

Working Paper Series

47/13

COSTI DEL RUMORE ED ECONOMIA DELLA QUALITÀ ACUSTICA

ELISABETTA OTTOZ



COSTI DEL RUMORE ED ECONOMIA DELLA QUALITÀ ACUSTICA

Elisabetta Ottoz Università di Torino

1. Introduzione

L'inquinamento acustico, costituito da *“l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi”* (art. 2 della L. 447/95), rappresenta un problema significativo all'interno dell'Unione Europea con ricadute pesanti sulla salute pubblica.

L'urbanizzazione, la domanda crescente di trasporti motorizzati e le lacune della pianificazione urbana costituiscono le cause principali dell'esposizione al rumore ambientale. Le fonti di inquinamento acustico più rilevanti, e quindi più studiate, sono costituite dalle varie forme di traffico -aereo, stradale e ferroviario-, dai cantieri nonché dalle attività industriali e artigianali. Negli ultimi anni si va diffondendo nelle città europee, in particolare nei centri storici, un ulteriore tipo di inquinamento acustico legato alle attività ricreative, in particolare notturne, che risulta ancora pochissimo studiato. (Mangili et al., 2012).

Studi recenti ribadiscono che l'inquinamento acustico in Europa costituisce un importante fattore di rischio ambientale per la salute: il rumore del traffico in termini dell'impatto sulla salute pubblica è stato, infatti, giudicato al secondo posto tra i fattori di stress esaminati in sei Paesi europei. Inoltre l'esposizione al rumore presenta una tendenza in crescita, mentre altri fattori di stress, come il fumo passivo, sono in declino.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità nel Report *“Burden of disease from environmental noise”* (WHO-JRC, 2011): *“One in three individuals is annoyed during the daytime and one in five has disturbed sleep at night because of traffic noise. Epidemiological evidence indicates that those chronically exposed to high levels of environmental noise have an increased risk of cardiovascular diseases such as myocardial infarction. Thus, noise pollution is considered not only an environmental*

nuisance but also a threat to public health.... The results indicate that at least one million healthy life years are lost every year from traffic related noise in the western part of Europe. Sleep disturbance and annoyance, mostly related to road traffic noise, comprise the main burden of environmental noise”.

Uno studio dell’Agenzia Europea dell’Ambiente (EEA 2001) rileva che, nel 1999, circa 120 milioni di persone nell’Unione Europea (più del 30% della popolazione) sono state esposte a livelli di rumore del traffico superiori a 55 dBA, considerato dall’Organizzazione mondiale della sanità (OMS) il valore soglia del rumore esterno, oltre il quale inizia a manifestarsi un disturbo serio (annoyance); più di 50 milioni a livelli superiori a 65 dBA. Più del 30% della popolazione risulta, inoltre, esposta a livelli superiori a 55dBA di notte. Per quanto riguarda il traffico ferroviario più del 50% della popolazione subisce livelli di rumore superiori a 55 dBA; i dati sul rumore degli aerei sono più incerti, ma il 10% della popolazione potrebbe esserne fortemente disturbata.

Il costo globale del rumore comprende, oltre ai costi esterni sulla salute, altri effetti di tipo economico quali il deprezzamento delle abitazioni rumorose sia per quanto riguarda il prezzo di vendita, sia per i canoni di affitto, oltre alle spese necessarie per l’insonorizzazione e il condizionamento. Tali costi del rumore rientrano nei cosiddetti costi esterni, vale a dire ogni voce dei costi che non ricade su chi inquina, ma su soggetti terzi.

Le politiche di intervento per affrontare il problema dell’inquinamento acustico possono essere rivolte a proteggere gli individui dal rumore, ad esempio con investimenti per barriere o interventi di isolamento, oppure a ridurre le emissioni come nel caso di imposizione di livelli massimi di decibel, limitazioni di velocità. Tali azioni sono comunque costose e ciò implica l’esistenza di un trade-off tra accettazione del rumore e utilizzo di risorse per la sua riduzione, che può essere affrontato attraverso l’analisi costi-benefici.

Il Trattato istitutivo dell’Unione Europea prevede espressamente che la normativa ambientale e le politiche d’intervento ad essa collegate siano corroborate da un’analisi costi-benefici, nella quale si operi una comparazione in termini monetari tra costi e benefici, dove i benefici sono rappresentati dal valore dei danni evitabili attraverso un’adeguata politica di intervento.

L’autorizzazione di progetti con rilevanza collettiva sull’ambiente, tramite la riqualificazione o conservazione ambientale, richiede, quindi, la stima dei benefici e dei costi associati all’azione in oggetto in modo che il progetto selezionato comporti la massima differenza tra benefici e costi. In alternativa all’analisi costi-benefici è possibile utilizzare l’analisi costi-efficacia volta a implementare le misure maggiormente efficaci ai costi più bassi. Sono sostanzialmente due i modi di misurare l’efficacia di una politica di riduzione del rumore: stima della differenza tra il numero delle persone “fortemente” disturbate dal rumore prima e dopo l’intervento correttivo, in relazione alla differenza potenziale di costo degli interventi alternativi, oppure la stima della variazione nell’esposizione al rumore dell’intera popolazione prima e dopo le politiche di intervento in relazione ai costi da sostenere.

Un approccio alternativo al problema del rumore è l’utilizzo di un meccanismo per cui chi inquina, anche da un punto di vista acustico, paga; nel caso del trasporto esistono costi, tra cui inquinamento, congestione, rumore, che non sono sostenuti dagli utenti i quali, quindi, non ne tengono conto nelle loro decisioni di trasporto: si tratta di internalizzare i costi esterni rendendoli parte del processo decisionale degli utenti stessi. Ciò può essere realizzato direttamente attraverso misure di regolamentazione o,

indirettamente, fornendo incentivi agli utenti tramite strumenti di mercato, quali tasse e sussidi, ma richiede, in ogni caso, che al rumore venga attribuito un valore economico.

Nei sistemi di mercato è il valore monetario a guidare l'allocazione delle risorse: il punto è che per alcuni beni un mercato esiste, ma il sistema di prezzi può discostarsi da una condizione di efficienza in quanto non tiene conto di importanti esternalità, oppure, come nel caso delle risorse ambientali, vi è addirittura un'assenza di mercato.

Risulta pertanto molto difficile esprimere gli effetti negativi del rumore in termini quantificabili, incorporabili in un'analisi costi-benefici: è, infatti, necessario tradurre in termini monetari i danni sociali indotti dal rumore sulla salute pubblica, sul peggioramento della qualità della vita, in generale sui costi esterni dei trasporti.

Si rende necessario dare un valore economico, una monetizzazione, a variazioni nel livello di rumore attraverso metodi di valutazione ambientale.

L'obiettivo di queste note è di fornire un'introduzione ai metodi di valutazione ambientale attraverso la presentazione del metodo dei prezzi edonici e della valutazione contingente, fornendo, infine, alcuni esempi di dati disponibili a livello di Unione Europea, di Italia e di Confederazione Elvetica su indicatori dei costi esterni del rumore.

La sezione 2 contiene una presentazione della tematica della valutazione ambientale, la 3 riguarda i prezzi edonici, la 4 la valutazione contingente; la 5 riporta, infine, i risultati di alcuni studi recenti; la 6 conclude.

2. I beni ambientali

La direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, mira a definire *"un approccio comune volto ad evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale"*.

A tal fine la direttiva impone agli Stati membri di mettere in atto una serie di interventi e più in particolare di:

- a. determinare l'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica;
- b. adottare piani d'azione in base a tale mappature per ridurre il rumore dove esso sia eccessivo oppure per mantenere il livello di rumore ambientale laddove esso sia accettabile;
- c. garantire che il pubblico sia informato in merito al rumore ambientale e ai relativi effetti.

L'adozione di specifici piani di azione richiede, sia a livello europeo sia a livello nazionale, di compiere scelte tra varie misure disponibili per ridurre l'esposizione al rumore della popolazione coinvolta. Dati gli ingenti costi necessari per ridurre i costi ambientali e di trasporto, un criterio accettabile è costituito da un'analisi costi benefici.

Per valutare tali benefici è necessario conoscere i costi sociali dell'inquinamento acustico, così da trovare il livello socialmente ottimo di investimento in misure di riduzione del rumore: un confronto tra il costo degli investimenti necessari all'attuazione delle politiche di riduzione del rumore e la conseguente riduzione dei costi sociali del rumore, vale a dire i benefici attesi da tali politiche, consente di identificare le misure che comportano il raggiungimento del più elevato rapporto benefici-costi. Una stima economica dei benefici sociali della diminuzione del rumore consente di identificare il mix di misure con il più alto beneficio sociale per euro speso.

Il problema sorge se una risorsa non ha mercato (o un mercato imperfetto): in tal caso, infatti, non ci sono variazioni dei prezzi in grado di avvertire consumatori e

produttori di una situazione di scarsità inducendo così la sostituzione, la ricerca di alternative e di cambiamento tecnologico.

Le caratteristiche ambientali, spesso, non sono oggetto di transazione all'interno di un mercato, in quanto si tratta di beni pubblici ed il sistema socioeconomico ne fruisce in modo gratuito (open access), oppure per alcuni servizi esiste un mercato, ma il sistema di prezzi può discostarsi da una condizione di efficienza per la presenza di rilevanti esternalità.

Il problema principale per la grande maggioranza dei beni pubblici e ambientali è che non esistono mercati di riferimento: di conseguenza la produzione di esternalità negative supera il livello socialmente ottimale. Al fine di attribuire un prezzo a risorse che non sono vendute o acquistate sul mercato, come ad esempio la riduzione o l'incremento di rumore, sono state sviluppate tecniche di stima del loro valore economico.

Il campo di riferimento è costituito dall'economia pubblica, quella branca della scienza economica che spiega come vengono compiute scelte e allocate risorse avendo come riferimento i beni pubblici (dal punto di vista economico, non giuridico) L'economia ambientale fa parte dell'economia pubblica e ha per oggetto i beni ambientali, che costituiscono un sottoinsieme dei beni pubblici.

I beni pubblici, a differenza dei beni privati, sono caratterizzati dalla non rivalità nel consumo e dalla non escludibilità. La caratteristica di non rivalità implica che l'utilizzo di un bene pubblico da parte di un individuo non è incompatibile con la fruizione da parte di un altro individuo, mentre la non escludibilità implica l'impossibilità, o quantomeno l'estrema difficoltà, di escludere determinati individui dalla fruizione del bene. Esempi di beni pubblici sono la fruizione di un paesaggio, un faro, la costruzione di un ponte, ma anche una situazione di quiete.

Un concetto collegato è costituito dalla presenza di esternalità, con effetti vantaggiosi (esternalità positive o economie esterne) o svantaggiosi (esternalità negative o diseconomie esterne), provocate sull'attività di produzione o di consumo di un individuo dall'attività di produzione o di consumo di un altro individuo, che non si riflettono sui prezzi. Più precisamente un'esternalità negativa è l'effetto dell'azione di un soggetto economico (compratore o produttore) sul benessere di altri soggetti non coinvolti nello scambio. Se alcuni costi non vengono sostenuti da chi produce e da chi consuma, si produce e si consuma di più di quanto sia socialmente desiderabile. Ad esempio, l'inquinamento è un costo sociale di cui, però, la curva di offerta, costruita sulla base dei soli costi privati, non tiene conto; se vogliamo ripristinare una situazione di efficienza, dobbiamo tenere conto anche dei costi sociali esterni, altrimenti vi sarà un livello di inquinamento eccessivo. L'opposto capita nel caso di esternalità positive: si produce di meno di quanto sia socialmente desiderabile.

Esempi di esternalità positive sono rappresentati, rimanendo all'interno del nostro tema, dall'incremento di valore immobiliare dovuto alla creazione di una zona a traffico limitato, mentre esternalità negative sono causate dal rumore del traffico aereo, stradale, ferroviario, industriale, ma, anche, dal rumore ricreativo provocato dall'apertura di un rumoroso locale sotto casa. I rumori ambientali possono disturbare le attività quotidiane di lavoro e tempo libero, nonché impedire il riposo notturno.

I beni ambientali, come detto sopra, sono in genere di natura pubblica, caratterizzati da un'assenza di mercato e quindi da un'assenza di prezzo esplicito. Non avere un prezzo non significa però non avere un valore in quanto beni economici. Il ruolo dell'economista sta nell'indicare, attraverso metodologie appropriate, l'ammontare di rumore socialmente ottimale attraverso una valutazione economica dei costi sociali del

rumore che consenta l'adozione di politiche di riduzione del danno efficienti attraverso un'analisi costi benefici o costo efficacia, includendo la scelta tra regolamentazione e tasse. Ad esempio nel caso di progetti e attività di trasporto due dimensioni principali vanno considerate: la quantificazione dell'impatto, vale a dire la determinazione della natura e dell'entità fisica dell'impatto sugli agenti terzi; la monetizzazione, vale a dire la traduzione dell'impatto in termini di valore monetario corrispondente al danno dell'attività esaminata.

Per valutare l'impatto in termini di valore monetario il punto di partenza è costituito dal concetto per cui le variazioni di benessere degli individui vengono interpretate come variazioni di utilità. Hicks propose delle misure che consentono di leggere le variazioni di utilità in termini monetari: variazioni e surplus compensativi, variazioni e surplus equivalenti.

Variazioni quantitative nella disponibilità di servizi ambientali possono essere espresse come disponibilità a pagare (DAP) (willingness to pay, WTP, nella terminologia anglosassone), o come disponibilità ad accettare compensazione (DAC) (willingness to accept, WTA). La DAP è la somma massima che un individuo è disposto a pagare per godere di un beneficio, che può essere rappresentato, nel caso del rumore, da una diminuzione marginale del livello di decibel: la DAC è la somma minima che un individuo richiede per sopportare un costo, per esempio per accettare l'aumento del livello di decibel dell'ambiente.

I due concetti, DAP e DAC, dovrebbero, da un punto di vista teorico, coincidere, ma l'indagine empirica ha rinvenuto l'esistenza di differenze sostanziali; in particolare $DAC > DAP$, probabilmente a causa del fenomeno della dissonanza cognitiva, per cui individui razionali e avversi al rischio valutano in modo diverso guadagni e perdite, attribuendo alle perdite un peso maggiore.

La tabella 1 sottostante riporta i due indicatori monetari di variazione di benessere, surplus equivalente e surplus compensativo, nei casi di miglioramento e peggioramento ambientale.

Tabella 1- Surplus compensativo e surplus equivalente

	Surplus compensativo	Surplus equivalente
Miglioramento qualitativo	La disponibilità a pagare per ottenere il miglioramento (DAP)	La disponibilità ad essere compensato per la rinuncia al miglioramento (DAC)
Peggioramento qualitativo	La disponibilità ad accettare una compensazione per il peggioramento (DAC)	La disponibilità a pagare per evitare di subire il peggioramento (DAP)

I benefici derivanti da variazioni nella qualità ambientale -riduzione del rumore nel nostro caso- espressi da DAP e DAC, considerati come indicatori delle variazioni di utilità individuale, nel caso dei servizi ambientali vengono stimati secondo due approcci, diretto ed indiretto, da cui si ricava non un vero e proprio prezzo di mercato, ma un prezzo ombra (shadow price nella terminologia inglese).

- Approccio indiretto o delle preferenze rivelate (RP): la caratteristica ambientale ha un effetto sulla formazione del prezzo di altri beni o servizi. Le DAP e DAC, stimate

analizzando comportamenti reali dei consumatori all'interno di altri mercati, si basano su una correlazione tra un comportamento osservabile e il valore di un bene o servizio ambientale: si considerano quindi preferenze rivelate (revealed preferences) in contesti reali. All'approccio delle preferenze rivelate appartiene il metodo dei prezzi edonici (HPM), che può essere utilizzato per valutare una diminuzione di rumore analizzando l'impatto di diversi livelli di disturbo da rumore sui canoni di affitto o i prezzi di vendita delle abitazioni.

- Approccio diretto o delle preferenze espresse (SP): vengono simulate condizioni in cui gli individui esprimono direttamente DAP e DAC, dando una valutazione diretta al servizio, come se questo fosse all'interno di un meccanismo di mercato: in tal caso le preferenze sono di tipo ipotetico (stated preferences). Si colloca in questa categoria il metodo della valutazione contingente che consiste nel chiedere direttamente agli individui interessati, attraverso un questionario, quanto sarebbero disposti a pagare per vivere in un ambiente meno rumoroso.

Uno sviluppo più recente di approccio diretto è costituito dalla metodologia choice experiment in cui si richiede agli intervistati di selezionare l'alternativa preferita da una serie di possibili scelte.

3. I prezzi edonici

Cominciamo dal metodo dei prezzi edonici, menzionato nel lavoro di Court (1939), Lancaster (1966) ed utilizzato per la prima volta da Griliches (1971) e Rosen (1974). Contrariamente alla teoria tradizionale l'utilità ricavabile da un bene dipende da un insieme di caratteristiche in esso incorporate, alcune delle quali possono essere caratteristiche di tipo ambientale.

La ratio economica dei prezzi edonici può essere espressa in questo modo: sebbene il mercato della quiete sia un mercato che non esiste, esiste, tuttavia, un altro mercato in cui gli individui rivelano la loro disponibilità a pagare per evitare livelli diversi di rumore. Il metodo, basato sull'analisi del mercato immobiliare, parte dal presupposto che la diversità delle caratteristiche ambientali faccia variare i prezzi degli immobili ad esse direttamente collegati.

Un aspetto positivo del metodo dei prezzi edonici sta nel fatto di essere basato sul comportamento effettivo nel mercato immobiliare o degli affitti in cui la disponibilità a pagare degli individui, per la riduzione di rumore o per altre caratteristiche ambientali dell'abitazione, può essere osservata.

Una debolezza risiede, invece, nell'estrema sensibilità dei risultati alla forma funzionale del modello e alle condizioni del mercato immobiliare (livello di concorrenza, costi di transazione, condizioni di domanda ed offerta, livello di informazione).

L'ipotesi di base del modello dei prezzi edonici è che i beni siano valutati per le loro caratteristiche cosicché il prezzo varia direttamente con l'ammontare di caratteristica contenuta nel bene: il prezzo osservato del prodotto sarebbe la risultanza della somma dei valori attribuiti alle diverse caratteristiche presenti nel prodotto stesso.

Il metodo richiede 3 fasi distinte:

1. La stima della funzione dei prezzi edonici;
2. La stima della funzione di domanda della caratteristica ambientale;
3. Il calcolo del surplus del consumatore.

Nella fase 1 un'equazione di prezzi edonici si presenta nella forma

$$(1) P_i = f(X_i)$$

dove:

P è il prezzo dell'osservazione i -esima, vale a dire il prezzo dell'abitazione o il canone di affitto;

$X = X = (x_1, x_2, x_3, \dots)$ è l'insieme delle variabili esplicative, vale a dire l'insieme delle caratteristiche dell'abitazione.

Questo metodo si propone di identificare la parte del differenziale di valore dei beni immobiliari ascrivibile a differenze nelle qualità ambientali, valutando la disponibilità a pagare delle persone per un miglioramento di tale qualità.

Di conseguenza per ogni unità abitativa è necessario ottenere informazioni su 4 gruppi di variabili:

- a. strutturali: informazioni relative alla metratura, il numero di stanze, il tipo di riscaldamento, l'anno di costruzione dell'abitazione;
- b. di accessibilità in auto o a piedi: la facilità con la quale possono essere raggiunti i mezzi pubblici, qualità e varietà delle scuole, negozi, parchi circostanti;
- c. socio economiche della zona;
- d. ambientali: livello di inquinamento ambientale e acustico (aereo, stradale, ferroviario, da attività ricreative).

La derivata parziale rispetto ad ognuna delle caratteristiche rappresenta il prezzo edonico o prezzo marginale implicito di quella caratteristica, vale a dire la disponibilità marginale a pagare per una variazione della caratteristica in questione.

Si parla di prezzo implicito in quanto riferito ad aspetti del bene che non hanno un mercato proprio: il risultato del metodo dei prezzi edonici è il Noise Sensitivity Depreciation Index (NSDI), che è la variazione percentuale del prezzo dell'abitazione in seguito all'aumento di 1 dBA. Ad esempio se il valore di un'abitazione senza rumore è pari a 400.000 euro e con rumore a 380.000, mentre la differenza nell'esposizione al rumore è di 10 dBA, rispetto al livello di rumore ambientale considerato di non disturbo, a parità di altre condizioni, il NSDI risulta pari a 1% per dBA, mentre il prezzo edonico è di 2000 euro a dBA.

La stima della funzione edonica richiede la specificazione della forma funzionale, a proposito della quale la teoria fornisce poche indicazioni: in letteratura le forme funzionali maggiormente utilizzate sono le log-log (logaritmo sia della variabile dipendente, sia delle variabili indipendenti) o semi log.

L'identificazione del valore dell'abitazione è effettuata attraverso regressione multipla di serie storiche o di dati relativi alle caratteristiche della proprietà, associando a ciascuna di esse un parametro che ne rappresenta il prezzo implicito. In tal modo si ottiene il prezzo implicito della variabile ambientale, vale a dire quanto i consumatori sarebbero disposti a pagare per un'abitazione situata in un'area meno rumorosa.

La seconda fase consiste nello stimare la funzione di domanda della caratteristica ambientale, derivando la funzione edonica rispetto alla caratteristica ambientale, rumore nel nostro caso. Tale funzione rappresenta la disponibilità marginale a pagare per una variazione della variabile ambientale rumore.

La terza fase consiste nell'ottenere il surplus del consumatore moltiplicando la rendita individuale per il numero di unità immobiliari che ne beneficiano.

Quest'approccio presenta però due limitazioni rilevanti. La prima inerente alla possibilità di trasferire il valore dell'indice NSDI a contesti diversi da quelli in cui è stato calcolato, data l'estrema frammentazione e variabilità dei mercati immobiliari nelle diverse zone e Paesi. La seconda si riferisce al fatto che tali indici tengono conto

non soltanto dell'effetto rumore, ma rappresentano valutazioni complessive su un livello di degrado ambientale dovuto, ad esempio al traffico, e, come tali, dipendono anche da altre variabili, quali il livello di inquinamento atmosferico o il rischio di incidenti.

4. Il metodo della valutazione contingente

Relativamente ai metodi diretti di valutazione ambientale, in generale meno utilizzati, ci soffermeremo in particolare sul metodo della valutazione contingente che si avvale delle valutazioni soggettive degli individui, ottenute attraverso interviste o questionari, per investigare quanto un individuo sarebbe disposto a pagare in vista di un miglioramento della qualità ambientale. La struttura del questionario e le modalità di somministrazione rivestono un ruolo cruciale sul risultato finale.

L'assenza di un mercato del silenzio (ed in generale dei beni ambientali) permette di individuare, anche in questo caso, non un prezzo di mercato vero e proprio, ma un "prezzo ombra" (o "shadow price"), correlando la disponibilità a pagare degli individui con i rispettivi livelli di esposizione sonora: dalle dichiarazioni degli intervistati si determina l'importo che essi sarebbero disposti a pagare per quel bene se ne esistesse il mercato. L'inchiesta, volta a quantificare economicamente il bene quiete, è effettuata sul solo sottocampione della popolazione rappresentato da coloro che si sono dichiarati disturbati dal rumore e che si sono, quindi, mostrati sensibili al problema.

I quesiti andrebbero formulati in modo da ridurre il più possibile l'insorgere di comportamenti strategici così da conoscere sia la DAP dell'individuo, sia i motivi alla base dell'eventuale rifiuto di partecipare al mercato ipotetico.

Nella valutazione contingente l'applicazione del metodo richiede la definizione del mercato ipotetico, del questionario e della popolazione rilevante.

La domanda centrale può essere espressa in positivo: quanto sarebbe disposto a pagare per contribuire alla realizzazione del progetto X di miglioramento ambientale? Quale risarcimento riterrebbe equo per rinunciare al progetto X di miglioramento ambientale? Oppure, in negativo: quanto sarebbe disposto a pagare per evitare i danni derivanti dalla realizzazione del progetto X? Quale risarcimento riterrebbe equo per i danni derivanti dalla realizzazione del progetto X?

La stima della DAP può essere ottenuta a partire da:

- a. un gioco di offerta in cui all'intervistato vengono proposte cifre sempre maggiori fino al raggiungimento della sua DAP. Si effettua con l'intervistato una sorta di asta al rialzo o al ribasso fino all'individuazione della massima disponibilità a pagare o la minima disponibilità ad accettare (bidding game);
- b. una carta dei pagamenti in cui all'intervistato viene presentata una rosa di valori che dovrebbe essere indicativa della disponibilità a pagare da parte di persone appartenenti ad una stessa fascia di reddito, in modo da avere un range delle risposte (payment card);
- c. una risposta diretta in cui non vengono suggeriti all'intervistato valori di riferimento (open-ended);
- d. una scelta dicotomica in cui l'intervistato deve dire se è disponibile a pagare la somma di denaro proposta (close-ended).

Il metodo in questione presenta il vantaggio di poter determinare il valore economico attribuito al bene "quiete" direttamente attraverso le preferenze espresse e non attraverso la valutazione di mercati reali nei quali il bene in questione esercita una determinata influenza.

L'approccio della valutazione contingente, invece di fare riferimento alla variazione di decibel emessi, come nel metodo delle preferenze rivelate, considera le variazioni del livello di disturbo attribuendo loro un valore specifico, per poi misurare le diverse preferenze individuali.

Dal momento che gli studi di tipo SP stimano un valore monetario per persona disturbata dal rumore e per anno, uno dei presupposti per l'applicazione di questa metodologia è la stima del numero di persone disturbate (con riferimento a diversi livelli di disturbo) in funzione delle emissioni sonore. Il costo esterno totale annuo sarà ottenuto moltiplicando il suddetto valore monetario per la popolazione esposta, vale a dire per il numero di persone disturbate (poco, mediamente e molto) ottenendo un indicatore di euro all'anno per persona disturbata.

Come gli altri metodi di valutazione empirica esso presenta alcuni limiti, in molti casi risolvibili in sede di pianificazione dell'indagine. Tre problemi possono, in particolare, riguardare: la comprensione della problematica proposta nelle interviste, il possibile comportamento strategico insito nelle risposte e le possibilità di confronto tra zone diverse.

Il primo punto riguarda il modo più o meno comprensibile in cui il cambiamento nel livello di rumore viene presentato all'intervistato: si tratta di fornire una rappresentazione semplice, ma rigorosa, del cambiamento marginale nell'esposizione al rumore. I primi studi si basavano sul valore della riduzione percentuale nei livelli di rumore, solitamente una riduzione del 50%, senza curarsi che gli intervistati capissero esattamente di cosa si stesse parlando. Gli studi più recenti si basano su di una descrizione qualitativa quale potrebbe essere "l'eliminazione del disturbo da rumore", "il livello di rumore solitamente sperimentato la domenica mattina", facilmente comprensibili agli intervistati, anche se più difficilmente convertibili in livelli di decibel.

Come conseguenza dell'evidenza crescente del nesso causale esistente tra l'esposizione al rumore e la sensazione soggettiva di disturbo (annoyance), spesso gli studi misurano il fastidio soggettivo tramite una scala standardizzata che va da 1 a 5: "disturbo assente", "disturbo lieve", "disturbo moderato", "disturbo forte", "disturbo insopportabile"; oppure in una scala da 1 a 3: "disturbo assente", "disturbo supportabile", "disturbo insopportabile".

Le risposte ai questionari possono evidenziare comportamenti strategici da parte degli intervistati, nel senso che eventuali rifiuti a contribuire testimoniano non una mancanza di sensibilità verso il problema, ma una risposta strategica verso la fornitura di un bene pubblico (free riding), così come possono, invece, essere causati da un comportamento di protesta (non sono disposto a pagare per una situazione di cui non sono responsabile).

Un altro punto cruciale riguarda la possibilità di confrontare le risposte di esposizione al fastidio ottenute in regioni diverse: vi sono, infatti, differenze socioculturali nelle abitudini di permanenza all'aria aperta, nella percezione e sensibilità individuali.

Il metodo della valutazione contingente è meno usato nella ricerca empirica, ma andrebbe incentivato per due ordini di considerazioni. In primo luogo, a causa della natura estremamente soggettiva della percezione del rumore, per ottenere una stima attendibile delle relazioni tra disturbo percepito e livello di esposizione e del valore economico attribuito al bene quiete, appare, comunque, consigliabile ricavare tali informazioni direttamente dagli interessati attraverso una campagna di interviste, condotte su un campione rappresentativo della popolazione.

In secondo luogo, l'applicazione di metodi alternativi non appare facilmente praticabile, poiché il fattore "rumore", nonostante il crescente interesse in seno all'opinione pubblica, non è ancora in grado di influenzare in maniera consistente le scelte economiche degli individui. Risultati di alcuni studi condotti di recente sembrano confermare la difficoltà di applicare in Italia metodi, quali quello dei prezzi edonici, sviluppatosi in un contesto di maggiore sensibilità ambientale.

5. Alcuni risultati sulla valutazione dei costi esterni

Uno studio dettagliato dell'esposizione al rumore serve da fondamento al calcolo dei costi esterni del rumore stesso.

La somma dei minori introiti da affitto e/o vendita e dei costi della salute fornisce i costi totali esterni del rumore. Partendo dal numero di abitazioni coinvolte, si calcolano le perdite di pigione o di valore immobiliare, basandosi su di una correlazione tra canoni di affitto o prezzo di vendita ed esposizione al rumore. I danni alla salute sono, invece, calcolati grazie alle conoscenze epidemiologiche sulla relazione esistente tra esposizione al rumore e danni alla salute.

I dati sottostimano l'impatto negativo perché nei costi non sono compresi altri effetti del rumore quali quelli di difesa (doppi vetri, apparecchi di condizionamento), perdite dovute al deterioramento di quartieri o alla non costruibilità di terreni, nonché problemi sul lavoro e sul rendimento scolastico).

Due approcci principali sono utilizzati negli studi sui costi esterni del rumore, top-down e bottom-up: il metodo top-down produce stime dei costi medi, mentre il bottom-up stime dei costi marginali.

L'approccio top-down parte dal livello macro, per esempio da uno Stato, determinando a quel livello i costi totali, solitamente attraverso una stima del numero di persone esposte al rumore del traffico moltiplicata per un valore medio di disponibilità a pagare per una riduzione del rumore. A volte il numero delle persone esposte al rumore del traffico è anche moltiplicato per il valore medio dei costi della salute.

Al fine di migliorare la stima dei costi totali del rumore, si distingue tra varie classi di rumore (ad esempio classi di 5 dBA), ognuna provvista di una stima delle persone coinvolte, della loro disponibilità a pagare e di dati sulla salute.

Infine i costi totali del rumore sono ripartiti tra le diverse fonti di rumore, secondo le quote nelle emissioni totali di rumore. Il risultato, come detto prima, consente di valutare i costi medi del rumore.

L'approccio bottom-up, detto anche sentiero d'impatto, origina, invece, dal livello micro: ad esempio il flusso di traffico in una strada particolare o la guida di uno specifico veicolo in un determinato momento e in un determinato luogo, di cui vengono considerati gli impatti addizionali rispetto a quelli che si verificherebbero comunque. Si ottiene così la variazione di danno causata da una variazione di attività.

In generale questo approccio si compone di cinque fasi: stimare le emissioni in decibel per veicolo in ognuno dei due scenari; determinare l'impatto dei diversi livelli di rumore sulla salute e sulla percezione di disturbo (relazione dose-risposta); stimare il numero di persone esposte ai vari livelli di rumore; stabilire la relazione esistente tra esposizione al rumore e effetti sulla salute e sul benessere ed, infine, calcolare il valore monetario dell'effetto sulla salute. (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008).

La perdita di benessere dovuta all'esposizione al rumore può essere espressa in termini monetari, come abbiamo visto, sia attraverso il metodo dei prezzi edonici, sia attraverso il metodo della valutazione contingente.

Un altro modo di valutare i costi sociali del rumore consiste nell'utilizzo dell'indicatore DALY, Disability-Adjusted Life Year: si tratta di un indice utilizzato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità che consente ai policy maker di confrontare il peso delle patologie associate a diversi rischi ambientali, così da essere in grado di fare delle previsioni sull'impatto delle politiche e di predisporre azioni preventive.

Al fine di stimare l'onere esercitato dal rumore sulla salute della popolazione (environment burden of disease: EBD) viene utilizzato dall'OMS un approccio di valutazione quantitativa del rischio. Tale processo, che richiede la conoscenza della natura degli effetti del rumore sulla salute, i livelli di esposizione ai quali gli effetti negativi sulla salute iniziano a manifestarsi e le modalità al crescere dell'esposizione, nonché il numero di persone coinvolte ai vari livelli di esposizione del rumore, può essere sintetizzato nel modo seguente:

- stima della distribuzione dell'esposizione nella popolazione;
- selezione dalla letteratura di una o più stime appropriate del rischio relativo;
- stima della PAF (population-attributable function), vale a dire il contributo di un fattore di rischio all'insorgere di una patologia. La PAF è la riduzione proporzionale di una patologia nella popolazione che sarebbe conseguente ad una riduzione nell'esposizione al fattore di rischio.

Tale approccio costituisce l'exposure-based approach. Valutazioni del rischio quantitativo basate sulla metodologia EBD sono state sviluppate e utilizzate dall'OMS come guida per i singoli stati nella quantificazione dei rischi di fattori ambientali, rumore nel nostro caso, sulla salute della popolazione.

L'EBD è solitamente espresso come la somma del numero di morti e gli anni di vita ponderati per un fattore di disabilità (DALY) che combina i concetti di (a) anni potenziali di vita perduti a causa di morte prematura e (b) anni equivalenti di vita in buona salute perduti a causa di presenza di patologie o disabilità.

$$DALY = YLL + YLD$$

YLL (Years of Life Lost), è il numero di anni di vita perduti e corrisponde essenzialmente al numero di morti (N) ad ogni età moltiplicato per la speranza di vita media per ciascun'età (L). $YLL = N \cdot L$; mentre YLD (Years Lived with Disability) è il numero di casi incidenti (I) moltiplicato per la durata media della disabilità o malattia e corretto per un fattore di disabilità, esprimibile in anni vissuti non in perfetta salute: mortalità e ridotta qualità di vita sono sintetizzate in un unico indicatore.

L'OMS (WHO, 2008) stima che i DALY persi a causa del rumore ambientale nei Paesi dell'Unione Europea siano annualmente 60.000 per cardiopatia ischemica, 45.000 per deficit cognitivo dei bambini, 903.000 per disturbo del sonno, 21.000 per tinnito e 587.000 per annoyance (disturbo). A causa di deficit nei dati sull'esposizione della popolazione, non sono disponibili statistiche relative all'incidenza del rumore per tutta la UE. Se si assume la stima conservativa del DALY, dove 1 DALY è pari a 78.500 euro (VITO, 2003), i costi sociali del rumore da traffico sono confrontabili con le stime ottenute utilizzando i risultati di INFRAS/IWW, OECD/INFRAS/Herry and Link che costituiscono una tappa fondamentale nella disciplina.

Tali studi di valutazione stimano i costi sociali del rumore da traffico stradale nella UE22 ad almeno 38 miliardi di euro l'anno, il che rappresenta circa lo 0,4% del PIL totale dei 22 Paesi. Per quanto riguarda il traffico ferroviario le stime di costi sociali dovuti al rumore si aggirano intorno a 2,4 miliardi di euro (circa lo 0,02% del PIL dei

22 Paesi). Si noti che tali dati si riferiscono agli effetti riscontrati per un livello di disturbo superiore a 55 decibel, mentre sono possibili effetti nocivi anche a livelli più bassi, cosicché è ragionevole supporre che il fenomeno sia sottostimato.

Una intuizione dell'entità del fenomeno è data dal fatto che i costi sociali del rumore derivante dal traffico stradale rappresentano circa un terzo di quelli associati a incidenti stradali, come si vede dalla figura 1.

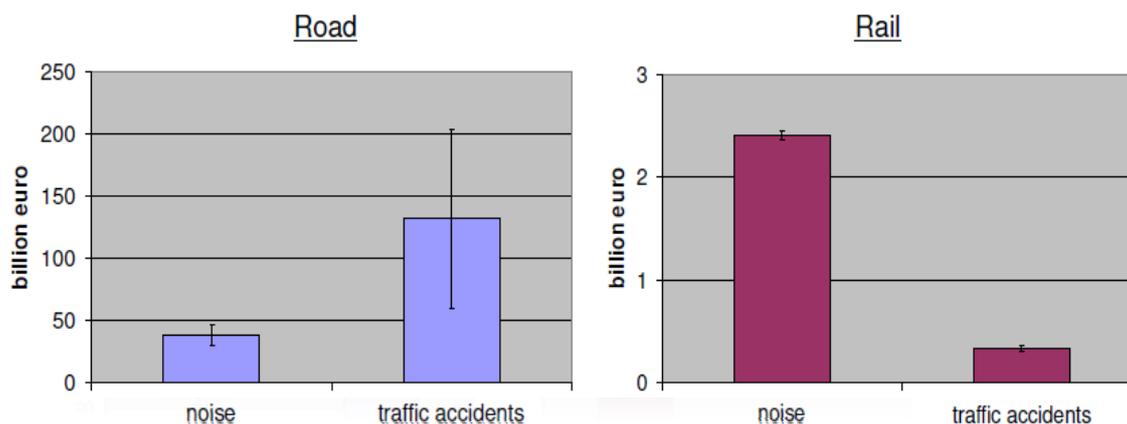


Figura 1 - I costi sociali del rumore del traffico nell'EU22 comparati ai costi degli incidenti stradali. (livello dei prezzi 2006)
INFRAS/IWW (2004), OECD/INFRAS/Herry (2002), Link (2000)

Nel contesto dell'analisi costi-benefici ci si propone di generare dati originali (primari) sul valore economico dei cambiamenti ambientali risultanti da una politica, oppure, in un approccio complementare, detto del trasferimento del valore (transfer benefit), di utilizzare i risultati di studi esistenti (dati secondari). Ciò implica l'utilizzo di un valore unitario di un bene non di mercato, stimato in uno studio primario, per valutare i benefici derivanti dall'attivazione di una nuova politica di intervento. A questo proposito EVRI (Web-based Environmental Valuation Reference Inventory) è una risorsa di oltre 2000 studi che forniscono valori, metodologie, tecniche e teorie sulla valutazione ambientale che ne consentono lo sviluppo e la promozione attraverso il benefits transfer approach. Alcuni di questi approcci utilizzano anche metaanalisi, vale a dire analisi statistiche dei risultati di un vasto insieme di studi precedenti.

Navrud (2010) esamina, attraverso la funzione di danno (Damage Function Approach) e i metodi delle preferenze ipotetiche, molti studi europei al fine di fornire valutazioni economiche aggiornate del rumore derivante da diverse tipologie di trasporto, valide come input nelle analisi costi-benefici degli interventi nei Paesi Ue volti a ridurre il rumore o a mantenere la qualità ambientale, se soddisfacente.

La mediana degli studi considerati è stimata in 23,5 euro 2001 per decibel per famiglia all'anno, corrispondente a 27,50 euro 2009. Questa stima è attualmente utilizzata dalla Direzione Generale dell'ambiente della Commissione Europea nelle analisi costi benefici come valore provvisorio, con range di validità tra 50/55 e 70/75 L_{den} che rappresenta il descrittore acustico giorno-sera-notte usato per qualificare il disturbo legato all'esposizione al rumore.

L'Handbook on estimation of external costs in the transport sector (Pawlowska et al. 2008) raccomanda di usare come input negli studi secondari un valore di WTP compreso tra 0,09 e 0,11 del reddito pro capite per dB, al fine di valutare la disutilità

dovuta al rumore del traffico, valore che è in linea con quanto raccomandato da Navrud 2002.

Per quanto riguarda la situazione italiana il V Rapporto curato dagli Amici della Terra nel 2006 fornisce i dati dei costi esterni da traffico relativi al 2003, distinguendo tra danno sanitario e danno non sanitario

Per i danni sanitari la metodologia utilizzata è quella del sentiero di impatto sanitario, che utilizza funzioni di esposizione/risposta ricavate dall'evidenza epidemiologica disponibile e valori di danno unitario, distinti per tipo di effetto sanitario, mentre per quanto riguarda i danni non sanitari (annoyance) è stato utilizzato il metodo di valutazione contingente attraverso il quale gli individui esprimono la loro disponibilità a pagare.

I costi totali esterni da traffico pari nel 2005 a 5899 milioni di euro sono dovuti per l'88,6% alla strada e ammontano allo 0,35% del PIL. Anche in questo caso il dato è confrontabile con quello relativo ai Paesi UE, sopra citato. INFRAS/IWW (2004), OECD/INFRAS/Herry (2002), Link (2000).

Tabella 2- Totali costi esterni da rumore del traffico Italia 2003 milioni di euro
Fonte Elaborazione Amici della Terra (2005)

Strada	5224
danno sanitario	269
Danno non sanitario	4955
Rotaia	235
danno sanitario	12
Danno non sanitario	223
Aereo	440
danno sanitario	34
Danno non sanitario	407
Totale	5899

Commenteremo ora alcuni dati sulla situazione svizzera che presenta dati interessanti e molto aggiornati. La base per la monetizzazione del danno ambientale da rumore è rappresentata da un'indagine del 2005 sull'inquinamento fonico causato dal traffico stradale e ferroviario in Svizzera dove è stata, inoltre, impiegata la nuova banca dati dei rumori SonBase. In questo caso i costi esterni del rumore sono distinti tra danni al settore immobiliare e danni alla salute.

I costi totali esterni del rumore dovuti al traffico su gomma e su ferro ammontano nel 2009 a 1349 milioni di franchi; con una quota del 90% dovuta a danni al settore immobiliare in termini di deprezzamento degli immobili sia nella compravendita, sia nei canoni di affitto, mentre il restante 10% è rappresentato da danni alla salute.

La tabella 3 esprime i costi esterni del rumore del traffico nel 2007, suddivisi tra gomma e ferro, con un'incidenza del traffico su strada pari a 1174 milioni di franchi svizzeri e di quello su rotaia di 79 milioni.

La tabella 4 mostra la dinamica dei costi esterni totali dal 2005 al 2009 che risultano in crescita, dai 1174 milioni di franchi del 2005 ai 1349 del 2009.

Tabella 3- Costi esterni del rumore del traffico 2007 in Svizzera (milioni di franchi)
Fonte ARE Ufficio federale per lo sviluppo territoriale 2010

Gomma	Ferrovia	Totale
1174	79	1253

Tabella 4- Costi esterni del rumore del traffico in Svizzera in milioni di CHF
 Fonte ARE Ufficio federale per lo sviluppo territoriale 2010

	2005	2006	2007	2008	2009
Rumore	1174	1211	1253	1300	1349

Il rumore causa costi per riduzioni effettive o temute della salute o della qualità della vita nell'ordine di oltre 130 milioni nel 2009. Per la quantificazione monetaria dei danni diretti per la salute le seguenti conseguenze sono state calcolate :

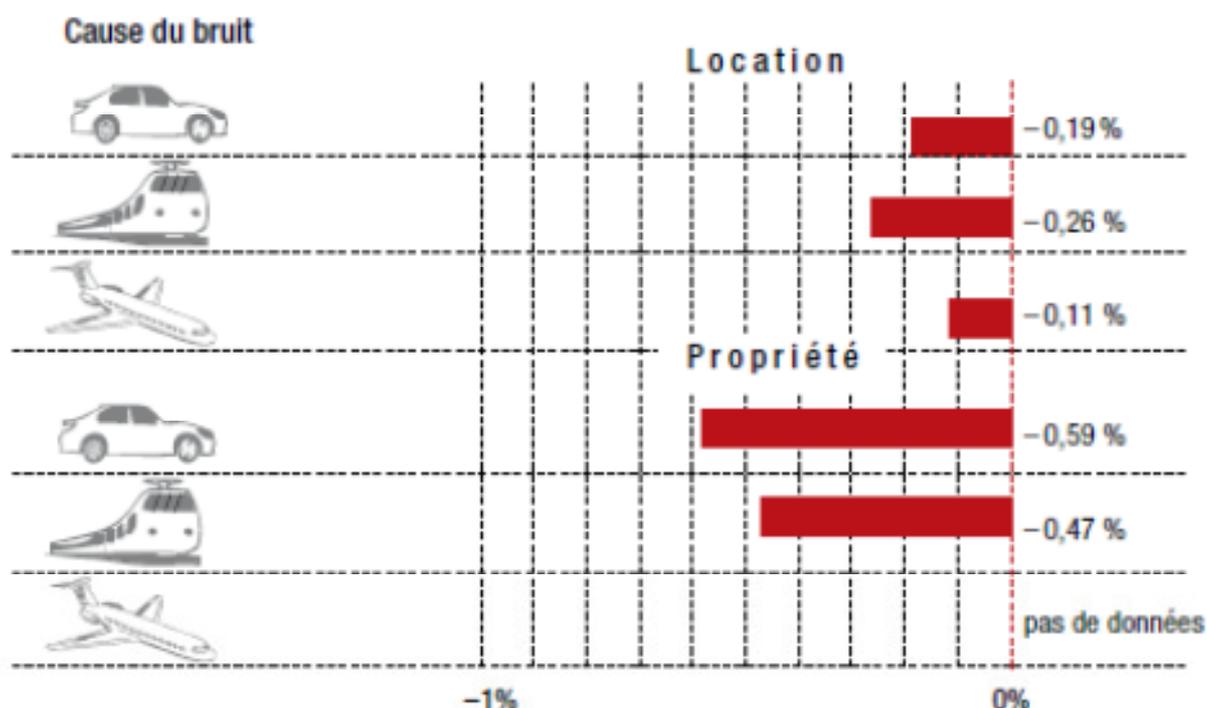
- spese per cure mediche (ricoveri in ospedale, visite mediche e medicinali)
- perdite a livello di produzione (perdita di posti di lavoro)
- costi per le nuove assunzioni in seguito alla morte di lavoratori
- costi immateriali (perdita di benessere; dolori e sofferenze nelle persone colpite, rilevati mediante il metodo della disponibilità a pagare della popolazione).

I costi esterni del rumore da traffico, derivanti dalla perdita di valore degli immobili, calcolata attraverso il metodo dei prezzi edonici, ammontano nel 2009 ad oltre 1200 milioni di franchi svizzeri, pari a circa lo 0,2% del PIL svizzero.

La tabella 5 mostra per il 2007 i dati percentuali relativi all'impatto del rumore sulla perdita di valore immobiliare, ottenuti sulla base di una collaborazione tra l'UFAM (Ufficio federale per l'ambiente) e la Banca cantonale di Zurigo, che ha sviluppato una metodica per valutare la perdita di valore degli immobili causata da un ambiente rumoroso.

L'impatto è più forte nel segmento di mercato della vendita rispetto a quelli degli affitti: ogni decibel stradale in più al di sopra della soglia di 40 dBA di notte e 50 dBA di giorno fa diminuire il prezzo dello 0,59% per le case di proprietà, mentre nel mercato degli affitti la diminuzione analoga si limita 0,19%. Il rumore del traffico ferroviario, curiosamente, pare avere un effetto relativo diverso: minore influenza sulla proprietà e maggiore impatto sul mercato degli affitti.

Tabella 5 - Perdita percentuale di valore immobiliare dovuta al rumore. 2007
 Per dBA supplementari oltre la soglia di 40 di notte e 50 di giorno
 Banca Cantonale di Zurigo.



6. Osservazioni conclusive

L'attuazione dei piani contenuti nella Direttiva Europea sul rumore ambientale richiede la formulazione di analisi costi- benefici che si avvalgano di valutazioni economiche relative alla riduzione del costo esterno rappresentato dall'inquinamento acustico.

La valutazione economica dei costi esterni dell'inquinamento acustico derivante dai mezzi di trasporto rappresenta anche un prerequisito per l'internalizzazione di tali costi, così da fornire agli utenti i giusti incentivi nel prendere le decisioni di trasporto ed evitare perdite di benessere sociale. Internalizzazione significa rendere questi effetti esterni parte del processo decisionale degli utenti così da portare ad un uso più efficiente delle infrastrutture e ridurre gli effetti collaterali negativi delle attività di trasporto. Gran parte dei progetti suggerisce che l'applicazione di strumenti ispirati al concetto economico di costo marginale sociale potrebbe migliorare l'efficienza. (Pawlowska B. et al. 2008).

La consapevolezza di una disponibilità a pagare positiva per la riduzione dell'inquinamento acustico, come evidenziato sia dalle ricerche basate sui prezzi edonici sia da quelle basate sulla valutazione contingente, dovrebbe essere colta anche come opportunità da parte degli operatori economici, così da orientare la scelta ed applicazione di tecnologie costruttive che, consentendo migliori livelli di comfort acustico ai clienti, consentano anche di spuntare prezzi più elevati per le abitazioni. In tal senso l'obbligo di certificazione acustica per le nuove costruzioni rappresenta un valido strumento che, lungi dal deprimere il mercato immobiliare, potrebbe, invece, essere un fattore nel promuovere un segmento di mercato per il quale esiste una positiva disponibilità a pagare.

Infine vale la pena di sottolineare che, nonostante il rumore legato ad attività ricreative ed intrattenimento, la cosiddetta movida, sia diventata un fenomeno consueto nelle città europee, nonché la principale causa per cui i cittadini si rivolgono di notte alla polizia municipale, tale fenomeno non è stato ancora studiato nelle sue implicazioni economiche ed ambientali.

Riferimenti bibliografici

- Amici della Terra. 2006. I costi sociali ambientali della mobilità in Italia. V Rapporto, <http://www.amicidellaterra.it/adt/images/stories/File/downloads/pdf/Studi/V%20Rapporto%20italiano.pdf>
- Andersson H., Jonsson L., Swärdh J., Ögren M. 2012. "Estimating non-marginal willingness to pay for railway noise abatement: Application of the twostep hedonic regression technique", *TSEWP*, 12-360.
- Andersson H. and Jonsson L. Ögren M, 2010, 45 "Property Prices and Exposure to Multiple Noise Sources: Hedonic Regression with Road and Railway Noise", *Environmental and Resource Economics*, 1, 73-89.
- ARE. Ufficio Federale dello Sviluppo Territoriale. Confederazione Elvetica. 2012. "Calcul des coûts externes des transports routier et ferroviaire en Suisse", 1-19. <http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00015/00514/index.html?lang=it>.
- ATI pricewaterhouse Coopers advisory - e.s.a. economia sviluppo ambiente. 2008. "Linee guida per la misura dei Costi Esterni nell'ambito del PON Trasporti 2000 – 2006", *Quaderni Del Pontrasporti*, 1-77.
- Atkinson G., and Mourato S. 2008. "Environmental Cost-Benefit Analysis", 33 *The Annual Review of Environment and Resources*, 317-344.
- Banfi S., Filippini M., Horehájová H. 2007. "Hedonic Price Functions for Zurich and Lugano with Special Focus on Electrosmog", 5 *CEPE Working Paper*, 1-17.
- Banfi S., Filippini M., Horehájová A. 2007. Using a choice experiment to estimate the benefits of a reduction of externalities in urban areas with special focus on electrosmog. *Applied Economics*, 387-397.
- Baranzini, A. and J. Ramirez. 2005. "Paying for quietness: the impact of noise on Geneva rents". 42(4) *Urban Studies*, 633–646.
- CE Delft. 2011. "External costs of transport in Europe", http://www.cedelft.eu/publicatie/external_costs_of_transport_in_europe/1258
- Cohen J., Coughlin C. 2008. "Spatial Hedonic Models of Airport Noise, Proximity, and Housing Prices". 48 *Journal Of Regional Science*, NO. 5, 859–878.
- Cotana F. e Marcucci E., 2000 "Evaluating external transport costs of noise in an Italian region: the case of Umbria", proceedings of *Urban Transport*, 327-338 .
- Court A., T. 1939. "Hedonic Price Indexes with Automotive examples", in **The Dynamics of Automobile Demand**. General Motors, New York.
- Danielis R. e Rotaris L. 2001. "Il costo dell'inquinamento atmosferico e del rumore in Italia, " in ANFIA-ACI "I costi e i benefici esterni del trasporto", 1-60.
- DATEC. 2005. "Costi esterni del rumore dovuti al traffico stradale e ferroviario in Svizzera". *Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni, Confederazione Svizzera*.
- Den Boer LC, Schrotten A. 2007 "A. Traffic noise reduction in Europe. Health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise". The

- Netherlands: CE Delft. Economics, Volume 44, Issue 3. UK: Taylor & Francis Group, 387-397.
- EEA. 2001. "Traffic noise exposure and annoyance", 1-7 <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/traffic-noise-exposure-and-annoyance/noise-term-2001>
- Gallo M. 2007. "I costi esterni della mobilità: tipologie metodi di stima", *Contributi*, <http://www.tema.unina.it>, 59-63.
- Griliches Z. 1971. "Hedonic Prices Revisited" in Griliches Z. ed. **Price Indexes and Quality Change**. Harvard University Press.
- Hartmann S. "Des coûts externes considerables". 2013 *Environnement Dossier Préservation du calme* <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/12512/index.html?>
- INFRAS, Herry Consulting. 2003. "External costs of transport in Central and Eastern Europe", for the OECD Environment Directorate, Working Party on National Environmental Policy, Working Group on Transport Zurich/ Wien.
- Lake I. R., Bateman I., Day B., Lovett A. 2000. "Assigning a monetary value to noise reduction benefits; an example from the UK", <http://www.iccr-international.org/trans-talk/docs/ws2-lake.pdf>, 1-16.
- Lancaster, K. 1971. **Consumer demand: A new approach**. New York: Columbia University Press.
- Mangili G., Pittaluga I., Schenone C. 2012. "Analisi E Controllo Del Rumore Ambientale Nell'area Del Centro Storico Di Genova", *5a Giornata di Studio sull'Acustica Ambientale – Arenzano*, 1-6.
- Masoero M., Papi D., Sergi S. e Silvi C. 1998. "Progetto I.S.A.I.A. Un'indagine Socio Economica Sul Rumore Della Tangenziale Torinese," *Rivista Italiana di Acustica*, 3-4/ 93-101.
- Navrud S. 2002. "The State of the Art on Economic Valuation of Noise," *Report prepared for the European Commission, DG Environment*, 1-38, available at <http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/020414noisereport.pdf>, 1-11.
- Navrud S. 2010. "Economic Valuation of Transportation Noise in Europe," 34 *Rivista Italiana Di Acustica* 3, 15-25.
- Nelson J., P. 2008. "Hedonic Property Value Studies of Transportation Noise: Aircraft and Road Traffic" in Baranzini A, et al. (eds) **Hedonic Methods in Housing Market Economics**, Springer.
- Pawlowska B. and Bak M. 2008, "Handbook on estimation of external costs in the transport sector", Delft, 1-311.
- Perman R., Ma Y., Mc Gilvray J., Common M. 2011. **Natural Resources and Environmental Economics**, 4rd edition, Harrow, UK, Longman.
- Rosen S. 1974. "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition".82 *Journal of Political Economy*, 34-55.
- Torfs R. 2003. "Kwantificering van gezondheidsrisico's aan de hand van DALYs en externe gezondheidskosten" (Quantification of health risks using DALYs and external health Costs), VITO.
- UFAM. 2011. "Indicatore Costi esterni del rumore per deprezzamento degli immobili", <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatore/08615/08690/index.html?lang=it>
- UFAM. 2011. "Indicatore Costi esterni del rumore per danni alla salute", <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatore/08615/11243/index.html?lang=it>.
- W.H.O. 2011. "Burden of disease from environmental noise".
- W.H.O. 2008, "Economic valuation of transport related health effects: Review of methods and development of practical approaches, with a special focus on children".