Rilevamento Acustico

Mappe dinamiche in tempo reale

DYNAMAP
DYNAMIC ACOUSTIC MAPPING

MONITORARE IN MODO DINAMICO ATTRAVERSO SENSORI A BASSO COSTO IL RUMORE STRADALE DELLE DUE PRINCIPALI METROPOLI ITALIANE, ROMA E MILANO, CHE DIVENTERANNO UN VERO E PROPRIO LABORATORIO A CIELO APERTO. È UNA DELLE ATTIVITÀ DEL PROGETTO COMUNITARIO DYNAMAP (LIFE+), A GUIDA ANAS, CHE SI PROPONE DI SVILUPPARE UN SISTEMA DI MAPPATURA DINAMICA IN GRADO DI RAPPRESENTARE IN REAL TIME L'IMPATTO ACUSTICO GENERATO DALLE INFRASTRUTTURE VIARIE.

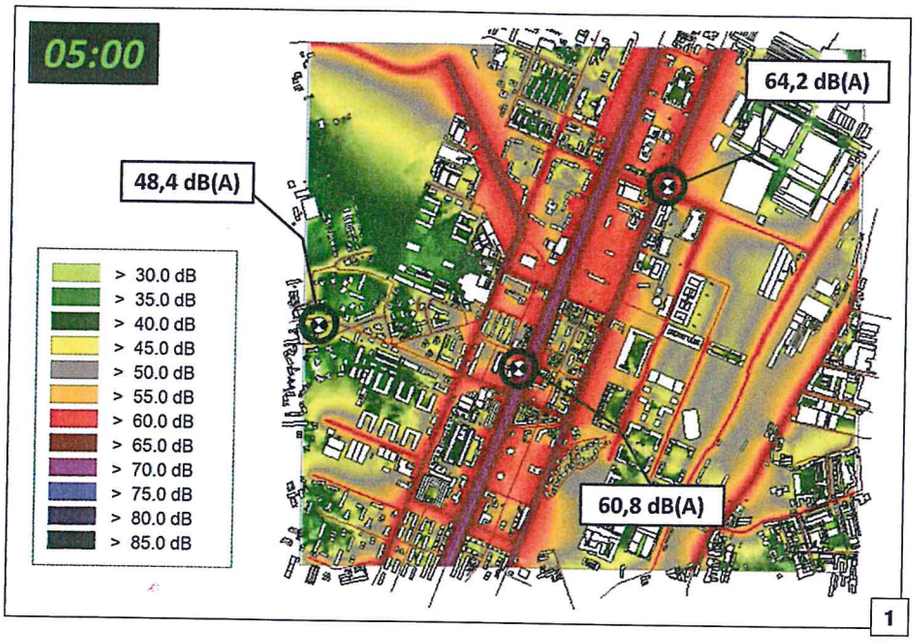
Patrizia Bellucci
Laura Peruzzi
Anas Spa
Centro Sperimentale Stradale

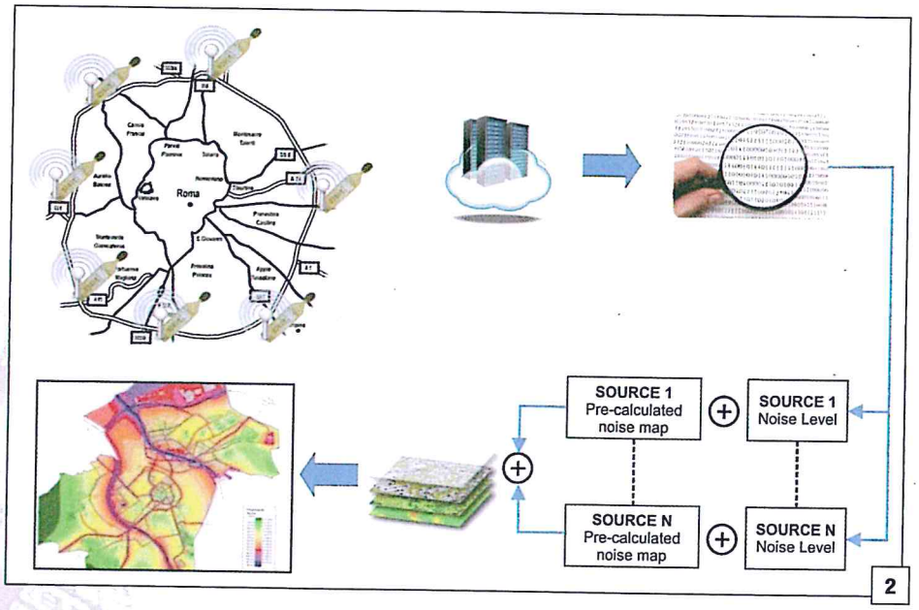
Paola Coppi
Simone Redaelli
AMAT Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio
Direzione Ambiente e Energia

Il rumore generato dalle infrastrutture stradali costituisce una delle principali fonti di disturbo, sia in ambito urbano che extraurbano, ed è causa di alcune patologie cardio-vascolari che affliggono la popolazione residente in prossimità delle aree impattate. Nel rapporto pubblicato dall'Agenzia Ambientale Europea (EEA) nel 2104, si stima che circa 125 milioni di persone in Europa siano esposte a livelli di rumore Lden (livello sonoro giornaliero) maggiori di 55 dB(A) e che di queste 37 milioni siano soggette a valori di Lden superiori a 67 dB(A). La strada è di fatto la più diffusa sorgente di rumore in Europa e quella che maggiormente impatta sulla popolazione. I dati citati sono il risultato delle valutazioni eseguite in occasione della mappatura acustica strategica effettuata nel 2012 in ottemperanza agli obblighi legislativi sanciti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE sul rumore ambientale (END), che impone agli Stati Membri di mappare in maniera sistematica e periodica (ogni cinque anni) il livello di esposizione al rumore lungo le principali infrastrutture di trasporto e negli agglomerati urbani, con l'obiettivo di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi causati dell'esposizione al rumore ambientale. La mappatura acustica richiesta dalla END consiste nella presentazione di dati, in forma grafica o numerica, relativi all'esposizione della popolazione, delle abitazioni e delle aree impattate a determinati intervalli di rumore. La direttiva END prevede inoltre che siano elaborate mappe semplificate e di facile lettura per informare il pubblico in merito allo stato di inquinamento acustico e agli interventi che le amministrazioni centrali e locali intendono perseguire per ridurne gli impatti. La preparazione e reiterazione periodica delle mappe, così come richiesto dalla END, comporta, tuttavia, la predisposizione di onerose campagne di rilievo per l'acquisizione dei dati occorrenti alla stima dei livelli sonori e degli impatti sulla popolazione, che gravano pesantemente sulle finanze delle amministrazioni responsabili. Sulla base di queste motivazioni è nata quindi l'esigenza di individuare delle soluzioni che consentano di contenere la spesa e l'impegno dedicato alle attività di monitoraggio e mappatura. Ed è proprio in questo contesto che si inserisce il progetto Dynamap con la proposta di sviluppare un sistema automatico di mappatura in tempo reale in grado di ridimensionare i costi e la complessità del processo di elaborazione delle mappe.

Il progetto Dynamap

Dynamap è un progetto LIFE+ della durata di cinque anni, che si propone di sviluppare un sistema di mappatura acustica dinamica in grado di rilevare e rappresentare in tempo reale l'impatto acustico generato dalle infrastrutture stradali. Il progetto si inserisce nell'ambito della Direttiva 2002/49/CE (END) del Parlamento Europeo relativa alla valutazione e gestione del rumore ambientale con l'obiettivo di rendere più snello e meno costoso l'aggiornamento delle mappe acustiche, facilitare la divulgazione dei risultati e semplificare la reiterazione delle attività di mappatura attraverso la predisposizione di un sistema di acquisizione ed elaborazione dati integrato. Il sistema prevede l'utilizzo di sensori a basso costo che misurano direttamente il livello di pressione sonora generato dalla sorgente in corrispondenza di punti significativi della rete stradale e di un software di gestione, elaborazione e rappresentazione dei dati acquisiti basato su una piattaforma general purpose





1. Mappa strategica tipo generata dal Sistema Dynamap

2. Rappresentazione schematica del Sistema Dynamap

di tipo GIS per l'aggiornamento delle mappe in tempo reale. L'aggiornamento in tempo reale delle mappe è conseguito andando a modulare in maniera scalare un set di mappe base pre-calcolate relative ad una particolare sorgente sonora presente nell'area da mappare e/o a differenti condizioni meteorologiche e di traffico. La selezione delle mappe acustiche di base e la successiva scalatura è eseguita in funzione delle informazioni raccolte dai sensori installati. Le mappe base di ciascuna sorgente, opportunamente scalate, sono successivamente sommate per formare la mappa acustica globale (fig. 1). L'utilizzo di mappe pre-calcolate e le semplici operazioni di scalatura e somma consentono di eseguire l'aggiornamento delle mappe in tempi rapidi, senza ricorrere a sofisticati e costosi ambienti di calcolo.

Per l'esecuzione di tali operazioni il sistema prevede lo sviluppo di dispositivi in grado di raccogliere e trasmettere i dati e di una semplice applicazione GIS, indipendente ed a ridotto carico di calcolo, per l'elaborazione delle mappe. Questa particolare caratteristica e la possibilità di disporre di stazioni di monitoraggio del rumore a basso costo rendono il sistema proposto uno strumento di mappatura del rumore potenzialmente molto efficiente e virtualmente in grado di interfacciarsi con qualsiasi software di modellazione del rumore esistente o futuro. Il sistema Dynamap contempla anche l'implementazione di alcune funzionalità uniche, come l'eliminazione delle interferenze prodotte da eventi anomali (sorvolo di aerei, passaggio di ambulanze a sirene spiegate, ecc.) e la possibilità di aggiornare il sistema con sensori dedicati al monitoraggio di altri indicatori (qualità dell'aria, condizioni meteorologiche, traffico, ecc.), per fornire una valutazione ambientale integrata delle aree impattate. La fig. 2 mostra una schematica rappresentazione del sistema Dynamap.

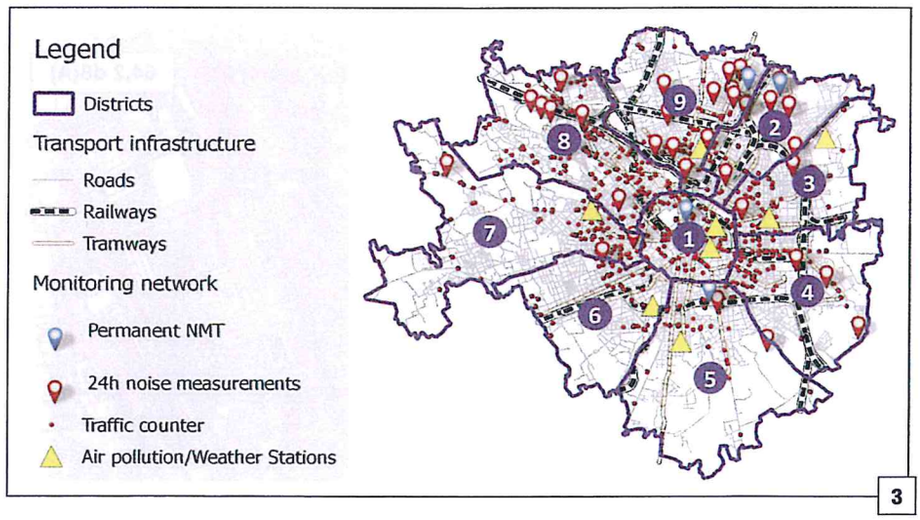
Implementazione e sperimentazione in aree pilota

Per dimostrare la fattibilità delle mappe dinamiche in tempo reale, il progetto prevede di realizzare due impianti dimostrativi in alcune aree pilota situate nelle città di Roma e Milano, rappresentative dei principali scenari di traffico urbani ed extraurbani. In particolare, la prima area pilota sarà realizzata in una porzione significativa della città di Milano, caratterizzata da differenti scenari acustici e di traffico, propri della rumorosità dell'intero agglomerato. Per contenere il numero di stazioni di monitoraggio, il progetto contempla la selezione di alcune strade tipo, appartenenti a raggruppamenti omogenei individuati mediante un processo di classificazione basato su criteri acustici, in corrispondenza delle quali eseguire il rilievo continuo dei livelli sonori. Si prevede di installare un totale di 24 stazioni di monitoraggio distribuite su un numero selezionato di strade afferenti ai diversi raggruppamenti. I livelli sonori di riferimento misurati in tali postazioni saranno poi estesi, tramite opportune correlazioni, anche alle strade non monitorate del medesimo raggruppamento. Per perfezionare ed ottimizzare le mappe di rumore con informazioni reali sul traffico, i dati raccolti dalle centraline di monitoraggio disponibili nell'area pilota saranno integrati nel sistema di mappatura acustica dinamica. La seconda area pilota sarà situata lungo il Grande Raccordo Anulare (GRA - Autostrada A90) della città di Roma. In questo caso si prevede di installare 25 stazioni di monitoraggio, distribuite lungo l'anello stradale in punti significativi e rappresentativi di diversi scenari acustici. Queste stazioni monitoreranno l'infrastruttura 24 ore su 24 alimentando direttamente il sistema di mappatura dinamica con i dati rilevati in tempo reale. Circa un quarto dell'autostrada A90, per una lunghezza totale di 25 km, sarà equipaggiato con le stazioni di monitoraggio Dynamap.

L'area pilota di Milano

L'individuazione dell'area pilota di Milano è stata condotta utilizzando una procedura appositamente sviluppata per il progetto Dynamap in ambiente GIS, basata su una serie di dati ritenuti utili al progetto, disponibili presso le banche dati dell' Amministrazione Comunale. La procedura è stata applicata

a nove aree territoriali, corrispondenti alle zone di decentramento del Comune di Milano (vedi fig. 3).
L'output finale della procedura è una graduatoria che mostra il punteggio associato a ciascuna area in funzione di alcuni attributi opportunamente pesati. Tali attributi includono alcune caratteristiche legate al territorio, alla mobilità, alla disponibilità di sistemi di monitoraggio del rumore, della qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche, al grado di inquinamento acustico dell'area, alla presenza di sorgenti di rumore concorsuali e all'accesso ai canali di comunicazione.
La fig. 4 mostra la graduatoria che è seguita all'applicazione della procedura, dalla quale si evince che le zone di decentramento 8 e 9 sono quelle che maggiormente soddisfano i criteri di selezione. La scelta tra le due aree è stata, infine, indirizzata verso la zona 9, che dispone anche di un archivio consistente di misurazioni giornaliere di rumore e di una stazione permanente di monitoraggio acustico. La zona di decentramento 9 è situata nella porzione nord di Milano ed ha una popolazione di circa 180.000 abitanti. In questa area sono presenti numerose strade principali utilizzate dai pendolari della popolosa periferia nord, il complesso ospedaliero "Niguarda" e il quartiere universitario "Milano-Bicocca". La mappa acustica strategica predisposta per il secondo ciclo della END mostra che circa 40.000 abitanti sono esposti a livelli di L_{den} superiori a 70 dB(A).

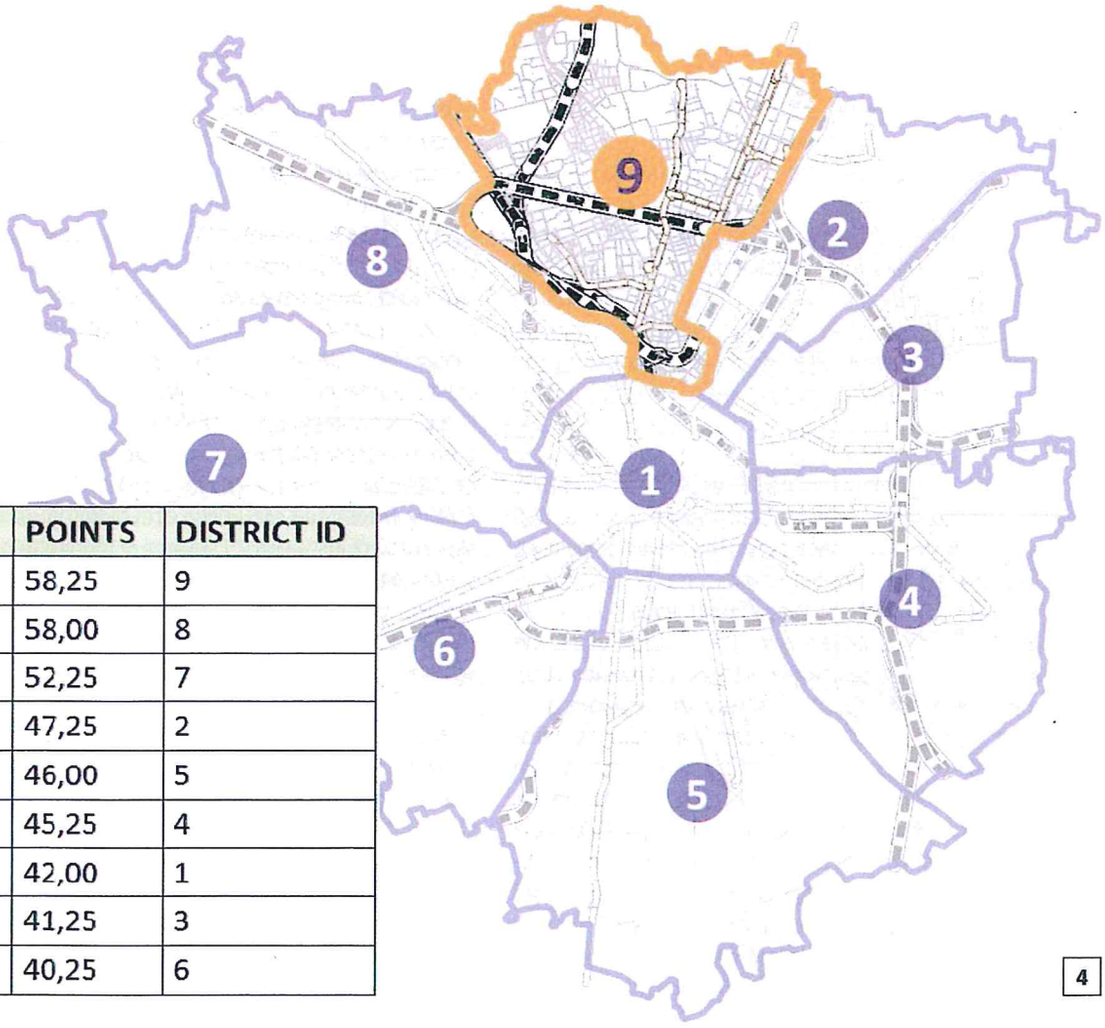


3

3. Attributi utilizzati per la classificazione delle nove zone di decentramento

L'area pilota di Roma

L'area pilota di Roma è situata lungo il Grande Raccordo Anulare (GRA - Autostrada A90), un'autostrada a sei corsie, lunga 68 km, costeggiata da aree suburbane esposte a livelli critici di rumore. La rumorosità caratteristica delle diverse aree dipende dal numero di sorgenti sonore presenti (ferrovie e strade) e dal contributo che ciascuna di esse fornisce al livello sonoro complessivo. Poiché la Direttiva Europea sul Rumore Am-



4

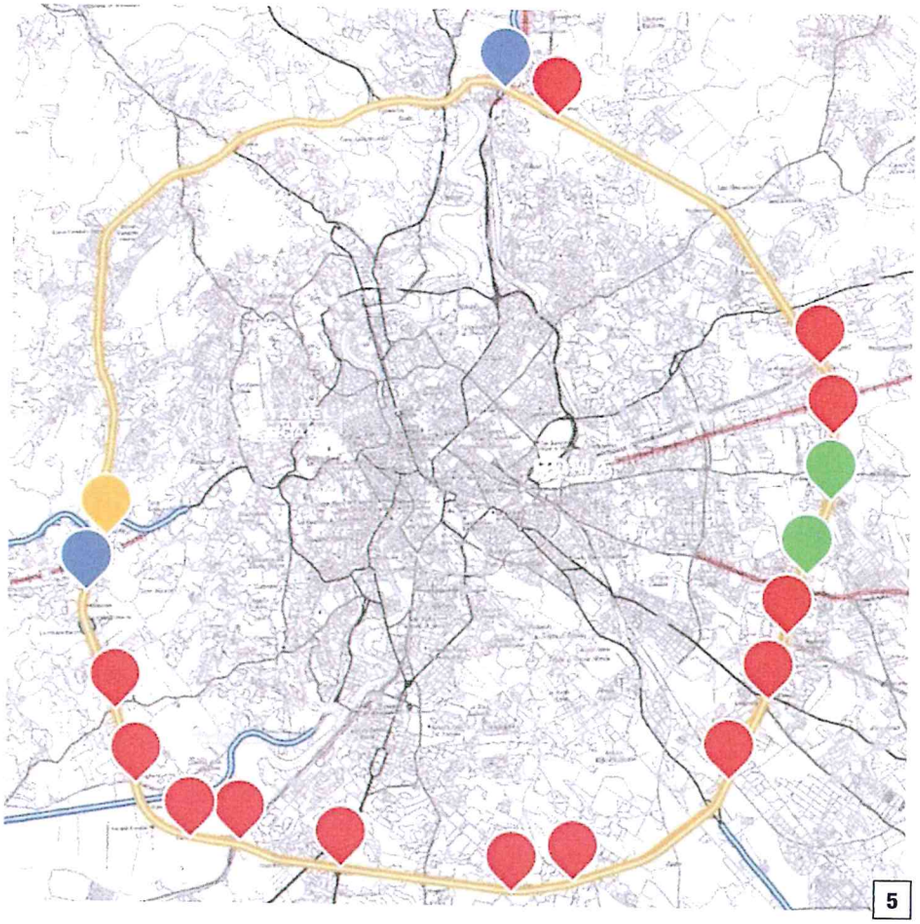
4. Area pilota di Milano

RANK	POINTS	DISTRICT ID
1	58,25	9
2	58,00	8
3	52,25	7
4	47,25	2
5	46,00	5
6	45,25	4
7	42,00	1
8	41,25	3
9	40,25	6

bientale prevede che ciascuna sorgente sonora sia mappata singolarmente, la determinazione dei livelli sonori immessi in ambiente presuppone l'eliminazione o quantomeno una drastica riduzione del contributo delle sorgenti concorsuali. Per ottemperare a tale specifica, occorre pertanto individuare dei siti idonei al monitoraggio continuo delle emissioni sonore, in cui l'apporto delle sorgenti concorsuali sia trascurabile, o dotare il sistema di un algoritmo di analisi in grado di provvedere all'eliminazione dei contributi sonori dovuti a sorgenti esogene o ad eventi spuri. Per verificare la fattibilità dell'approccio, inclusa l'eliminazione del contributo delle sorgenti concorsuali e degli eventi anomali estemporanei, la selezione dei siti pilota è stata incentrata su alcune situazioni ambientali, rappresentative dei principali scenari suburbani:

A. Strada singola, in assenza di sorgenti concorsuali;
B. Strade parallele o incroci;
C. Ferrovie parallele o in attraversamento alla strada principale;
D. Scenari complessi che includono connessioni multiple.

L'area pilota di Roma sarà perciò composta da diversi siti di prova distribuiti lungo il GRA. Il numero finale dei siti sarà definito sulla base della quantità di sensori necessari per calibrare ed aggiornare le mappe. Si prevede di installare un minimo di 25 sensori. Per la selezione dei siti di prova è stato predisposto un applicativo in ambiente GIS in grado di raccogliere ed elaborare in maniera automatica le informazioni relative alle 67 aree critiche identificate dal Piano di Azione Anas, durante il primo ed il secondo ciclo della END. L'applicativo ha fornito in uscita quattro graduatorie, una per ogni scenario, basate sui punteggi attribuiti ad una serie di informazioni, che includono anche l'indice di priorità associato alle singole aree critiche, assegnato in funzione del livello di rumore stimato e della popolazione esposta. In particolare, per quanto riguarda lo scenario A, l'applicativo ha prodotto una lista di 12 aree, ordinate in maniera decrescente in funzione dell'indice di priorità associato, che includono la sola sorgente primaria (GRA). Relativamente allo scenario B, la lista generata dall'applicativo ha individuato un'unica area che comprende strade di competenza Anas parallele o in attraversamento al GRA, mentre per gli scenari C e D è stato possibile individuare due siti con la contemporanea presenza di sorgenti ferroviarie e connessioni multiple. In fig. 5 è illustrata la posizione dei siti di prova generata dall'applicazione della procedura GIS.



5. Area pilota di Roma. Con diverso codice colore sono individuati i siti di prova appartenenti ai quattro scenari: rosso (scenario A); giallo (scenario B); verde (scenario C) e blu (scenario D)

Considerazioni conclusive e risultati attesi

Il principale obiettivo del progetto Dynamap e, conseguentemente il principale risultato atteso, è quello di dimostrare che è possibile realizzare un sistema di mappatura acustica completamente automatizzato e a basso costo, in grado di fornire in tempo reale una rappresentazione accurata ed affidabile dell'impatto prodotto dalle infrastrutture stradali. Si stima che il raggiungimento di questo obiettivo consentirà alle amministrazioni responsabili delle attività di mappatura acustica delle principali infrastrutture di trasporto e degli agglomerati urbani di contenere tempi e costi di aggiornamento delle mappe. In particolare, come conseguenza del processo di automazione, si potrà assistere ad una drastica riduzione dei siti da mappare con modalità tradizionali e quindi dei costi connessi con le attività di raccolta dei dati occorrenti per l'elaborazione delle mappe. La possibilità di mappare in tempo reale le aree impattate consentirà, inoltre, di dare rapida risposta alle richieste di mitigazione del rumore e una più completa ed affidabile informazione sugli effetti ambientali generati nel suo complesso dall'infrastruttura.

Un altro aspetto che rende il sistema Dynamap di particolare pregio è la possibilità di utilizzare le informazioni da esso raccolte per intervenire attivamente sul territorio. Il monitoraggio in tempo reale dei livelli di rumore può essere, infatti, efficacemente utilizzato per generare segnali di allarme e pilotare sistemi di controllo e gestione del traffico (ITS) per ridurre la velocità, limitare il transito dei veicoli pesanti in particolari fasce orarie, ecc. Se si considera, pertanto, che gli interventi sul traffico consentono in generale di ottenere attenuazioni dell'ordine di 2-3 dB e che il 75% delle aree critiche individuate da Anas è caratterizzato da superamenti dei limiti di rumore inferiori a 3 dB, si comprende come l'implementazione di questo sistema possa essere efficacemente utilizzato anche per contenere le immissioni in ambiente. In questi termini si accresce, pertanto, il valore aggiunto della soluzione proposta, che da semplice applicazione per il monitoraggio e la mappatura del rumore, si qualifica anche come futuro strumento operativo di mitigazione sonora.

Questa progetto è stato cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE 2013.