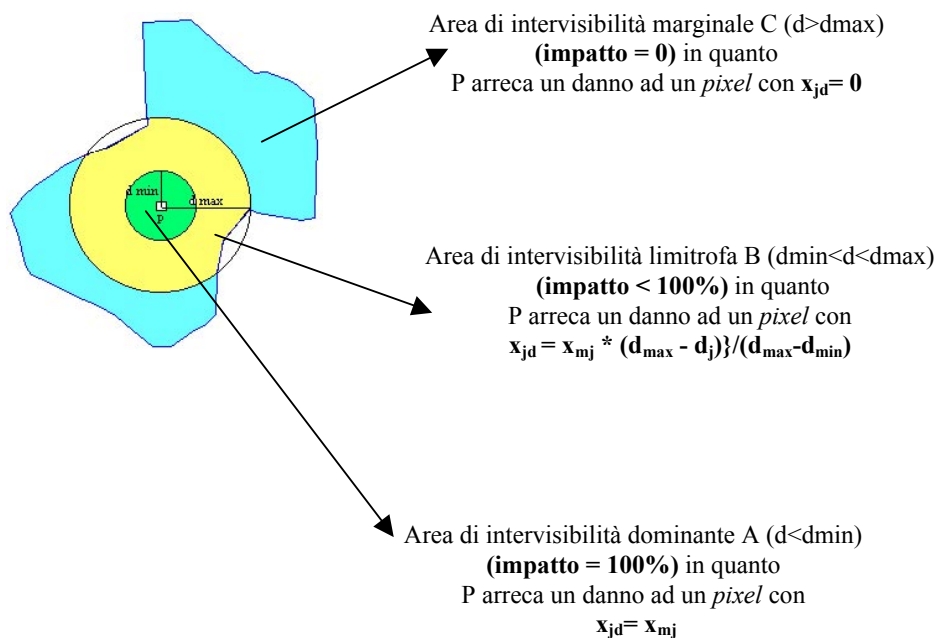


Figura 4 – Variazione degli impatti in base alla distanza dai piloni di sostegno

1. assegnazione di un valore frutto della media aritmetica dei vari valori medi;
2. assegnazione di un valore frutto della somma dei vari valori medi;
3. assegnazione del valore optando per il valore medio più alto fra i vari valori medi.

La prima ipotesi è stata scartata per il fatto che il valore medio è in stretta relazione con la distanza del punto preso in considerazione dai piloni di sostegno dell'elettrodotto.

Non è da escludere il caso in cui da un determinato *pixel* sia possibile scorgere due o più piloni: uno particolarmente vicino a differenza degli altri.

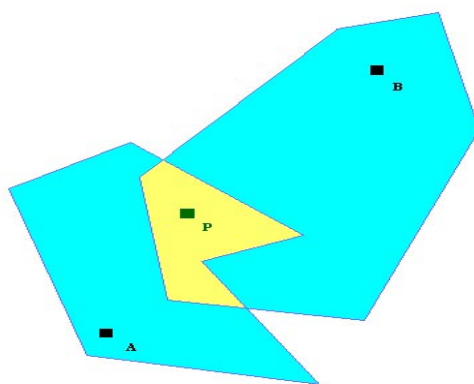
In base alla correzione dei valori medi in funzione della distanza, il punto avrà più valori medi di cui uno particolarmente alto determinato dal pilone vicino che causa su di lui il massimo impatto, e altri più bassi determinati da piloni distanti che generano impatti minori.

Applicando questa ipotesi verrebbe assegnato un valore medio, inferiore al valore massimo, ad un punto di visuale vicino ad un pilone di sostegno che genera su di lui il massimo impatto.

Anche la seconda ipotesi è stata scartata visto e considerato che l'elettrodotto è comunque un'opera di alto impatto complessivo indipendentemente se da uno stesso punto di intervisibilità siano visibili uno o più piloni.

È stata quindi adottata la terza ipotesi in base alla quale il valore medio assegnato, a titolo cautelativo, è quello più alto fra i vari valori medi (Figura 5).

Nella Figura 5 il punto P, visibile da entrambi i punti panoramici A e B, avrà sia un valore medio x_{jsdA} sia un valore medio x_{jsdB} considerando x_{jsdA} e x_{jsdB} come i valori medi appartenenti alle tipologie ambientali, corretti in funzione della distanza d rispetto ai punti panoramici A e B, del punto P: la scelta del valore da attribuire al punto P ricadrà su quello maggiore fra x_{jsdA} e x_{jsdB} .



In celeste due aree di intervisibilità (buffer) relative ai punti A e B.
In giallo l'area di sovrapposizione dei due buffer.

Figura 5 – Attribuzione di un valore medio ad un punto appartenente a due buffer

3.3 Scelta della variante progettuale di minor impatto

Dalle analisi effettuate risulta che il tracciato di 1 km con piloni alti 25 m è visibile da una superficie di circa 5.543 ettari sulla quale provoca un impatto paesaggistico globale ($X_{\text{tot}25}$) pari a 80.805 mentre il tracciato di 1 km con piloni alti 15 m è invece visibile da una superficie di circa 6.450 ettari sulla quale provoca un impatto paesaggistico globale ($X_{\text{tot}15}$) pari a 70.177.

In definitiva con il termine di “impatto paesaggistico globale” si indica un numero frutto di un modello di ricerca sperimentale che ha tenuto conto delle seguenti variabili:

- copertura vegetale;
- orografia del territorio;
- caratteristiche del progetto;
- distanza dal manufatto delle zone danneggiate dal passaggio dell'elettrodotto.

Risulta importante evidenziare come l'ampiezza delle zone di intervisibilità appartenente al tracciato con i piloni alti 15 m risulti più ampia di quella relativa all'alternativa con i piloni più alti quando a rigor di logica dovrebbe essere il contrario.

All'atto pratico all'aumentare dell'altezza del pilone dovrebbe corrispondere un aumento direttamente proporzionale dell'area di intervisibilità, aumento però “contrastato” dai rilievi: l'ampiezza dei *buffer* è il frutto delle caratteristiche tecniche del manufatto alle quali però devono essere associate le caratteristiche orografiche del territorio.

Nel nostro caso di studio il fattore decisivo che giustifica “l'anomalo” risultato delle ampiezze delle aree di intervisibilità è stato il maggior numero dei piloni alti 15 m e la loro diversa collocazione spaziale nei confronti di quelli alti 25 m.

Risulta evidente come il tracciato con piloni alti 15 m, nonostante una maggior area di intervisibilità, generi degli impatti minori e sia quindi la variante progettuale da scegliere.

Ad influire sulla scelta oltre al tipo di copertura vegetale, concorre il fatto che all'abbassarsi dei piloni anche l'area dominante di intervisibilità viene ridotta da 5 a 3 km, facendo diminuire di conseguenza la superficie sulla quale il manufatto arreca il maggior impatto.

Ecco quindi che la tendenza odierna di costruire elettrodotti con piloni di sostegno il più bassi possibile, anche se comporta una riduzione delle campate ed il conseguente maggior numero di essi, determina un minor impatto sul territorio.

CONCLUSIONI

La premessa fondamentale del modello adottato è data dal fatto che un'opera di determinate dimensioni realizzata in una data area (nel nostro caso un elettrodotto), produrrà un danno relativo all'intrusione visiva proporzionale alla qualità del paesaggio dell'area stessa.

In accordo con i nuovi orientamenti progettuali per una maggior salvaguardia ambientale, la simulazione ha confermato l'utilità di abbassare l'altezza dei piloni di sostegno del manufatto ottenendo un minor impatto sull'ambiente evidenziando anche che tale effetto finale non è tanto dovuto ad una minor visibilità del manufatto, quanto ad un minor impatto dei singoli piloni di sostegno sul territorio.

Il modello si presenta come una evoluzione dei metodi di valutazione del paesaggio che, non soffermandosi su una analisi statica dell'intrusione visiva di un manufatto, introduce lo studio dell'intervisibilità.

Questo tipo di analisi, pur presentando passaggi procedurali complessi come ad esempio la creazione delle aree di impatto e la valutazione dei *pixel* appartenenti a più zone di intervisibilità, rappresenta uno strumento innovativo per analizzare un caso di studio senza discostarsi troppo dalla realtà.

Così facendo si è cercato di superare uno dei limiti dei tradizionali metodi tenendo conto delle caratteristiche del progetto: è stata infatti introdotta la variabile *altezza* dei piloni di sostegno, esaminando due diverse alternative di tracciato.

Un limite al quale non si è però riusciti a far fronte è quello relativo alla soggettività che accompagna la rappresentazione tramite fotografie del paesaggio preso in esame, ed in particolare all'angolazione e alla posizione di scatto di ciascuna foto, che di fatto costituiscono una "rappresentazione distorta della realtà". Altro limite riscontrato riguarda i questionari contenenti un'inalienabile grado di soggettività dovuto alle risposte dei vari intervistati.

Da segnalare inoltre la "rischiosa" aggregazione delle tipologie ambientali per giungere alla definizione delle due aree d'impatto (X_{tot25} e X_{tot15}) che considera il paesaggio come un insieme di singole tipologie ambientali non considerando il valore aggiunto che deriva dalla complessità e dall'eterogeneità del paesaggio stesso.

Ricordando che lo scopo di questo lavoro è quello di fornire un metodo in grado di confrontare alternative progettuali diverse al fine di scegliere quella che arreca minor danno al territorio, i punti deboli espressi dal modello uniformano per così dire la ricerca, la quale valuta con lo stesso criterio entrambe le alternative progettuali.

Ecco che ragionando in quest'ottica il modello presenta spunti innovativi interessanti per la valutazione del paesaggio.

CENNI BIBLIOGRAFICI

- A.A.V.V., 1993 - *Le servitù per condotte aperte e sotterranee: implicazioni tecniche, urbanistiche sociali, giuridiche, economico-estimative* - Atti del XXIII Incontro, sala Convegni, Firenze.
- Abrami A., 2000 - *La legislazione nazionale di tutela del paesaggio* - L'Italia Forestale e Montana n 4.
- Alberti A., Berrini M., Melone A., Zambrini M., 1988 - *La valutazione di impatto ambientale* - Franco Angeli editore.
- Bagnaresi U., 2000 - *La valutazione del paesaggio rurale* - Terra e vita n 5, pp. 69-72.

- Bagnaresi U., 2000 - *La valutazione del paesaggio rurale* - Terra e vita n 5.
- Barde J. -P., 1993 - *Valutare l'ambiente* - Il Mulino editore, cap. 1, 3.
- Bentivegna V., 1996 - *La valutazione ambientale come aiuto alle decisioni pubbliche: limiti e cautele* - Genio Rurale n 1, pp. 46-53.
- Borra D., 1994 - *Il metodo delle preferenze visive nella valutazione del paesaggio forestale* - Genio Rurale n. 1, pp. 60-68.
- Brandon P., 1995 - *L'approccio "multi-modale" per la valutazione della qualità dell'ambiente costruito, nella pianificazione sostenibile* - Genio Rurale n. 12.
- Bresso M., 1997 - *Economia ecologica* - Jaca book.
- Bresso M., Russo R., Zeppetella A., 1990 - *Analisi dei progetti e valutazione di impatto ambientale* - Franco Angeli editore, cap. 1 e 2.
- Brunori G., 1995 - *La valutazione degli spazi rurali: una strategia di intervento* - Genio Rurale n. 11.
- Bruzzi L., 1999 - *Valutazione di impatto ambientale* - Maggioli editore, sezione 0, 1, 4, 5.
- Camussi A., 1991 - *Metodi statistici per la sperimentazione biologica* - Zanichelli editore.
- Caravello G., 2000 - *Assetto agrario, ripristino ambientale, valorizzazione culturale ed iniziative economiche nel paesaggio centuriato veneto* - Genio Rurale n. 6.
- Carovita B., 1990 - *Diritto pubblico dell'ambiente* - Il Mulino editore, cap. 1, 3, 5, 16, 18.
- Casini L., 2000 - *Nuove prospettive per uno sviluppo sostenibile del territorio* - PF CNR, RAISA pubbl. n. 3050.
- Chirici G., 1998 - *I GIS nella pianificazione e gestione forestale: l'esempio del Comunello di M.te Armelio* - Genio Rurale n. 7/8, pp. 19-25.
- Chirici G., 1998 - *I GIS nella pianificazione e gestione forestale: l'esempio del Comune di M. Armelio* - Genio Rurale n. 7/8.
- Colantonio R., 2000 - *Pianificazione e reti ecologiche* - Genio rurale n. 6, pp. 40-44.
- Daclon C., 1996 - *La V.I.A. in Italia ed in Europa* - Maggioli editore.
- Dell'Anno P., 1987 - *La valutazione d'impatto ambientale: problemi di inserimento nell'ordinamento italiano* - Maggioli editore, pp. 55-94, appendice di testi normativi.
- Di Nallo E., 1995 - *Valutazione d'impatto ambientale in Italia 1989-1994* - Guerini scientifica editore.
- Distasio M., 1997-1998 - *L'economia del paesaggio rurale* - Agrobusiness Paesaggio & Ambiente n. 1.
- Donia E., 1990 - *Aspetti della valutazione di impatto ambientale* - Ila Palma editore.
- Fabbri P., 1985 - *Metodologia di pianificazione e parchi naturali* - Agricoltura Ambiente, n. 28.
- Falqui E., 1990 - *Verso la pianificazione ambientale* - Angelo Guerini e associati s.r.l. editore pp. 115-173.
- Ferrara R., 2000 - *La valutazione di impatto ambientale* - Cedam , pp. 1-304.
- Ferrucci D., 1999 - *Applicazione di un GIS per il confronto e l'integrazione di cartografie di uso del suolo* - Genio Rurale n. 5, pp. 55-63.

- Giau B., 1999 - *La valutazione del paesaggio forestale* - Agribusiness Paesaggio & Ambiente n. 3, pp. 137-144.
- Gisotti G., 1998 - *Valutare un'alterazione paesaggistica: applicazione di un metodo* - Genio Rurale n. 9 pp. 17-29.
- Gisotti G., Bruschi S., 1990 - *Valutare l'ambiente* - La nuova Italia Scientifica editore, cap. 1, 7, 9.
- Grittani M., 1990 - *Introduzione alle metodologie di valutazione monetaria e non monetaria* - Genio Rurale n. 7, pp. 78-81.
- La Camera F., 1997 - *Situazione normativa italiana sulla VIA* - Genio Rurale n. 3, pp. 52- 53.
- Lo Russo A., 1998 - *L'impiego del GPS nella stesura di carte tematiche* - Genio Rurale n. 12.
- Lucarelli F., 1992 - *Diritto all'ambiente, procedure d'impatto* - Idelson Napoli edizioni, cap. 1, 3, 4, pp. 205-307.
- Maciocco G., 1991 - *La pianificazione ambientale del paesaggio* - Franco Angeli editore, cap. 1, 2.
- Marchetti R., 1993 - *Il paesaggio* - Città Studi editore, pp. 135-148.
- Mattalia A., 1994 - *Il metodo delle preferenze visive nella valutazione del paesaggio forestale* - Genio Rurale n. 1 pp. 60-68.
- Merlo M., 1991 - *Elementi di economia ed estimo forestale ambientale* - Patron, Bologna.
- Michieli I., 1993 - *Trattato di estimo* - Edagricole, Bologna.
- Nebbia G., 1991 - *Lo sviluppo sostenibile* - Cultura della Pace edizioni, cap. 4.
- Oneto G., 1987 - *Valutazione di impatto sul paesaggio* - Pirola editore, pp. 13-23.
- Pearce D., 1991 - *Progetto per una economia verde* - Il Mulino editore.
- Pirazzoli M., 1998 - *VIA dei piani e dei progetti agro-forestali* - Genio Rurale n. 2.
- Pirazzoli M., 1998 - *VIA dei piani e dei progetti agro-forestali* - Genio Rurale n. 2, pp. 7-11.
- Polelli M., 1997 - *Trattato di estimo* - Maggioli editore, parte I, VII.
- Rizzi G., 1992 - *Valutazione di impatto ambientale* - Edizioni Dei Roma, cap. 1, 8, 9.
- Salmi S., 1989 - *Diritto dell'ambiente* - Pirola editore, cap. 1, 4, 7, 10, 11, 12, 14.
- Scarpa R., 1994 - *Valutazione di impatto ambientale: tra le norme per interventi puntuali ed un approccio olistico*. Genio Rurale n. 1, pp. 23-31.
- Schenone C., 1997 - *Sistemi Informativi Territoriali* - Gruppo Editoriale Futura Milano.
- Segre A., 1996 - *Politiche per l'ambiente* - Utet.
- Talia M., 1987 - *Valutazione di impatto ambientale* - Gangemi editore, pp. 35-52, 111-119.
- Tamburino A., 1988 - *Evoluzione ambientale* - Giuffr  editore, cap. 5, 6.
- Tempesta T., 1996 - *Criteri e metodi di analisi del valore ricreativo del territorio* - Unipress edizioni, cap. 6.
- Tempesta T., 1997 - *Paesaggio rurale e agrotecnologie innovative* - Franco Angeli editore.
- Tempesta T., 1999 - *La valutazione del paesaggio rurale tramite indici estetico- visivi*

- Genio Rurale n. 4, pp. 50-63.
- Wolfgang H., 1999 - *La "sostenibilità" è un concetto valido in ecologia?* - Genio Rurale n. 5, pp. 8-14.
- Zeppetella A., 1992 - *Valutazione ambientale e processi di decisione* - La Nuova Italia Scientifica editore.
- Zeppetella A., 1996 - *Retorica per l'ambiente* - Franco Angeli editore, pp. 26-29, 72-73.