

Infrastrutture di trasporto sostenibili: il caso delle barriere antirumore

Giovanni Brero, Crina Oltean Dumbrava,
Marco Perazzi



Fig. 1 - Gioco di carte con candela - Adam de Coster - 1620

La luce è essenziale in un dipinto fiammingo, come lo è per gli amici intenti al gioco, disposti a pagarla pur sapendo che la vincita al tavolo potrebbe non bastare per coprirne il costo. Di qui l'espressione "il gioco non vale la candela". Con la stessa espressione un sindaco ha concluso una conferenza dei servizi finalizzata all'approvazione di un progetto di

barriere antirumore che avrebbero dovuto interessare il suo piccolo comune sulla costiera adriatica: le criticità connesse al progetto gli risultavano tali da compensare superandolo il beneficio eventualmente prodotto dall'intervento in termini di abbattimento del rumore dovuto al transito dei convogli. Le immagini seguenti sono a supporto della tesi dell'amministratore. Per giungere a questa conclusione, sintetica ed efficace, il sindaco ha effettuato, più o meno consapevolmente, una valutazione della "sostenibilità" dell'opera: su un piatto della bilancia la riduzione del disagio rappresentato dal rumore dell'infrastruttura; sull'altro tutte le conseguenze indiret-

te dell'opera, l'impatto paesaggistico, la separazione di comunità, il consumo di spazio e risorse ambientali e, non ultimo, il costo (dal progetto allo smaltimento a fine vita dei prodotti utilizzati). L'esperienza del mercato europeo dimostra anche una evoluzione dei criteri alla base delle scelte progettuali nella realizzazione delle opere antirumore; la funzionalità tecnica ed il costo sono stati per molto tempo gli unici criteri considerati. In periodi più recenti ed in aree di maggior sensibilità sociale si è venuto affermando il problema dell'accettazione dell'opera dalla popolazione residente. È prevedibile che in un prossimo futuro politiche ambientali più attente debbano essere adottate nella progettazione delle opere e nella scelta dei materiali. Oggi per i sistemi antirumore come per altri settori delle costruzioni, nella fase di scelta tra soluzioni progettuali alternative o nella stessa valutazione sull'opportunità di procedere alla realizzazione dell'opera, si rende indispensabile una metodologia di analisi e di ponderazione di tutte le variabili in gioco (tecniche, economiche, sociali ed ambientali). È inoltre auspicabile che la stessa metodologia sia in futuro codificata all'interno di un sistema di certificazione, considerata la natura per lo più pubblica dei finanziamenti e la necessità di introdurre criteri di sostenibilità negli acquisti effettuati dalle Amministrazioni (Green Public Procurement). Una metodologia condivisa per la "misura" della sostenibilità è infine una esigenza posta dalla legislazione europea sulle costruzioni. L'avvento del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR EU/305/2011) chiarisce, semplifica e rafforza le richieste in materia di certificazione dei prodotti come previsto dalla precedente Direttiva (CPD 89/106/EEC) ed introduce la sostenibilità tra i requisiti essenziali che un prodotto deve avere per essere ritenuto idoneo all'impiego. Il progetto europeo QUIESST (QUIetening the Environment for a Sustainable Surface Transport) co-finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro (FP7/2007-2013) si è posto come obiettivo lo sviluppo di una procedura di analisi della sostenibilità dei sistemi antirumore impiegati per le infrastrutture di trasporto. Due sono le motivazioni che hanno indirizzato la scelta di questa tipologia di prodotto per testare criteri di per sé applicabili in tutti i settori delle costruzioni. La barriera antirumore è un sistema realizzato per esigenze ambientali, a volte contestato con motivazioni dello stesso tipo. È importante risolvere questo conflitto contribuendo all'individuazione di soluzioni sostenibili. Tra i prodotti impiegati nell'ambito delle infrastrutture di trasporto, la barriera antirumore coinvolge tutti i quattro aspetti cardine della sostenibilità (ambientali, sociali, tecnici ed economici). Mettere a punto un protocollo di valutazione in questo settore comporta un esercizio di una certa complessità i cui risultati possono essere estesi in futuro ad altri settori nell'ambito delle infrastrutture di trasporto. ACAI ha partecipato attivamente al progetto in collaborazione con importanti partner europei e sotto il coordinamento dell'Università di Bradford (UK). I risultati sono accessibili sul sito www.quiesst.eu. Qui di seguito viene fornita una sintesi.



Fig. 2 e 3 - Barriera antirumore: intervento sostenibile?

CPD	CPR
1 - Mechanical resistance and stability	1 - Mechanical resistance and stability
2 - Safety in case of fire	2 - Safety in case of fire
3 - Hygiene, health and the environment	3 - Hygiene, health and the environment <i>throughout the life + safety of workers</i>
4 - Safety in use	4 - Safety and <i>accessibility</i> use
5 - Protection against noise	5 - Protection against noise
6 - Energy economy and heat retention	6 - Energy economy and heat retention <i>Energy efficiency of construction work during construction and dismantling</i>
	7 - Sustainable use of natural resources

Tab. 1 - Requisiti essenziali per la marcatura CE dei prodotti da costruzione secondo i CPD e CPR.

Come avviene per alcuni protocolli di valutazione già in uso nel settore dell'edilizia (LEED, BREAM) occorre concordare su una definizione che sintetizzi gli obiettivi; nell'ambito del progetto QUIESST per valutazione della sostenibilità si intende:

La valutazione ottimale di tutti i fattori di ordine tecnico, ambientale, sociale ed economico durante le fasi di progettazione, costruzione, mantenimento e smantellamento a fine vita dei sistemi antirumore. Il primo passo consiste nell'individuazione di un set di criteri di valutazione della sostenibilità per ciascuno dei quattro ambiti di indagine: ambientale,

economico, tecnico e sociale e per tutte le fasi della vita di un sistema antirumore. Per individuare il più ampio spettro di criteri possibile occorre un confronto diretto con i maggiori stake holders del settore attraverso questionari, interviste e valutazione del mercato. Si rimanda ad una fase successiva l'organizzazione gerarchica dei criteri e la definizione delle priorità. L'indagine effettuata nell'ambito del progetto QUIESST ha da subito evidenziato profonde diversità nell'approccio al problema tra i diversi paesi europei. Benché ovunque vi sia una sensibilità verso i criteri di natura tecnica e

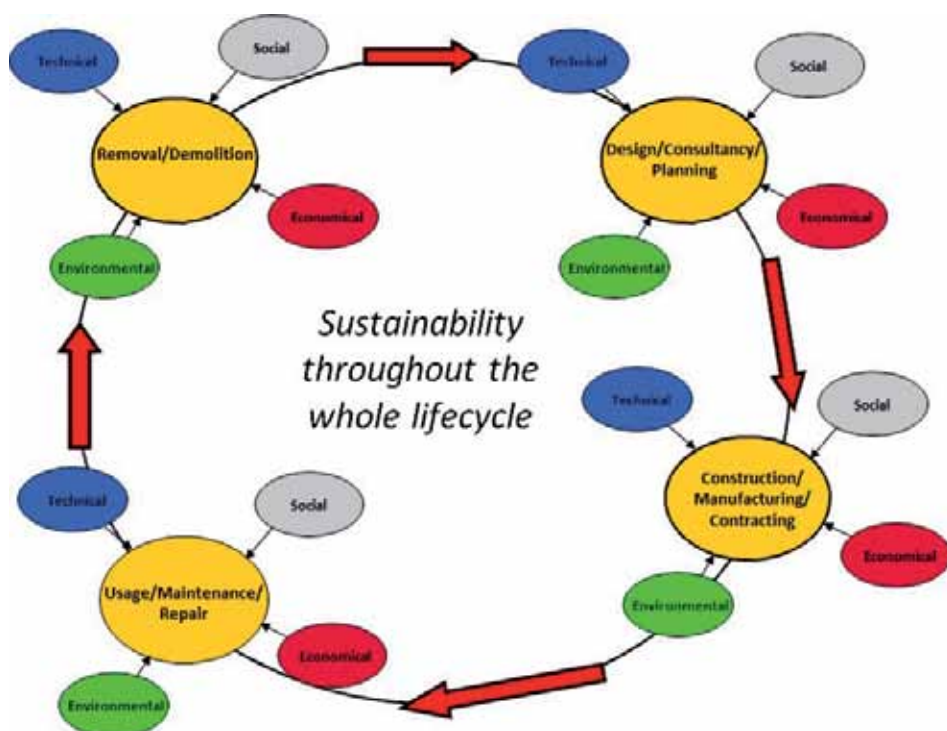


Fig. 4 - Il ciclo della sostenibilità

sociale, si è riscontrata una maggiore attenzione a tematiche di ordine ambientale nel nord Europa, mentre gli aspetti economici risultano prevalenti nell'area mediterranea. Questa situazione è peraltro evidenziata dalla diversa tipologia di prodotti e soluzioni adottati nel continente. È stato pertanto considerato lo spettro più ampio di criteri (fino a 130) che con una successiva riorganizzazione ha consentito di restringere l'analisi a 22 criteri di carattere primario e di significato più generale. A titolo di esempio viene riportata in tabella la struttura dei criteri di carattere economico. Per tutti i criteri, a partire da quelli di ordine inferiore, si è poi reso necessario individuare un indicatore con relativa unità di misura. La scelta dell'indicatore è un tema relativamente semplice per alcuni criteri. Per quelli tecnici si fa riferimento alle norme tecniche armonizzate che esplicitano le grandezze da prendere in considerazione. Per gli indicatori di tipo economico, ad esempio, i costi capitale che concorrono al Life Cycle Cost (LCC) sono misurabili in Euro rapportati all'unità di superficie della barriera antirumore (Euro/m²). Per altri, quale ad esempio l'effetto che la riduzione dell'inquinamento acustico può avere sul valore degli immobili, si è resa necessaria una indagine più approfondita; in questo caso, dovendo privilegiare l'esigenza della popolazione residente rispetto al gruppo più ristretto dei proprietari, si è scelta come indicatore la disponibilità a pagare un incremento del canone di affitto, rapportata alla superficie dell'immobile ed all'entità, espressa in decibel della riduzione di rumore ambientale (Euro/m²/dB). Per alcuni criteri di tipo ambientale (consumo di energia, consumo di acqua, emissioni CO₂) il calcolo dell'indicatore ha presupposto il ricorso ad algoritmi già codificati nell'ambito di norme tecniche specifiche avendo come input la quantità di materiale grezzo ed i consumi energetici in tutte le fasi di vita del prodotto. Infine, per i criteri di carattere sociale l'indicatore è per lo più di tipo qualitativo, misurabile attraverso una valutazione diretta, con giudizio espresso su scala tipo

Likert o con valutazioni del tipo “passa non passa”. È il caso per esempio della valutazione dell’impatto paesaggistico e di tutti gli aspetti correlati: disegno architettonico della barriera, possibilità di oscuramento delle aree residenziali o di accumulo di rifiuti in prossimità della barriera stessa. Definito il set di criteri con i relativi indicatori, è stato analizzato il processo di valutazione/ottimizzazione della sostenibilità.

Possono essere distinti vari ambiti di applicazione:

- confrontare soluzioni/progetti alternativi;
- valutare la sostenibilità di un progetto per confronto con uno standard di riferimento;
- valutare la sostenibilità di prodotti specifici utilizzabili nell’ambito delle costruzioni;

In tutti i casi l’incremento della sostenibilità di un prodotto o di una soluzione non può essere ottenuto attraverso l’azione isolata su un singolo criterio; è piuttosto il frutto di un processo di ottimizzazione combinata di tutti i criteri individuati. Questo tipo di valutazione combinata di un set di criteri predefinito comporta l’applicazione di tecniche di analisi multi-criteria (MCDM) approfondite qui di seguito. Per i sistemi antirumore, nell’ambito del progetto QUIESST sono stati individuati alcuni modelli di analisi ritenuti idonei per casi specifici. SAW (Simple Additive Weighting) è un modello valutativo che si basa sulla somma degli indicatori ponderati per singoli criteri. È un sistema di semplice applicazione. Presuppone l’indipendenza degli indicatori per evitare il doppio conteggio di alcuni criteri. È di tipo compensativo: un punteggio insufficiente ottenuto per alcuni criteri può essere compensato da buoni risultati ottenuti su altri. Per la valutazione ed il confronto tra soluzioni alternative è da ritenersi più idoneo il modello PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation). Si basa sul confronto a coppie tra soluzioni alternative per il set di criteri modellizzati con curve di preferenza risultato di funzioni aventi come valore di input la misura fornita dall’indicatore. Il modello richiede come dati di input i valori soglia di “indifferenza” o



Fig. 5 - Criteri di scelta dei sistemi antirumore in Europa

di “preferenza” così definiti:

- per soglia di indifferenza si intende il valore al di sotto del quale la differenza di performance tra le due soluzioni confrontate è trascurabile. Ad esempio quando la differenza di costo tra due soluzioni alternative è inferiore a questa soglia, la variabile costo perde di significatività e nel processo decisionale acquistano importanza altre variabili.
- Per soglia di preferenza si intende invece il valore oltre il quale la curva di preferenza ha ormai raggiunto il valore massimo

Rispetto al precedente, il modello ELECTRE 3 (Elimination et Choice Translating Reality) richiede sia definito anche il valore “veto” prima di avviare il processo decisionale. Superata questa soglia la soluzione carente viene scartata indipendentemente dal comportamento raggiunto per i restanti criteri. Nell’ambito del progetto QUIESST il metodo di valutazione è stato testato implementando i tre modelli descritti per due casi di barriere antirumore.

Il primo è stato individuato nella zona di Senigallia lungo l’autostrada A14. L’opera di

23	Re-use potential
24	Air quality and climate change
25	Climate change
26	Global warming potential at each life cycle stage
27	Global warming potential due to transport
28	Use of low or zero carbon technologies
29	Air quality
30	Acidification potential
31	Dust and particulate matter
32	Materials that trap or deflect pollution
33	Ozone layer destruction/depleter
34	Water
35	Water consumption
36	Embodied water content at each life cycle stage
37	Water pollution
38	Ecotoxicity for water
39	Energy
40	Energy consumption
41	Use of primary energy resources at each life cycle stage
42	Use of primary energy resources for transport

Tab. 2 - Esempio di criteri di tipo ambientale

28	Routes for pedestrians/cyclists
30	Architectural design and local context
31	Landscape/cityscape
32	Cultural heritage
33	Landscape architecture
34	Architectural design of the NRD
35	Visual impacts
36	Loss of view for residents and road users
37	Loss of daylight for residents and road users
38	Enclosure effects for residents and road users
39	Glare control for residents
40	Shading impacts for residents
41	More litter due to noise barrier's presence
42	Community engagement
43	Sense of neighbourhood ownership
44	Barrier design/type via public consultation
45	Community art used on noise barrier
46	Local social identity enhancement
47	Employment
48	Use of local employment
49	Use of local companies

Tab. 3 - Esempi di criteri di tipo sociale

bonifica acustica è stata realizzata dalla società CIR Ambiente S.p.A nell'ambito di un importante progetto infrastrutturale gestito da Autostrade per l'Italia e dalla Regione Marche. Il secondo caso di studio è stato individuato nell'area metropolitana di Madrid e realizzato dall'impresa spagnola Ferrovial Agroman SA.

Il caso italiano ha evidenziato l'impiego di materiali innovativi, la cura dell'inserimento paesaggistico ed un confronto continuo con gli Enti locali nelle fasi di progettazione e realizzazione dell'opera. L'opera realizzata in Spagna si è distinta per le modalità esecutive dei lavori che hanno minimizzato l'impatto sul traffico ed il costo sostenuto. L'obiettivo della sperimentazione è stato comunque quello di trarre indicazioni di ordine metodologico sulla procedura svi-

luppata. L'esperienza del progetto QUIESST ha evidenziato come l'impiego di un modello decisionale multi criteria (MCDM) tipo PROMETHEE possa essere l'embrione per un sistema di certificazione non compensativo di tipo innovativo. Gli schemi LEED e BREEM, noti in edilizia, sono di tipo compensativo e non sono immediatamente traslabili in ambito infrastrutturale. La metodologia di analisi sviluppata per i sistemi antirumore può essere estesa ad altri settori delle infrastrutture di trasporto. Per il caso ad esempio delle barriere di sicurezza potrebbe rivelarsi più idoneo un modello compensativo ad esclusione: alcuni requisiti tecnici del prodotto devono essere rispettati in modo inderogabile. Oggetto di futuri approfondimenti è l'assetto dei criteri di valutazione e del loro sistema gerarchico.

Il ricorso a tecniche di gestione in ambiente 3DBIM potrebbe favorire la raccolta e l'organizzazione delle informazioni ed il loro continuo aggiornamento. Lo studio finanziato dall'Unione Europea che si è qui tratteggiato, così come gli altri studi in corso sulla sostenibilità, si fonda sull'aspettativa e l'auspicio che i nuovi metodi di analisi e di approccio al progetto, basati su criteri matematici, statistici e concretamente applicabili, contribuiscano a ridefinire domanda e offerta nel settore delle costruzioni e delle opere. Una domanda di prospettiva 'intelligente', libera da ingannevoli ed impraticabili seduzioni ambientaliste e rispondente invece a necessità concrete con obiettivi tecnici e socioeconomici di lungo periodo deve incontrare una offerta coerente da parte del settore industriale e produttivo. La programmazione di tale offerta deve fondarsi sullo studio e lo sviluppo delle tematiche relative alla sostenibilità, come piattaforma strategica su cui associazioni e imprese devono concentrare i propri sforzi per riattivare dinamiche di settore capaci di creare nuovo valore economico e sociale sul quale riavviare una stagione di crescita.

dr. ing. Giovanni Brero

Consulente ACAI, Settore ambiente e sicurezza infrastrutture di trasporto

prof. Crina Oltean Dumbrava

Università di Bradford UK, esperto in sostenibilità

dr. ing. Marco Perazzi - ACAI,

collaboratore progetto QUIESST



Fig. 6 - Il caso studio di Senigallia



Fig. 7 - Il caso studio di Madrid