POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Sistemi informativi geografici per la valutazione dell’impatto scenico dei paesaggi industriali

*Original*
Sistemi informativi geografici per la valutazione dell’impatto scenico dei paesaggi industriali / LA RICCIA, Luigi - In: Geografie di oggi. Metodi e strategie tra ricerca e didattica / Aliamo A., Aru S., Donadelli G., Nebbia F.. - STAMPA. - Milano : Franco Angeli, 2015. - ISBN 9788891724434. - pp. 41-56 [10.3280/oa-104]

*Availability:*
This version is available at: 11583/2643538 since: 2016-06-08T10:43:59Z

*Publisher:*
Franco Angeli

*Published*
DOI:10.3280/oa-104

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

12 October 2024

## 2. Geografia dei paesaggi industriali della Sardegna

La geografia della realtà industriale sarda (fig. 1) è legata alla costruzione di un mosaico complesso di situazioni territoriali. Questa realtà pone innanzitutto il problema di descrivere la complessità del fenomeno industriale, costituito dalle diverse dimensioni degli insediamenti produttivi, dalla differente incidenza sulla struttura insediativa del territorio, dall'eterogeneità dei rapporti con il contesto paesaggistico. L'immagine complessiva che ne risulta restituisce un quadro piuttosto ampio di situazioni, che evidenziano differenti strategie di sviluppo susseguitesi nel tempo: da un lato, i grandi agglomerati industriali, che nella loro unitarietà definiscono un paesaggio ben riconoscibile, anche se la percezione prevalente è di luoghi anonimi e non positiva; dall'altro, situazioni più ibride, dove alcuni insediamenti industriali costituiscono aree di transizione tra l'urbano consolidato e le espansioni, senza un ordine spaziale definito, spesso in collisione con importanti aree naturali. I paesaggi industriali della Sardegna, pertanto, possono essere preliminarmente ricondotti a due macro categorie: le grandi aree industriali e gli insediamenti produttivi minori.

La distribuzione territoriale delle aree industriali si caratterizza per la numerosità di aree localizzate in modo pressoché omogeneo su tutto il territorio regionale. Le grandi aree industriali sono localizzate in modo prevalente nelle zone costiere, in prossimità dei grandi centri urbani (Porto Torres, Olbia, Cagliari, Arbatax, Oristano, Portovesme). Nei territori più interni alla regione possono essere individuate per la maggior parte zone industriali minori. Questa particolare distribuzione trae origine dalle diverse fasi dello sviluppo economico della Sardegna: a lungo l'attività produttiva prevalente fu legata all'estrazione in miniere e cave, di carbone e metalli; dal secondo dopoguerra, incentivi per lo sviluppo del Mezzogiorno (legge n. 634/1957) hanno consentito di incrementare la diffusione del settore petrolchimico. Le ASI (Aree di Sviluppo Industriale) e i NI (Nuclei di Industrializzazione) sono ubicate sul mare, per assolvere ad una funzione di attrazione nei confronti di iniziative industriali legate al movimento marittimo. A queste, si aggiungono le ZIR (Zone di Interesse Regionale), individuate già dalla legge regionale n. 22/1953 e situate nelle zone più interne dell'isola, che assolvono invece una funzione tesa a evitare una polarizzazione delle industrie per diffondere in modo equilibrato su tutto il territorio il tessuto produttivo. Infine, notevole è la distribuzione territoriale dei Piani per gli Insediamenti Produttivi (PIP): tali aree, spesso di impianto recente, sono localizzate prevalentemente a ridosso delle principali infrastrutture (la "distanza inferiore media" è di circa 20 km), distribuite in modo lineare o in prossimità dei centri urbani (con fenomeni di terziarizzazione).

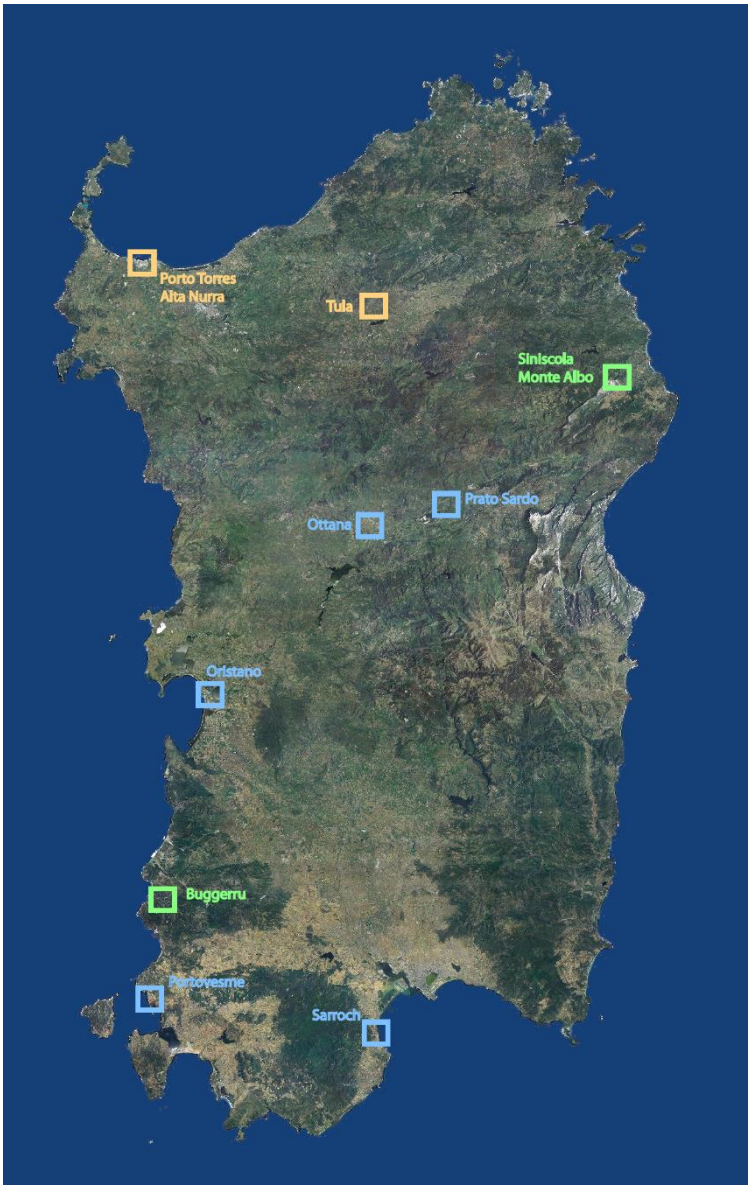



*Fig. 1. I casi studio delle grandi aree industriali in Sardegna: in azzurro le aree produttive, in verde le aree estrattive, in arancio le aree per la produzione di energia da fonti rinnovabili. (Fonte dell'autore)*

## 3. Analisi della visibilità di un paesaggio industriale attraverso i sistemi informativi geografici

La comprensione delle relazioni visuali tra gli elementi caratterizzanti un paesaggio industriale può essere perseguita attraverso un'adeguata analisi operata anche mediante l'ausilio dei GIS. L'analisi ha come obiettivo fondamentale l'individuazione delle relazioni visive che rendono riconoscibili il paesaggio e i suoi elementi caratterizzanti, e può fornire una rappresentazione cartografica di tali relazioni, della visibilità tra punti e della sensibilità visiva complessiva di un'area. L'obiettivo è concorrere, in primis, nel campo della pianificazione territoriale e urbanistica, alla definizione di adeguate misure di protezione nei confronti degli elementi che, nell'insieme, rendono riconoscibile un paesaggio, prendendo in considerazione le condizioni oggettive e la geometria della visione (caratteristiche formali della scena paesaggistica, punti di osservazione, ampiezza e profondità del campo visivo, mete percettive), assumendo che esse siano predittive dell'esperienza paesaggistica soggettiva.

Il controllo della visibilità può essere eseguito per la localizzazione di nuovi impianti o per l'ampliamento di strutture in aree già esistenti, selezionando le aree più sensibili sotto il profilo paesaggistico, in modo automatico e informatizzato, mediante l'utilizzo dei sistemi informativi geografici: la *viewshed analysis* consente di arrivare alla simulazione delle relazioni tra morfologia del paesaggio e sistemi insediativi. La tecnica in gioco consiste nel calcolare il campo di osservazione (il cosiddetto "spazio visivo") rispetto alla posizione e all'orizzonte visivo di un dato osservatore. Sulla base di un modello digitale del terreno già predisposto (Digital Terrain Model o Digital Surface Model[2]) è infatti possibile determinare la visibilità relativa da punti di vista predeterminati riguardo ad ogni cella attraverso cui è discretizzata l'area di studio. L'analisi può essere eseguita da posizioni individuali (*viewsheds*), da percorsi (*incremental viewsheds*) o da aree (*cumulative viewsheds*): in tutti i casi essa definisce lo "spazio visivo", inteso come la

[2] Il Digital Surface Model (DSM), laddove disponibile, è certamente più interessante in quanto restituisce non solo la semplice morfologia del terreno, ma anche i volumi dei principali elementi naturali e antropici, che possono condizionare la visione da un punto di belvedere.

porzione di paesaggio che appare all'osservatore. In questa operazione, tuttavia, non giocano un ruolo centrale solo gli aspetti tridimensionali dello spazio, ma anche altre condizioni come: la posizione dell'osservatore (altitudine, prossimità, ecc.), la direzione della vista, le condizioni atmosferiche, ecc.

Per l'analisi della visibilità sono stati considerati i dati geografici relativi alle aree produttive: al momento, gli esempi fanno riferimento alle sole attività industriali, ma il metodo può valere, previe opportune specificazioni, anche per le aree estrattive e per gli impianti per la produzione di energie rinnovabili. Nello svolgimento dell'analisi è opportuno includere anche altre tipologie di dati, relativi per esempio a elementi di valore o di particolare interesse sotto il profilo scenico (beni architettonici, fulcri visivi dell'ambiente costruito e naturale), al fine di valutare le diverse relazioni di intervisibilità con le aree produttive.

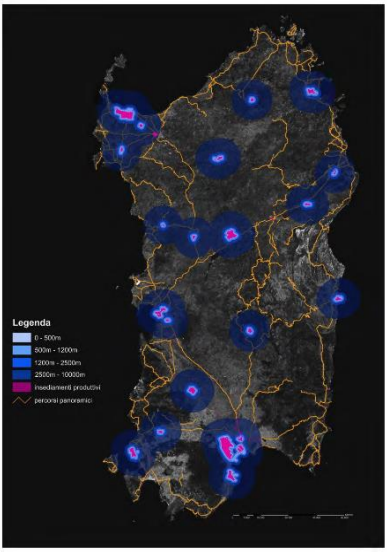
Le condizioni dell'osservazione possono essere molteplici e determinano la leggibilità del paesaggio: ad esempio, la posizione dell'osservatore, la durata dell'osservazione, il movimento e la velocità (con conseguenze sull'alternarsi di sequenze e ritmiche diverse), ecc. In generale, le forme fisiche dei paesaggi sono quelle che condizionano principalmente la sintassi di questa lettura, nonostante possano intervenire altri elementi culturali condizionanti (funzioni sociali dei luoghi, significati simbolici, toponimia, ecc.). In più, anche la profondità del campo visivo condiziona pesantemente la percezione: la tessitura e l'apparenza dei materiali, gli effetti di luce/ombra e di colore, la presenza o meno del primo piano. In effetti, diversi studi americani e olandesi[3] hanno indagato sulla possibilità di definire degli "indici di distanza" per la caratterizzazione del paesaggio visibile: la distanza che separa l'osservatore dal paesaggio osservato influisce congiuntamente sulla percezione dei dettagli e sull'insieme.

Di seguito, si è svolta un'indagine preliminare sul contesto regionale sardo mirata all'applicazione degli indici di distanza: come profondità del

[3] In ambito americano, Visual Resource Management System (USDI-BLM, United States Department of Interior – Bureau of Land Management (2009) e Scenery Management System (USDA-FS). Si veda anche Nijhuis et al. (2011).

campo visivo sono considerati diversi valori di intervallo, per fasce concentriche: 0-500 metri; 500-1200 metri; 1200-2500 metri; 2500-10000 metri[4]. Le distanze sono funzionali a controllare gli effetti ed eventualmente adottare comportamenti differenti. Ad esempio, lo stesso volume, in immediato primo piano è visibile con nitidezza, in secondo piano costituisce un elemento da valutare nel suo inserimento nell'insieme, sullo sfondo può eventualmente generare effetti per skyline, colore, ecc. I valori, non univoci nella letteratura scientifica, sono desunti da metodologie utilizzate negli Stati Uniti nell'ambito della gestione delle risorse sceniche. Nella prima carta, "Aree di potenziale influenza visiva delle grandi aree industriali sulle strade di impianto a valenza paesaggistica e di fruizione turistica" (fig. 2), l'analisi procede dalle aree industriali verso il paesaggio; nella seconda, "Fasce di visibilità teorica dalle strade di impianto a valenza paesaggistica" (fig. 3) dai percorsi di osservazione del paesaggio verso le aree industriali. La prima operazione può servire, ad esempio, per individuare esigenze di mitigazione di situazioni in atto; la seconda può invece contribuire a ragionamenti di tipo localizzativo entro una prospettiva progettuale e di pianificazione.
I luoghi privilegiati dell'osservazione del paesaggio comprendono essenzialmente due categorie fondamentali: i punti di belvedere e i percorsi panoramici. I punti di belvedere non sono classificati dall'attuale Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna (PPR) ma, oltre ai punti tutelati ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D. lgs. n. 42/2004, art. 136d: «(…) le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze»), si può prendere in considerazione alla stessa definizione di belvedere per identificare punti significativi a scala locale, basandosi su fonti di vario genere (guide, fonti orali locali, ecc.), e verificando la valenza panoramica di luoghi di interesse storico-artistico, piazze e luoghi di valore memoriale, ecc.

[4] In ambito nord-americano, ad esempio, le classi di distanza utilizzate sono: 0-400 metri (immediato primo piano), 400-800 metri (foreground), 800-6500 metri (middle-ground), oltre 6500 metri (background).



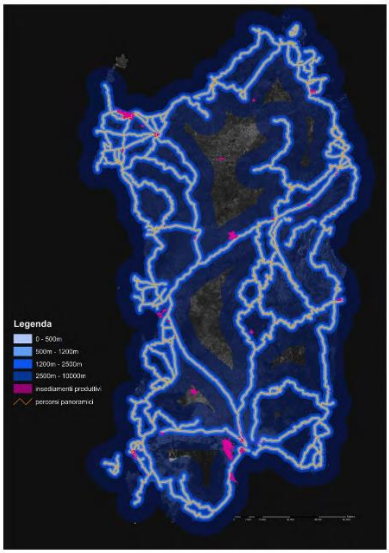




*Fig. 2 (a sinistra). L'analisi mostra le "aree di potenziale influenza visiva delle grandi aree industriali sulle strade di impianto a valenza paesaggistica e di fruizione turistica".*

*Fig. 3 (a destra). La carta segnala le aree teoricamente visibili, in prima approssimazione, ossia senza considerare la topografia, fattore che sarà preso in considerazione nelle successive fasi di analisi.*

Ai fini della selezione dei punti di osservazione, altre potenzialità sono offerte dal mondo dei social network, in particolare quelli mirati alla condivisione delle immagini fotografiche (si veda ad esempio la piattaforma Flickr): alcune ricerche, infatti, come quelle del Senseable City Lab del Massachusetts Institute of Technology (MIT)[5], sono orientate alla comprensione dei luoghi di maggiore interesse fotografati e descritti a mezzo di parole chiave (*tag*), al fine di valutare la frequenza dei luoghi fotografati e i percorsi turistici principali. È indubbio, pertanto, il valore di queste tecnologie che possono, a maggior ragione contribuire all'identificazione e alla scelta dei principali punti di fruizione del paesaggio, nonché delle principali mete della

[5] La ricerca del Senseable City Lab del MIT dal titolo "The World's Eyes" è svolta a partire dal 2008. Si veda a tal proposito Girardin et al. (2008).

percezione. Nell'analisi svolta i percorsi panoramici sono invece classificati dal Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna secondo diversi tipi di valore (artt. 103-104). Tra questi[6], sono particolarmente rilevanti per l'analisi scenica due categorie:

- Le "Strade di impianto a valenza paesaggistica": sono costituite da infrastrutture viarie con accesso a parti del territorio di elevato valore paesaggistico o che attraversano ambiti di particolare sensibilità quali le litoranee e le strade in quota degli ambienti montani e naturali.
- Le "Strade di impianto a valenza paesaggistica e di fruizione turistica": sono costituite da infrastrutture viarie con accesso a parti del territorio di elevato valore paesaggistico e di fruibilità turistica, quali litorali, spiagge, scogliere, boschi, zone umide con annessi spazi di sosta e parcheggi, ecc.

Inoltre, il Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna indica che tutte le strade di impianto sono da considerarsi di interesse paesaggistico: sono state quindi incluse anche le dorsali SS130 e SS131, le quali, benché non espressamente o totalmente panoramiche, in quanto principali direttrici di traffico sono luoghi ad alta frequentazione. Da un lato, esse hanno valore nella percezione della popolazione; dall'altro, sono situazioni di rischio, perché attrattive per la localizzazione di attività industriali.

Un altro passaggio fondamentale nell'analisi della visibilità riguarda l'individuazione delle potenziali mete della percezione, ossia elementi emergenti sotto il profilo scenico. Tra i dati cartografici già disponibili sono considerati i beni paesaggistici, e sono aggiunti tutti gli elementi di valore particolarmente riconoscibile, in senso positivo, all'interno di una determinata scena paesaggistica (elementi puntuali, definibili emergenze o *landmark*, lineari come profili o *skyline*, e areali). Ad esempio, sono potenzialmente elementi focali campanili, torri, cupole, ma anche alberi monumentali; tra questi, inoltre si è reso necessario distinguere tra "emergenze di rilievo territoriale" ed "emergenze di rilievo locale". L'individuazione dei bacini visivi da

[6] Le altre categorie di percorsi classificate dal Piano Paesaggistico Regionale sono: le "strade di impianto", le "strade di fruizione turistica" e le "strade locali".

determinati punti di osservazione è stata eseguita in forma automatica e informatizzata: l'utilizzo dei GIS ha consentito di velocizzare notevolmente l'intero processo d'individuazione delle aree visibili da un punto o da un percorso panoramico predeterminati (una operazione, questa, che un tempo era svolta a mano e che richiedeva una particolare sensibilità dell'analista territoriale) (fig. 4).

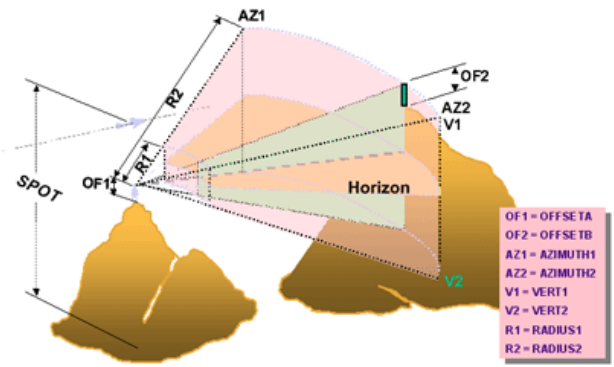



*Fig. 4 - Schema esemplificativo dei parametri utilizzati dal software ESRI ArcGIS v. 9.3, per l'analisi viewshed (fonte: ESRI, 2010).*

Le caratteristiche geometriche di ogni scena paesaggistica selezionata sono organizzate entro un database geografico che contempla diversi elementi: la quota del punto di ripresa, le differenza di quota dell'osservatore rispetto al terreno, l'altezza di un particolare riferimento visivo (*landmark*) o di un altro punto considerato di attenzione visuale, l'ampiezza degli angoli orizzontale e verticale, l'orizzonte della vista. Le stesse caratteristiche costituiscono i parametri attraverso cui una specifica funzione del software – *Viewshed*, appunto – calcola la geometria del bacino visivo: per ogni punto di ripresa selezionato, l'operazione restituisce un'immagine raster, cioè un'immagine discretizzata in celle della dimensione di 10x10 metri, che conservano le stesse proprietà del modello digitale del terreno (DTM) di partenza, ma classificate in senso binario, come *visible* (valore pari a 1) oppure *not visible* (valore pari a 0). Ottenuti diversi bacini visivi, è possibile considerare anche la loro sovrapposizione e pervenire alla "visibilità assoluta" del paesaggio. Il risultato sarà sempre un'immagine binaria ma che incorporerà in ogni cella anche il numero delle sovrapposizioni tra *viewshed* diverse, ottenuta come sovrapposizione dei diversi raster attraverso la funzione del software detta *Combine*. È possibile effettuare lo stesso tipo di analisi per la va-

lutazione della visibilità da percorsi panoramici: a livello metodologico l'approccio non è molto diverso rispetto alla determinazione dei bacini visivi da belvedere. Ogni percorso è assimilabile, infatti, a una successione di punti, cui può essere associata un'adeguata geometria della visuale. Nei GIS, ciò vale a costruire un database specifico per ogni percorso. Nell'applicazione del metodo sull'esempio di Oristano le analisi sono state condotte partendo dai percorsi panoramici come una "successione" di punti di ripresa (fig. 5).

*Fig. 5 - Immagini fotografiche dei punti di ripresa e relativa posizione geografica nei dintorni di Oristano.*

L'immagine seguente (fig. 6) mostra invece il risultato delle analisi svolte attraverso la funzione *viewshed*. In blu, sono riportate le aree visibili dal primo punto di ripresa collocato a sud dello Stagno di Santa Giusta: tra i parametri considerati l'ampiezza dell'angolo orizzontale di circa 60°, quella dell'angolo verticale (- 45° + 45° rispetto all'orizzonte), il limite della visuale a circa 10 km. Rientrano poi nel calcolo anche coefficienti più specifici, per il controllo degli effetti di rifrazione atmosferica e del raggio di curvatura terrestre.

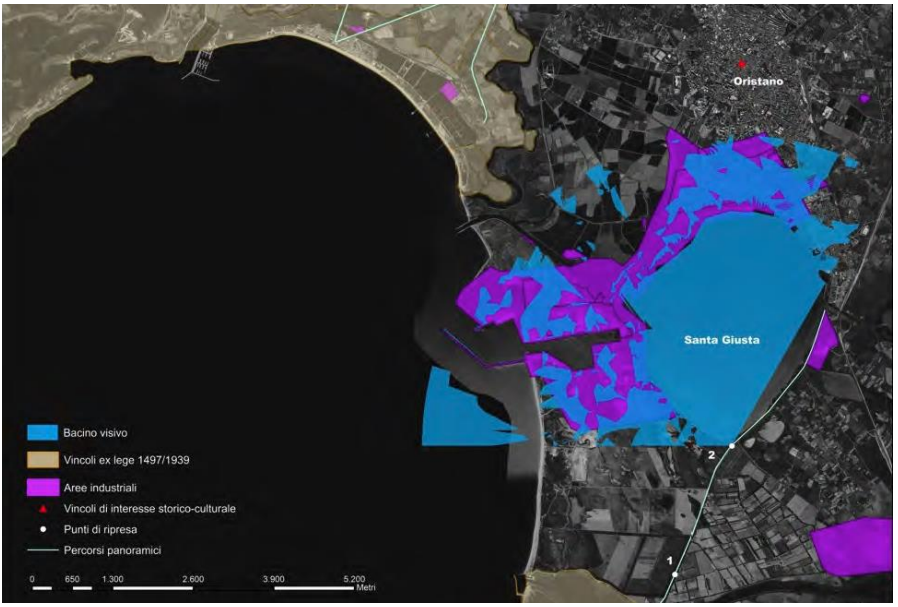



*Fig. 6 - Analisi del bacino visivo sul complesso industriale di Oristano. (Fonte dell'autore).*

La tabella sotto riportata (tab. 1), raggruppa l'insieme dei parametri che possono essere implementati dal software:

- Coordinate geografiche dei punti di ripresa;
- SPOT: quota del punto di ripresa;
- OFFSET A: la differenza di quota dell'osservatore rispetto al terreno;
- OFFSET B: l'altezza di un eventuale landmark o di un altro punto dell'attenzione visuale;
- AZIMUTH 1 e 2: l'ampiezza dell'angolo orizzontale;
- VERT 1 e 2: l'ampiezza dell'angolo verticale;
- RADIUS 1 e 2: l'orizzonte minimo e massimo della vista.

*Tab. 1 - Parametri implementabili dal software.*

| Punti di osservazione | COORD. EST | COORD. NORD | SPOT (m) | OFFSET A (gradi) | OFFSET B (gradi) | AZIMUTH 1 (gradi) | AZIMUTH 2 (gradi) | VERT 1 (gradi) | VERT 2 (gradi) | RADIUS 1 (m) | RADIUS 2 (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8°26'10,692'' E | 39°53'12,377'' N | 10 | 0 | 0 | 320 | 30 | 45 | -45 | 0 | 10.000 |
| 2 | 8°35'31,048'' E | 39°50'54,983'' N | 12 | 0 | 0 | 270 | 30 | 45 | -45 | 0 | 5.000 |
| 3 | 8°33'28,032'' E | 39°55'08,102'' N | 15 | 0 | 0 | 120 | 200 | 45 | -45 | 0 | 7.000 |
| 4 | 8°29'13,550'' E | 39°55'00,964'' N | 8 | 0 | 0 | 100 | 140 | 45 | -45 | 0 | 10.000 |
| 5 | 8°34'53,386'' E | 39°49'47,857'' N | 10 | 0 | 0 | 80 | 120 | 45 | -45 | 0 | 15.000 |

## 4. Criteri per la valutazione della sensibilità visiva dei paesaggi

Il metodo presentato si presta a divenire uno strumento sempre più affinato per produrre giudizi di valore in grado di supportare le decisioni e monitorare e valutare la qualità del paesaggio. Il crescente interesse verso i GIS per il supporto delle politiche territoriali, ambientali e paesaggistiche, trova significativi avanzamenti in questa tecnologia, il cui crescente uso può combinare e analizzare diversi set di dati in maniera pressoché trasparente. Proprio la combinazione, nel caso presentato su Oristano, di bacini visivi differenti ed insistenti sull'area industriale, consente di pervenire alla selezione delle aree a maggiore sensibilità visiva.

Ottenuta la copertura dell'insieme dei bacini visivi individuati a partire dai principali canali di fruizione del paesaggio, la valutazione della sensibilità visiva è concepita come la risultante della sovrapposizione e della riclassificazione dei singoli bacini, riferiti agli stessi punti di osservazione, consentendo di osservare come ogni cella sia visibile in modo assoluto. La sovrapposizione risultante è quindi una discretizzazione del territorio in una *grid*: il valore di ogni cella è determinato dal numero di bacini visivi che si sovrappongono su di essa. In alternativa, la scala ordinale può essere definita anche in termini percentuali. Tali aree sono quindi interpretate come quelle che presentano maggiore sensibilità visiva, rispetto alle trasformazioni territoriali, ossia si presume che l'impatto della trasformazione sia potenzialmente maggiore in tali aree, perché visibili da più punti. Tale analisi è dunque utile per ragionare sui criteri localizzativi di nuovi interventi all'interno dell'area industriale, soprattutto di quelli potenzialmente impattanti, diventando in tal modo strumento di estremo interesse per orientare il progetto futuro.

Gli eventuali indirizzi di protezione delle principali viste o di mitigazione degli elementi di interferenza visiva possono essere poi accompagnati da procedure per una verifica puntuale approfondita, fino all'inedificabilità o al

divieto di ampliamento. Tale analisi può essere perfezionata operando su alcuni parametri di riferimento, quali l'ampiezza del campo visivo, effetti di luce e ombra, proprietà fisico-geometriche degli elementi del paesaggio, dinamicità dell'osservazione – statica o dinamica –, effetti di rifrazione atmosferica, e così via. Inoltre, può essere opportuno introdurre criteri di valutazione di natura qualitativa.

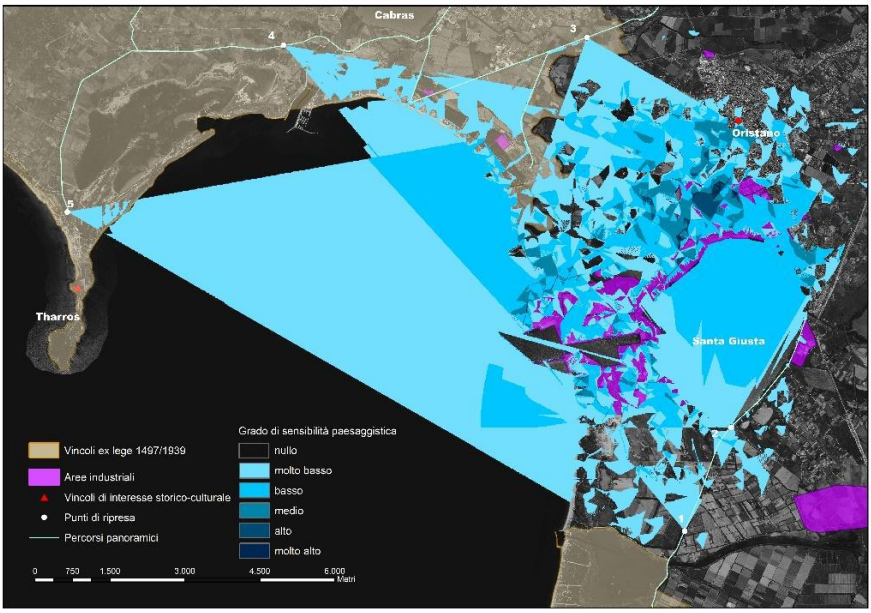



*Fig. 7 - Analisi della sensibilità visiva del complesso industriale di Oristano. Il grado di sensibilità è stato ordinato attraverso una scala nominale: il grado maggiore "molto alto" (blu scuro) corrisponde al numero massimo di sovrapposizioni di bacini visuali ed è indicativo delle zone percepite da tutti i punti di ripresa. Dove il grado è nullo, significa inversamente che corrisponde a un'area non visibile da alcun punto di ripresa.*

Nel metodo qui illustrato, il grado di sensibilità visiva (fig. 7) è basato esclusivamente sulla maggior probabilità che un'area (o "cella" del sistema informativo geografico) sia visibile dai punti privilegiati di osservazione del paesaggio. Un'applicazione più raffinata del modello può pesare il grado di visibilità rapportandolo ad altri fattori, quali intensità d'uso, interesse pubblico, uso delle aree adiacenti, presenza di aree speciali, tipo di fruitori (ad

esempio locali e/o turisti[7]). In tal modo, si può parlare di sensibilità paesaggistica e non solo visiva.

Le componenti dell'assetto scenico qui trattate rappresentano solo una parte della complessità degli aspetti percettivi del paesaggio, poiché fanno riferimento solo a forme fisiche e assetti materiali: i significati, l'interpretazione e la valutazione di tali assetti vengono in seguito, spesso in modo non deterministico. Tuttavia, tale base può essere lo strumento per verificare e confrontare le diverse interpretazioni. A titolo esemplificativo, si potrà evidenziare il grado di ostruzione di una visuale dovuta all'inserimento di un nuovo manufatto; se quel grado di ostruzione sia accettabile o meno è un giudizio che può essere affidato all'esperto o, invece, a una consultazione pubblica, ma la precisazione delle condizioni della scena paesaggistica è utile a confrontare soluzioni differenti, dallo stesso punto di vista, al fine di accettarne la significatività dal punto di vista di osservazione prescelto, punto o percorso panoramico che sia.

È evidente, quindi, l'importanza di queste tecniche nel campo delle valutazioni d'impatto visivo e in quelle di compatibilità paesaggistica degli interventi, così come richiesta dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio: una procedura che prevede che si analizzino, tra le altre cose, le relazioni estetico-percettive, comparando la situazione esistente e quella prevista. Conoscere quindi la "geometria" del problema consente di agire sugli aspetti materiali che condizionano la percezione e che sono gli aspetti più direttamente influenzabili dalle tecniche e dagli strumenti di pianificazione.

[7] Applicazioni simili sono utilizzate, ad esempio, dal United States National Park Service (NPS) in aree protette di particolare interesse turistico. Cfr. Cassatella (2012).