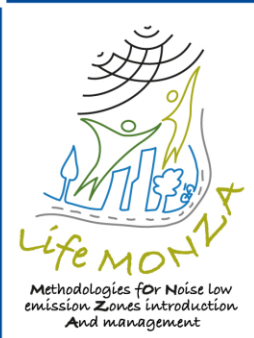




REPORT

Prototype realization and installation

ACTION B3





LIFE15 ENV/IT/000586

LIFE MONZA

**Methodologies fOr Noise low emission Zones introduction
And management**

Technical Report

Deliverable	Prototype realization and installation
Action/Sub-action	B3 - Prototype of monitoring system for Noise LEZ design - data analysis techniques definition
Authors	Monica Carfagni, Lapo Governi, Chiara Bartalucci, Francesco Borchì, Rocco Furferi, Yary Volpe
Status - date	Interim Version- 30-06-2017
Beneficiary:	UNIFI – University of Florence - Department of Industrial Engineering of Florence
Contact person:	Monica Carfagni
E-mail:	monica.carfagni@unifi.it
Project Website:	www.lifemonza.eu

Sommario

- 1. Introduzione e obiettivi..... 1**
- 2. Descrizione della rete di sensori a basso costo per il rumore 3**
- 3. Scaricamento dati e procedure di post-processing 6**

1. Introduzione e obiettivi

AZIONE B.3: Prototipo del sistema di monitoraggio per la progettazione della noise LEZ - definizione delle tecniche di analisi dei dati - UNIFI

Data di inizio prevista: 1° ottobre 2016 Data di inizio effettiva: 1° settembre 2016
Data di scadenza prevista: 30 giugno 2017 Data di scadenza effettiva: 30 giugno 2017
Stato: Completato
Partner Responsabile: UNIFI
WP Leader dell'azione B.3: Lapo Governi

B3.1 Sistema smart di monitoraggio del rumore in continuo: prototipo per la progettazione della Noise LEZ – definizione delle tecniche di analisi dei dati – UNIFI

UNIFI ha iniziato a lavorare al progetto del prototipo e quindi alle specifiche del sistema di monitoraggio del rumore a basso costo da settembre 2016. Come accennato anche durante la riunione di kick-off, è stato necessario anticipare questa attività di studio e di analisi anche prima del completamento dell'analisi sullo stato dell'arte in carico al Coordinatore del Progetto (Azione A1.2), al fine di accelerare le procedure di acquisizione dei componenti e quindi l'installazione del sistema prototipale nei tempi previsti dal progetto.

All'inizio di ottobre 2016 è stata inoltre effettuata un'indagine in corrispondenza dell'area pilota per la futura installazione del sistema prototipale, in modo da comprendere la possibile localizzazione dei sensori e le possibilità di alimentazione. La bozza delle specifiche del sistema è stata trasmessa da UNIFI al Coordinatore del progetto nella seconda metà di ottobre 2016 per consentire un'adeguata revisione e condivisione. Entro la metà di dicembre 2016 è stata completata la fase di analisi da parte del coordinatore (Azione A1.2) e successivamente, entro gennaio 2017, è stata effettuata una condivisione finale delle specifiche del sistema di monitoraggio, al fine di acquisire i componenti hardware e software.

La procedura definisce le specifiche tecniche e una prima procedura di controllo (della durata di 2 mesi) da effettuarsi sulla prima unità di controllo fornita. Nei mesi di gennaio/ febbraio 2017 è stato approfondito il progetto della rete di sensori, la metodologia e la strumentazione da utilizzare per il controllo delle unità. Inoltre, il 22 febbraio è stata effettuata a Monza una specifica indagine per la definizione delle posizioni dei sensori. Le stazioni inizialmente proposte sono state riviste: per 4-5 posizioni è stata individuata una stazione con possibile alimentazione elettrica in corrispondenza di strutture pubbliche (scuole, centro civico) che consentirà la possibilità di un monitoraggio continuo; per le altre posizioni, a bordo strada su un palo della luce, è stata individuata la stazione in riferimento alla possibilità di illuminazione naturale per il funzionamento con pannello solare. Per alcuni ritardi nella procedura di approvazione formale e nell'invio dell'ordine di acquisto da parte di UNIFI, la consegna della prima centralina è avvenuta a marzo 2017. Nello stesso mese sono state valutate le tecnologie di trasferimento dati dalla rete al server ed è stata definita la piattaforma web per la raccolta dei dati acquisiti dalle centraline.

Sono stati inoltre definiti i protocolli di verifica preliminare per il collaudo della prima unità di controllo e quelli da effettuare periodicamente durante il monitoraggio ante e post esercizio. La prima unità di controllo è stata installata sul tetto del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino (Università di Firenze) dove sono stati effettuati i test preliminari per un periodo di due mesi. Una volta completate con successo le verifiche, UNIFI ha autorizzato la società fornitrice dei dispositivi alla fornitura delle 10 unità di controllo. Il 13 aprile è stato effettuato un ulteriore sopralluogo con i partner MONZA e VIENROSE per l'installazione della rete di sensori nell'area pilota. Il 15 e 16 maggio sono stati effettuati ulteriori sopralluoghi con i partner MONZA e VIENROSE per

l'installazione della rete di sensori nell'area pilota. In particolare, sono stati effettuati tutti i rilievi nelle stazioni fisse collegate alla rete elettrica e sono stati definiti i lavori e le procedure che il partner MONZA dovrà eseguire per la realizzazione dei collegamenti elettrici. Il 16 maggio sono state analizzate nel dettaglio le stazioni di misura su palo con i partner MONZA, VIENROSE, ISPRA e con la presenza di ARPA Lombardia, che collabora al monitoraggio della qualità dell'aria. Il 23 maggio sono state acquisite le SIM (acquistate dal partner MONZA). All'inizio di giugno sono stati risolti alcuni problemi tecnici (esempio di malfunzionamento di una SIM). Inoltre, insieme al partner VIENROSE, sono stati discussi e definiti i parametri acustici da acquisire attraverso le unità di controllo e le procedure di monitoraggio periodico della rete di monitoraggio. Infine, insieme al partner MONZA, sono state completate le procedure organizzative per l'installazione delle unità di controllo fisse e mobili. In particolare, per quanto riguarda le centrali fisse, il partner MONZA si è occupato di predisporre la linea di collegamento elettrico dei dispositivi, mentre per le centrali su palo della luce, dato che un solo palo di quelli individuati è di proprietà del Comune mentre gli altri quattro sono di proprietà di ENEL SOLE, è stata richiesta ed ottenuta l'autorizzazione all'installazione da parte di ENEL SOLE. Le 10 centraline sono state poi installate nei giorni 19-20 giugno 2017 con la collaborazione sia del partner MONZA che della società Blue Wave che ha fornito i dispositivi. Dal 20 giugno 2017 le centraline sono costantemente monitorate. Il 27-28 giugno, una settimana dopo l'installazione, è stato effettuato un primo controllo in situ di tutte le unità di controllo installate.

B3.2 Sistema smart di monitoraggio in continuo: input sul sistema di monitoraggio del rumore-ISPRA

ISPRA ha collaborato con UNIFI nella fase iniziale della progettazione del sistema di monitoraggio del rumore ed in particolare nell'analisi dello stato dell'arte dei sistemi smart di monitoraggio del rumore e a basso costo (azione preliminare A1.2).

ISPRA ha inviato ad UNIFI una lettera formale in cui i requisiti del sistema definito da UNIFI, condivisi anche nella riunione tenutasi a MONZA il 15 dicembre 2016, sono stati considerati congrui e coerenti con quanto analizzato in letteratura durante lo sviluppo dell'Azione A1.2.

B3.3 Sistema smart di monitoraggio in continuo: input sull'analisi e gestione dei dati di rumore - VIENROSE

VIENROSE ha collaborato attivamente alla discussione e alla definizione dei parametri acustici da acquisire attraverso le unità di controllo, nonché alla definizione e al coordinamento delle procedure di monitoraggio della rete di sensori. In particolare, VIENROSE ha partecipato a ispezioni congiunte per la definizione delle stazioni di misura e delle procedure operative per il monitoraggio periodico del funzionamento della rete di sensori.

2. Descrizione della rete di sensori a basso costo per il rumore

L'area pilota selezionata dal progetto e da monitorare è costituita da un quartiere della città di Monza (Figura 1).



Figura 1. Perimetro dell'area pilota (Quartiere "Libertà" – Monza).

Nell'area pilota selezionata sono presenti una strada principale (via Libertà) e altre strade caratterizzate da un traffico medio-basso. I livelli di inquinamento acustico mediamente significativi colpiscono un gran numero di cittadini, tanto che il quartiere Libertà è stato identificato come un hot-spot nel Piano d'Azione della città di Monza. La mappa strategica del rumore della città di Monza, datata 2012, evidenzia che in un raggio di 30 m dal Viale Libertà quasi il 100% dei ricettori è esposto a livelli superiori a 65 dB(A) durante il giorno e 55 dB(A) durante la notte.

Il sistema smart di monitoraggio del rumore (SSMR) ha lo scopo di coprire adeguatamente l'area pilota e le diverse tipologie di strade. In secondo luogo, la possibilità di avere un collegamento alla rete di energia elettrica (evitando l'uso di un pannello solare) è considerata un valore aggiunto per la selezione delle posizioni di misura.

Da un punto di vista pratico, nell'area pilota del quartiere Libertà sono state installate 10 stazioni di monitoraggio, come illustrato nella Figura 2. In particolare, 2 microfoni sono stati posizionati lungo il viale Libertà, la via principale dove si prevede che il mix di flussi di traffico cambierà principalmente dallo scenario ante allo scenario post-operam. Gli altri microfoni sono stati distribuiti in modo uniforme lungo altre strade appartenenti all'area pilota.

Le 10 unità di controllo sono state poi installate il 19-20 giugno 2017 e dal 20 giugno 2017 monitorano in continuo i livelli di rumore presenti. Da notare che gli impianti a cui è stata attribuita la sigla "hc" sono stati installati sulla facciata di edifici pubblici come le scuole e il centro civico

(un esempio è mostrato in Figura 3), mentre quelli il cui nome inizia con la lettera "T" sono stati installati su pali della luce (un esempio è mostrato in Figura 4).



Figura 2. Mappa del sito con identificazione delle stazioni di monitoraggio del rumore.



Figura 3. Esempio di SSMR installato sulla facciata di un edificio pubblico.



Figura 4. Esempio di SSMR installato su palo della luce.

Le specifiche tecniche del SSMRR sono state definite tenendo presente l'obiettivo di un monitoraggio a lungo termine dei parametri acustici. Questi dovrebbero essere utili per comprendere la variabilità del clima acustico nell'area pilota, con riferimento principalmente al livello di pressione sonora equivalente continua ponderata A.

In base ai precedenti requisiti generali e ai risultati dell'analisi dello stato dell'arte, sono state definite le seguenti specifiche principali delle unità di monitoraggio:

- parametri acustici: livello di pressione sonora equivalente continuo ponderato A complessivo, "LAeq" e livello di pressione sonora equivalente continuo, "Leq", come dati dello spettro di 1/3 di banda di ottava;
- tempi di registrazione dei dati: i dati saranno acquisiti con una base temporale di 1 secondo per consentire il riconoscimento di eventi insoliti in fase di eventuale analisi;
- temporizzazione per la trasmissione dei dati: i dati saranno inviati al server remoto ogni ora;
- rete di trasmissione dati: i dati saranno trasmessi attraverso la rete telefonica cellulare 3G;
- alimentazione: piccolo pannello solare (30cm x 20cm) e batteria per l'accumulo di energia o per il collegamento diretto alla rete elettrica;
- posizione dei sensori: su palo o sulla facciata, altezza 4 m dal livello del suolo;
- tipo di sensore: microfono a basso costo da ¼ o ½ pollice con protezione antipioggia rimovibile;
- rumore di fondo < 35 dB(A);
- risposta in frequenza a frequenze nominali di 1/3 di ottava da 31,5 Hz a 8 kHz entro le specifiche di classe I \pm 1dB.

Partendo dalle specifiche sopra elencate, l'architettura del sistema di monitoraggio si è basata principalmente sulle unità di monitoraggio progettate nel progetto LIFE DYNAMAP (queste unità sono conformi a tutte le specifiche), adattando la trasmissione, la memorizzazione e la post-analisi dei dati alle esigenze del progetto LIFE MONZA.

Per quanto riguarda i componenti hardware, ogni unità di monitoraggio è stata progettata per ottenere un'alta efficienza energetica e un basso carico di calcolo. In particolare, ha un assorbimento elettrico medio variabile tra 200 mW e 400 mW, in funzione della potenza di trasmissione uplink in funzione della distanza dalla più vicina stazione radio base della rete

cellulare e del tipo di protocollo di trasmissione utilizzato (2G, 3G). Possono quindi essere alimentati tramite pannelli solari (dimensioni 30cm x 35cm) e tramite una batteria di alimentazione integrata, con la possibilità di essere collegati direttamente alla rete elettrica.

Sono stati utilizzati due tipi di microfoni:

- Per i sensori posti su pali che utilizzano energia da pannelli solari: per ottenere queste elevate prestazioni di efficienza energetica sono stati utilizzati microfoni digitali MEMS che non richiedono l'uso di un ADC esterno. I microfoni MEMS sono stati adattati su un supporto cilindrico in plastica da ½ pollice per consentire l'inserimento di un calibratore acustico standard.

- Per i sensori posizionati su facciate che utilizzano la connessione di alimentazione, sono stati utilizzati microfoni ad elettrete. Per ragioni di schermatura per la compatibilità elettromagnetica sono stati adattati su un supporto cilindrico in plastica da ¼ di pollice per consentire l'inserimento di un calibratore acustico standard.

Queste unità sono inoltre dotate di un microcontrollore a bassa potenza in grado di eseguire, mediante filtraggio digitale IIR, il calcolo del livello di pressione sonora equivalente continua ponderata A, "LAeq", e, mediante FFT, del livello di pressione sonora equivalente continua a 1/3 di ottava di banda continua, "Leq".

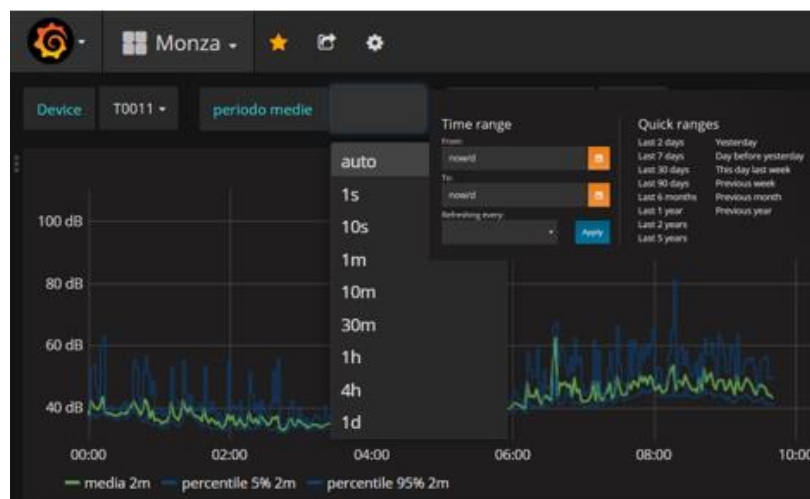
Nello scenario di utilizzo previsto per l'area pilota, le unità si collegheranno periodicamente (ogni ora) ad internet e trasferiranno i dati acustici raccolti, insieme alle statistiche sul livello della batteria e sulla qualità del segnale di trasmissione. I dati popoleranno un database dedicato, ottimizzato per la gestione di grandi quantità di dati. È stata inoltre prevista la realizzazione di un'applicazione web che consente la visualizzazione della posizione delle unità di controllo su una mappa navigabile, la rappresentazione dei dati e il loro download.

3. Scaricamento dati e procedure di post-processing

A partire da marzo 2017 sono state valutate le tecnologie di trasferimento dei dati dalla rete al server ed è stata definita la piattaforma web per la raccolta dei dati acquisiti dalle unità di controllo.

A partire da marzo 2017 sono state definite le tecnologie di trasferimento dati dalla rete al server ed è stata definita una piattaforma web temporanea per la raccolta dei dati acquisiti dalle unità di controllo.

Dalla piattaforma l'utente può scaricare i dati raccolti da ogni sensore espressi con il parametro LAeq, definito anche in termini di bande di frequenza in 1/3 di ottava e in un intervallo di tempo selezionabile.



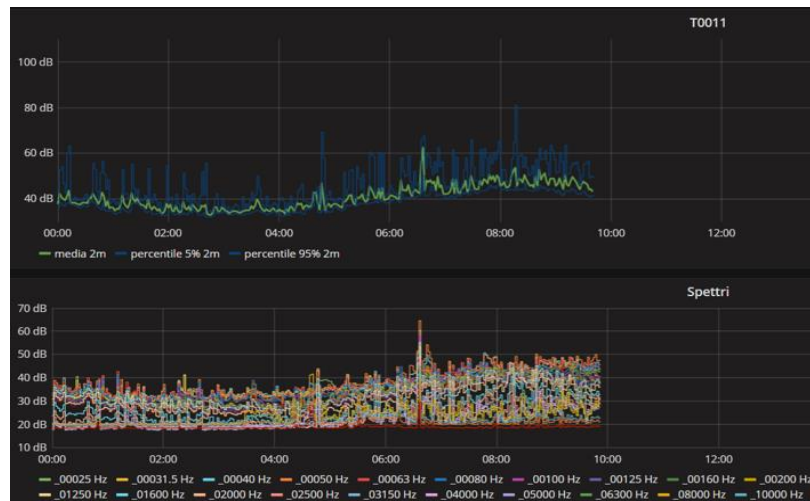


Figura 5. Interfaccia web con possibilità di selezione degli intervalli temporali per la visualizzazione e/o lo scaricamento dati.

Una volta scaricati i dati dei dieci sensori, essi saranno post-processati utilizzando il software Matlab, secondo i parametri e le procedure di verifica definite nelle seguenti azioni di monitoraggio.