

## Viewshed e line of sight analysis come strumento di supporto decisionale. Verso la progettazione di un nuovo paesaggio portuale

Matteo Scamporrino

Assegnista di ricerca, Università di Firenze, Dipartimento di Architettura,  
via P.A. Micheli 2 50121 Firenze, tel. 055.2756450 fax 2755355 matteo.scamporrino@unifi.it

### Riassunto

Gli strumenti *viewshed* e *line of sight* sono ormai riconosciuti e largamente utilizzati nella costruzione delle analisi di sensibilità visiva del paesaggio. L'idea che muove questa sperimentazione è quella di saggiare la bontà, e l'utilità di tali strumenti non tanto nell'analisi e nel monitoraggio ma nella pianificazione e nella progettazione urbana e territoriale.

Il contesto in cui si sta svolgendo la sperimentazione è il porto, e quindi la città di Livorno. La Convenzione Europea del Paesaggio prevede la salvaguardia di tutti i paesaggi, indipendentemente da prestabiliti canoni di bellezza o originalità, ed include espressamente, quindi anche i porti.

Il recente Piano Paesaggistico Regionale, PPR 2014, della Toscana individua per il Porto di Livorno obiettivi di qualità che permettano la salvaguardia e la riconoscibilità, l'integrità storica e visuale, ma al contempo la massima integrazione paesaggistica nelle trasformazioni delle grandi piattaforme costiere, portuali e produttive.

Conciliare l'operatività del porto con la tutela visiva, quindi paesaggistica, degli elementi storici identitari, per quanto riguarda l'impatto visivo, è l'obiettivo principale che questa metodologia persegue.

Si stanno testando gli strumenti *viewshed* e *line of sight* in tre sperimentazioni con tagli e metodologie leggermente differenti: supporto alla progettazione, supporto alla pianificazione e supporto alla Valutazione Ambientale Strategica.

### Abstract

The *viewshed* and *line of sight* analysis are now recognized, and widely used, in the construction of visual sensitivity of the landscape analysis. The idea that drives this work is to test the goodness, and usefulness, of such tools, not so much in analyzing and monitoring but in planning and urban design.

The context in which the trial is taking place is the port, and then the city, of Livorno. The European Landscape Convention provides for the protection of all landscapes, regardless of pre-established standards of beauty, or originality, and expressly includes, so even the ports.

The recent Regional Landscape Plan of Tuscany, PPR 2014, identifies for the Port of Livorno quality objectives that allow the preservation and recognizability, visual and historical integrity, but at the same time the highest landscape integration in the transformation of large coastal platforms, harbour and productive.

Reconciling the operation of the port with the protection of visual, so the landscape, its historical identity, as regards the visual impact, is the main goal that pursues this methodology.

We are testing *viewshed* and *line of sight* tools in three experiments with slightly different cuts and methodologies: design support, planning support and support to the Strategic Environmental Assessment.

### **Viewshed analysis e line of sight analysis: target e punti di osservazione**

Nella letteratura e nella pratica paesaggistica italiana la *viewshed analysis* è utilizzata principalmente per analisi di sensibilità visiva del paesaggio, tale metodologia prende in considerazione punti di belvedere o percorsi panoramici rilevanti forniti da Piani Paesaggistici, o da sopralluoghi o analisi ad hoc, con l'obiettivo di compiere simulazioni complesse delle relazioni tra morfologia del paesaggio e punti di osservazione per fini principalmente di salvaguardia e tutela. Similmente la *line of sight analysis*, permettendo di individuare ostacoli visivi attuali, *obstruction*, da luoghi di osservazione notevoli paesaggisticamente rilevanti, viene utilizzata, in Italia, principalmente per valutare gli impatti di strutture esistenti.

Entrambi questi usi degli strumenti pongono l'ipotetico osservatore nel punto di origine al fine di osservare il territorio, che diventa il target. Ciò principalmente perché l'utilizzo è quasi esclusivamente circoscritto all'analisi con fini vincolistici e normativi e non al progetto o alla pianificazione.

L'idea di base di questa sperimentazione è ribaltare l'analisi visiva mettendo il target al centro, nel punto di origine, e valutare l'osservazione di questo dall'intorno. In parole povere non si cerca di conoscere cosa si vede da un punto, o da una linea, ma se e da dove questi sono visibili. Ciò consente di supportare la progettazione di nuove strutture o di nuovi percorsi tenendo conto di elementi architettonici o luoghi di pregio, il "nuovo intorno" piuttosto che tutelare di elementi o luoghi esistenti, cioè l'intorno esistente.

Questo utilizzo della *viewshed analysis* e *line of sight analysis* è stato sperimentato in contesti esteri a scala urbana con fini progettuali, come ad esempio nel Kodak Site Coburg Viewshed Analysis Report del 2009 ed ha una letteratura decennale.

### **L'evoluzione del paesaggio portuale**

La scheda di ambito del Piano Paesaggistico Regionale della regione Toscana, approvato nel luglio del 2014, per il porto di Livorno prescrive negli obiettivi di qualità: di "Salvaguardare la riconoscibilità, l'integrità storica e visuale di Livorno, valorizzare le relazioni storicamente consolidate tra le città e il mare, attraverso la riqualificazione degli ingressi, dei waterfront urbani e delle aree di interfaccia fra la città e l'area portuale-industriale-commerciale" e di "Assicurare la massima integrazione paesaggistica contenendo e mitigando gli impatti sugli eco-sistemi e sui paesaggi costieri" in particolare "nelle trasformazioni delle grandi piattaforme costiere, portuali e produttive" favorendo processi e progetti di conversione, riqualificazione e riuso delle strutture industriali dismesse o in via di dismissione.

L'obiettivo è quindi, in sintesi, quello di riqualificare il porto, mantenendone l'operatività, salvaguardando la riconoscibilità, l'integrità storica e visuale.

Per rispondere senza retorica a questo obiettivo c'è bisogno di strumenti informatici, che facciano riferimento ad una nuova metodologia dove le diverse discipline e professionalità (architettura, ingegneria, paesaggistica) possano ritrovare un supporto alla decisione.

Stiamo sperimentando, e mettendo a punto con tre sperimentazioni, un metodo che veda il paesaggio portuale non come un vincolo allo sviluppo ma come un elemento ordinatore del piano e del progetto per quanto riguarda le relazioni visive tra gli elementi e i luoghi.

### **Le peculiarità del paesaggio portuale livornese**

Spesso, in sede di progettazione di grandi aree di trasformazione, in presenza di alcuni elementi o aree patrimoniali e identitarie, si ha a che fare con vincoli di inedificabilità o limitazioni spaziali (come altezza massima, consistenza volumetrica o posizionamento del sedime) volti a contenere l'impatto visivo delle nuove strutture rispetto a quelle vincolate o tutelate. L'obiettivo di tali vincoli e norme è quello di preservarne l'intervisibilità con il territorio e quindi preservarne il valore storico testimoniale alla base dell'identità territoriale. Nel caso di un porto come Livorno, molti elementi tutelati e vincolati si trovano inseriti in aree ad alta operatività (la torre del Marzocco, la Fortezza a mare, il silos dell'Sgarallino, ecc.). È facile comprendere come sia impensabile vincolare l'area

limitrofa a tale emergenza storica a inedificabilità o limitare in maniera indiscriminata le dimensioni delle strutture accessorie o strutturali del porto similmente a come si può pensare per altre parti del territorio con altre esigenze e vocazioni.

Anche se tutti gli attori territoriali sono consapevoli di questo da più parti viene richiesto di «Salvaguardare la riconoscibilità, l'integrità storica e visuale di Livorno». Ma ad oggi non esistono ne strumenti ne metodi sperimentati e validati per raggiungere questo obiettivo. Le regole, le norme e le metodologie del territorio «aperto» non sono adattabili e il porto non può neanche essere trattato come una «mega fabbrica». Il tema del paesaggio portuale deve essere trattato ad hoc con analisi puntuali, e scientificamente rigorose. Altri porti internazionali che sono stati interessati da grandi progetti di rigenerazione e ampliamento delle proprie strutture, non presentando peculiarità paesaggistiche simili, non hanno necessitato di studi approfonditi sull'impatto visivo su elementi patrimoniali come in questo caso. In questa direzione si sta però muovendo l'Inghilterra e in particolare Liverpool dove l'attenzione all'impatto visivo nella progettazione del nuovo Waterfront va proprio nella direzione di integrare l'operatività del porto con la tutela degli elementi storico identitari proprio attraverso l'analisi visuale.

### Supporto alla progettazione urbana

In questa prima sperimentazione del metodo si è utilizzato solamente la *line of sight analysis* in quanto la scala rendeva inefficace la *viewshed analysis* essendo essa utile soprattutto per grandi porzioni di territorio. Il modello 3d è stato derivato dalla CTR 2k della Regione Toscana. Quindi le elevazioni, sia del terreno che degli edifici sono rigorose e coerenti con dati ufficiali. Per la conversione degli shapefile lineari e poligonali in multipatches è stato utilizzato il programma Arcgis 10.1, mentre per la simulazione 3d ArcScene 10.1. Una volta creato il modello del terreno e elevate le banchine sono stati approntati due modelli 3d: uno con gli edifici attuali (derivati da CTR) e uno con quelli di progetto (con la digitalizzazione del progetto approvato con il Piano Particolareggiato).

Assieme ai progettisti si sono individuati due punti di vista: dal parcheggio antistante l'attracco dei traghetti e dal traghetto. L'obiettivo era quello di studiare, e quantificare, la visibilità dal molo traghetti della fortezza bene storico tutelato, per poi eventualmente «correggere» il progetto per aumentare l'intervisibilità.

La funzione *line of sight* permette di individuare il punto di osservazione e quindi un altro punto, o nel nostro caso una linea, chiamata *target*. Si è scelto di tracciare due linee target: la prima lungo la scarpa della fortezza e la seconda lungo il camminamento e alla sommità della torre.

I punti di osservazione sono: per la banchina a 1,8 m di altezza, 1,6 m come altezza standard di un individuo più 0,2 m di marciapiede sia attuale che di progetto; a 25 m per il traghetto come altezza media del punto di osservazione dal ponte principale (fig. 1)

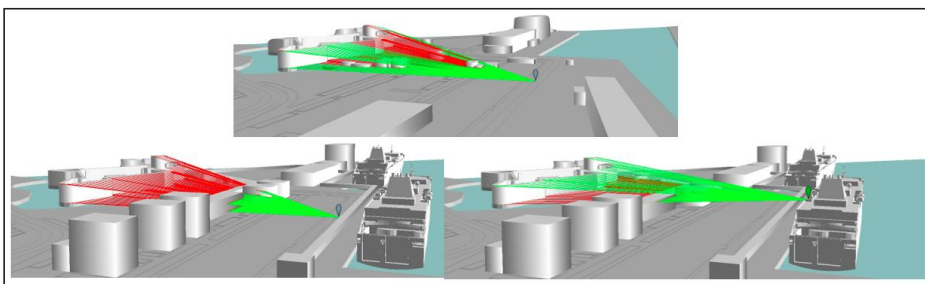


Figura 1 «Simulazione da banchina dello stato attuale (alto), simulazione da banchina dello stato di progetto (sinistra) e dello stato di progetto da traghetto (destra).

La simulazione interattiva ha permesso di notare come, nel progetto, la Fortezza fosse preclusa alla vista dalla banchina maggiormente rispetto allo stato attuale e visibile solamente nella sommità dal traghetto.

I progettisti hanno così reso "permeabili" le strutture che ocludevano la vista introducendo una passerella sopraelevata "permeabile" e accorpendo le volumetrie, realizzando un nuovo progetto. Questa variazione è stata possibile grazie al modello 3d, e allo spostamento opportuno del punto di vista in più simulazioni, permettendo, di fatto, l' "intervisibilità" ma non sacrificando le quantità e le consistenze edilizie di piano e di progetto (fig. 2).

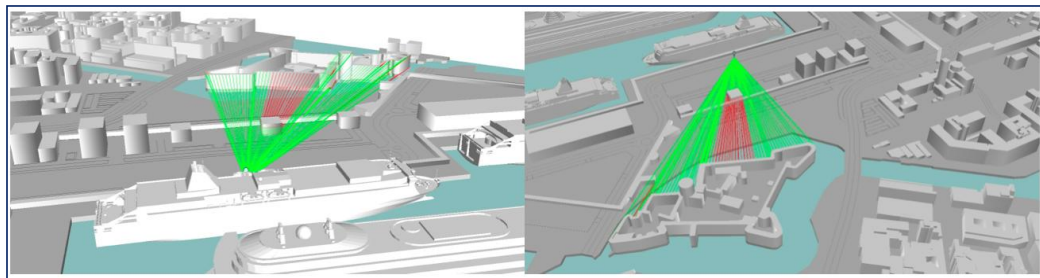


Figura 2 - Vista da banchina del nuovo progetto "permeabile" si può notare come le linee di intervisibilità verdi aumentino sia per il target inferiore, la scarpa, sia per quello superiore, il camminamento e la torre.

Il compromesso raggiunto, grazie alla simulazione, riesce a conciliare le esigenze di operatività e rinnovamento del porto con la salvaguardia della riconoscibilità storica identitaria del luogo rappresentata dalla Fortezza e dalla sua area antistante riqualificata.

### Supporto alla pianificazione urbanistica

La seconda sperimentazione, non ancora terminata, riguarda un'area di studio più vasta, cioè l'intero ambito portuale di Livorno. L'obiettivo è quello di comprendere il mutamento della visibilità degli elementi patrimoniali storici allo stato attuale e una volta terminate le opere di ampliamento del porto di Livorno. Il primo passaggio è stato quello, similmente a quanto avviene nelle analisi di sensibilità visiva del paesaggio classiche, di rilevare i bacini di visibilità ma non figurando l'osservatore al centro ma ponendovi i *landmark* patrimoniali. Così facendo si possono conoscere i percorsi da cui il landmark è visibile ma soprattutto gli edifici, anche distanti, da cui esso è visibile (Fig. 3).

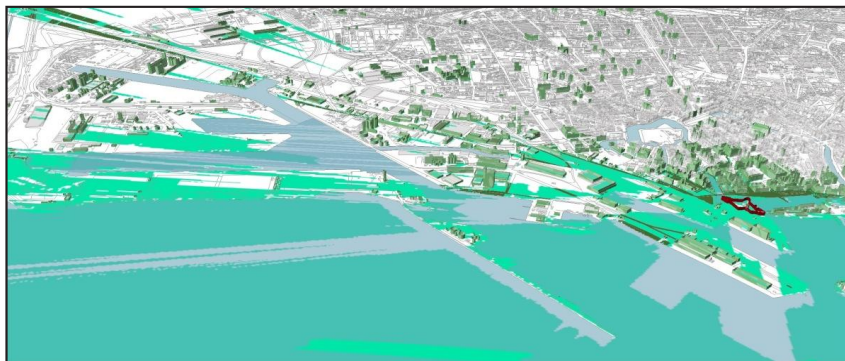


Figura 3 - Simulazione Viewshed relativa alla Fortezza, in verde chiaro l' "intervisibilità" nelle aree della città e del mare, in verde scuro le facciate degli edifici da cui, anche solo in parte è visibile la Fortezza, è possibile sapere il punto esatto di visibilità degli edifici e quindi valutare se da aperture o terrazzi di questo Landmark sia visibile.

L'aspetto rilevante di questa sperimentazione, è che permette di comprendere la visibilità del landmark anche dal mare, aspetto non secondario e poco studiato. Se consideriamo che nel porto di Livorno, oltre ai traghetti, attraccano giornalmente navi da crociera con migliaia di persone a bordo comprendiamo come il mare diventi quindi un punto di osservazione privilegiato per gli elementi patrimoniali al pari dei percorsi e degli edifici della città.

È stata così elaborata una simulazione di un percorso a mare ipotetico, compiuto da un diportista che dal porto vecchio si dirige verso la darsena Toscana. Sono stati selezionati due target: la torre del Marzocco (nella sommità e a metà dell'altezza) e la Fortezza (in quattro differenti punti delle mura e dalla sommità della torre) e nuovamente si è compiuta una simulazione sul modello dello stato attuale e di progetto.

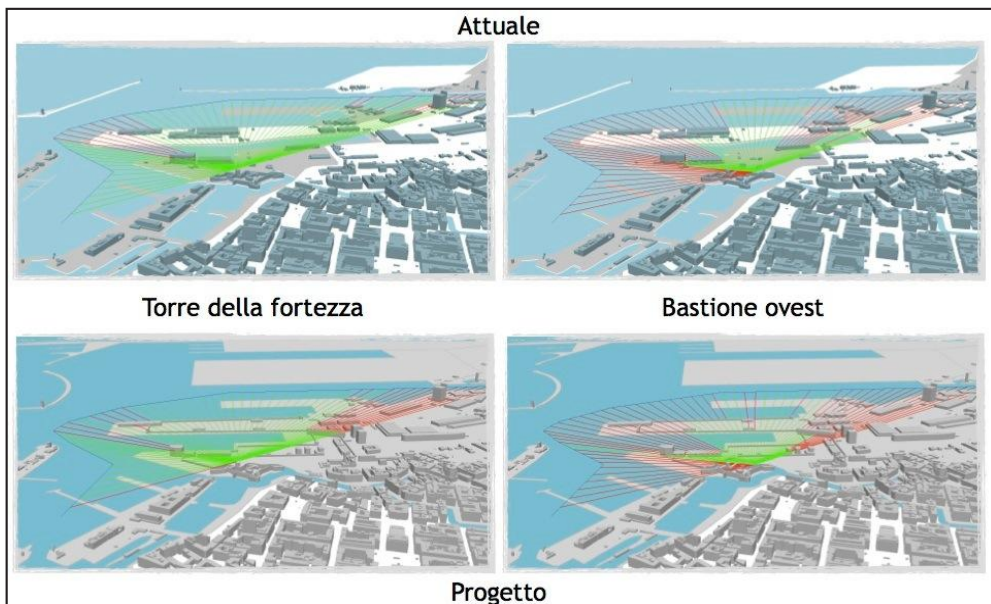


Figura 4 □ Raffronto tra lo stato attuale e del nuovo progetto con simulazione dalla torre della fortezza e dal bastione relativo al percorso ipotetico di un diportista. Notare come nonostante le molte modifiche che il progetto apporta all'assetto attuale della banchina di fatto l'intervisibilità sia conservata.

Lo strumento stavolta è la *line of sight analysis* che ha come punto di osservazione i due landmark e come *target* il percorso del diportista, elevato dal livello del mare di 1,5 m cioè l'altezza ipotetica gli occhi di un uomo seduto su una barca da diporto.

Questa simulazione permette di notare come di fatto le strutture di progetto occludano per meno del 10% la vista del landmark nel percorso preso in considerazione e che quindi, di fatto l'intervisibilità della fortezza dal mare sia sostanzialmente conservata.

Le simulazioni ulteriori, ancora in elaborazione, riguarderanno l'ingresso delle grandi navi e contemporaneamente l'impatto, anche se temporaneo, che queste avranno con i landmark.

### Supporto alla valutazione d'impatto ambientale

La terza sperimentazione ha come obiettivo saggiare l'utilità del metodo e degli strumenti nella valutazione ambientale strategica. Si vuole indagare l'impatto visivo e paesaggistico delle nuove strutture a mare del porto, ma soprattutto quantificare questo impatto dall'area contermina al Porto stesso, il Calmbrone, attualmente interessata da una riqualificazione urbanistica ed ambientale.

Per riuscire a quantificare e caratterizzare la percezione visiva del Porto di Livorno, attuale e di progetto, si è creato un modello virtuale 3D, che funge da base georiferita e spazialmente corretta, così da riconoscere allo studio un rigore scientifico nei risultati.

L'area coperta dal modello è un quadrato che misura 7.5 Km x 7.5Km. A nord ha come limite la località chiamata Calambrone fino alla Colonia dei Ferrovieri, a sud la Terrazza Mascagni, a est il limite della Città rappresentato dalla Variante Aurelia e a ovest 3 Km di mare oltre la costa.

Il modello si basa sulla CTR 2k del 2004 rilasciata dalla Cartoteca della Regione Toscana, da questa sono quindi desunti ogni volume, ogni limite fisico e ogni dato relativo ad altezze di elementi. Anche le Ortofoto utilizzate sono state fornite dalla Regione Toscana e sono relative al volo del Luglio 2010. I dati geometrici e spaziali relativi al progetto del nuovo Porto sono invece derivati dalla digitalizzazione e conversione in Shapefile del Piano Regolatore del Porto come adottato dal Comitato Portuale il 19-12-2013.

Sono stati desunti dai precedenti dati ufficiali due modelli tridimensionali: il primo relativo allo stato di fatto e il secondo relativo allo stato di progetto. Ogni modello è l'unione di tre elementi base: il DTM (modello digitale del terreno - fonte CTR); banchine, terrapieni, piattaforme e viabilità (Multipaches 3D rielaborazione dei dati CTR e PRP); edifici e manufatti (Multipaches 3D rielaborazione dei dati CTR e PRP).

La scomposizione in tre livelli ha permesso l'ottimale elaborazione con *Line of Sight analysis* compiuta attraverso il programma ArcScene.

Lo studio e i risultati si riferiscono esclusivamente alle strutture fisiche fisse e non agli elementi temporanei legati all'inevitabile attività e operatività del porto.



Figura 5 □ Localizzazione topografica dei punti di osservazione.

Sono stati considerati due punti di osservazione lungo la battigia in località Calambrone: il primo (Bagno Rondine) lungo la linea di costa a 350 m a nord della nuova barriera prevista nel territorio comunale di Pisa; il secondo (Colonia Ferrovieri) a 1 Km a nord del precedente sempre lungo la linea di costa. La scelta dei punti di osservazione ha seguito due criteri: il primo dettato dalla ricerca di una differenziazione massima di posizione in relazione comunque all'area del recupero delle Colonie a fini turistico-ricettivi, individuato dallo stesso Comune di Pisa come luogo sensibile visti gli interventi di miglioramento-valorizzazione previsti; il secondo legato alla massima vicinanza alla linea della battigia cioè dove presumibilmente vi è un maggiore impatto visuale delle opere previste dal PRP.

Dati i due punti noti di osservazione, si è costruito un fascio di 180 linee, ognuna lunga 5,5 Km, che corrono parallele al mare e quindi al piano orizzontale. Avendo considerato un arco di 180° ogni linea rappresenta un grado di visuale. Così facendo è stato possibile calcolare da ciascun punto di vista l'eventuale occlusione in gradi di visuale del nuovo progetto del porto.

Attualmente dal Punto A, più vicino alla foce del Canale Scolmatore, di fatto è visibile chiaramente solamente il cordolo di 2m di altezza della vasca contenimento fanghi distante 1.700 m che però di fatto a livello percettivo ben si integra con il paesaggio portuale e i suoi elementi produttivi. Ma sia la Diga del Marzocco che la Diga della Meloria, distanti tra i 2.700 m e i 3.300 m, anche se alti rispettivamente 2 m e 3,8 m risultano quasi impercettibili rispetto all'orizzonte marino.

Da ciò si può desumere che la percezione di elementi lineari sulla linea dell'orizzonte siano poco apprezzabili oltre i 2.000 m.

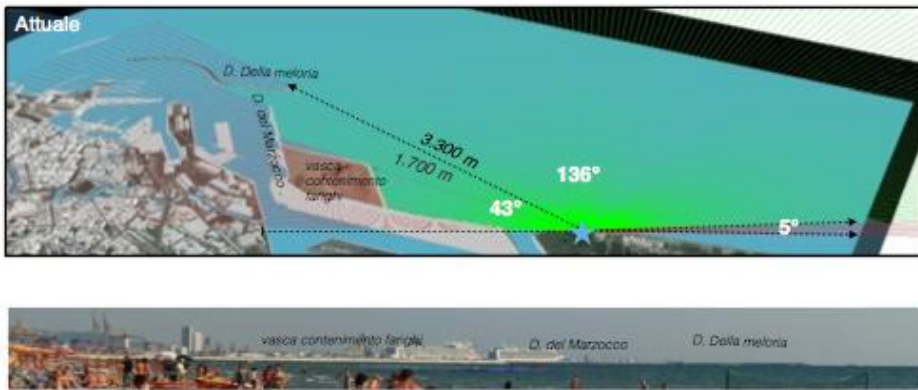


Figura 6 □ Simulazione dal punto A allo stato attuale (alto) e skyline fotografico (basso).

Rispetto ai 180° ipotetici di visibilità dell'orizzonte marino attualmente il porto di Livorno ne copre circa 43° di cui solo 29°, quelli relativi alla 'vasca contenimento fanghi' ad alta visibilità.



Figura 7 - Simulazione dal punto A allo stato di progetto.

Nel Progetto dal Punto A non si scorderà visivamente la struttura fissa della Piattaforma Europa e neppure le nuove banchine previste dal PRP di Livorno in quanto la diga, lunga 520 metri e alta 2,5m, occlude la vista. Ovviamente tutti quegli elementi verticali non strutturali (es. gru) o temporanei (es. navi e container) rimarranno comunque visibili.

Rispetto ai 180° ipotetici di visibilità dell'orizzonte marino il Progetto copre 71° tutti relativi alla Diga del Fosso Scolmatore.

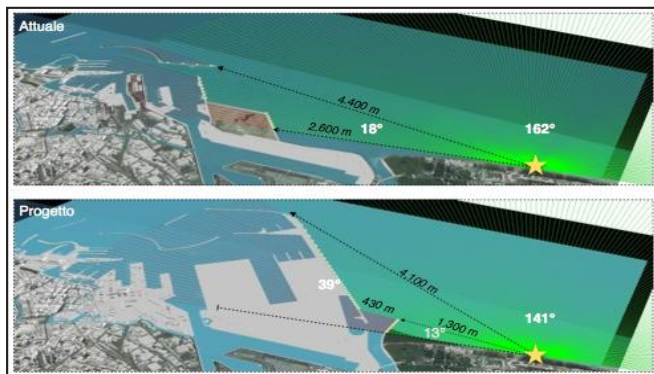


Figura 8 □ Simulazione dal punto B attuale e di progetto.

Attualmente dal Punto B le strutture del porto sono a una distanza di 2.600 m, quindi poco percepibili sull'orizzonte. Sono inoltre interessati da questi solo 18° su 180° quindi meno del 10%.

Per quanto riguarda il progetto, dal punto B, le strutture a mare della Piattaforma Europa distano da un minimo di 1.730 m a un massimo di 4.100 m quindi per la maggior parte poco percepibili.

L'orientamento della struttura di progetto del nuovo Porto non eccede i 39° di influenza dei 180° ipotetici presi in esame. Nuovamente la Diga del Fosso Scolmatore è l'elemento più visibile anche se a 1.300 m dal punto di osservazione.

Le strutture di progetto previste per il nuovo porto di Livorno non incidono in maniera significativa nella percezione del mare, e del relativo orizzonte, rispetto a quanto avviene attualmente.

	attuale	Progetto (diga)	Variatione
<b>Punto A (&lt;2 Km)</b>	14°	71° (71°)	57° (31,6%)
<b>Punto A (&gt;2 Km)</b>	29°	0°	-29° (-16%)
<b>Punto A tot</b>	<b>43°</b>	<b>71°</b>	<b>28 (15,5%)</b>
<b>Punto B (&lt;2 Km)</b>	0°	15° (13°)	15° (8,3%)
<b>Punto B (&gt;2 Km)</b>	18°	24°	6° (3,3%)
<b>Punto B tot</b>	<b>18°</b>	<b>39° (13°)</b>	<b>21° (11,6%)</b>

La tabella sintetica rivela che le nuove strutture del porto dal Punto A influiscono solo di un 15% in più rispetto alla visibilità attuale delle stesse; di fatto questa percentuale è influenzata totalmente dalla diga del Fosso Scolmatore.

Dal punto B le previsioni incidono maggiormente per un 21% di cui però solo un 3,3% < a 2.000 m e quindi maggiormente percepibili; la diga del Fosso scolmatore incide appunto su questo 3,3% più visibile.

In conclusione possiamo considerare l'impatto dell'ampliamento del nuovo Porto di Livorno previsto nel PRP trascurabile a livello visivo dalla costa del Calambrone in quanto il maggiore impatto incide nella percezione visiva del paesaggio intorno al 15%.

### Bibliografia

A.A.V.V. (2009), " Kodak Site Coburg Viewshed Analysis Report ", *Urbex Aecom*

Danese M., Nolè G., Murgante B. (2009), □Visual impact Assessment in urban planning□, *Geocomputation and Urban Planning*

Peano A. (2011), □Fare paesaggio□, *Architecture*, 222-230

### Sitografia

Piano Paesaggistico Regionale (2014), □Visibilità e caratteri percettivi□ e "Ambito 8. Piana Livorno-Pisa-Pontedera□ <http://www.regione.toscana.it/enti-e-associazioni/pianificazione-e-paesaggio/paesaggio>