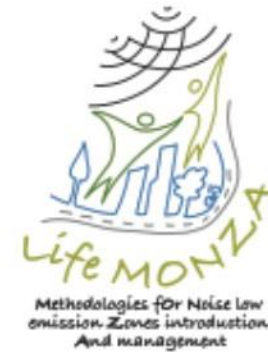




With the contribution of
the LIFE programme of the European Union



LIFE MONZA

Methodologies for Noise Low Emission Zones introduction and management

ATTIVITA' DI MONITORAGGIO DEL RUMORE E DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Francesco Borchì (Dipartimento di Ingegneria Industriale – Università di Firenze)

GIORNATA DI STUDIO

NOISE AND THE CITY

L'ANIMA SONORA DELLE CITTÀ

Limitazione del Disturbo – Progettazione del Risanamento

Firenze 11 aprile 2018

Palazzo Vecchio - Salone dei Cinquecento

Partner:



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**COMUNE DI
MONZA**



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE**



Vie en.ro.se.
Ingegneria

Area Pilota del progetto - Monitoraggi

Monitoraggi delle componenti ambientali nell'area pilota

- ☐ Monitoraggio dell' inquinamento acustico – con strumentazione tradizionale e mediante una rete di sensori a basso costo
- ☐ Monitoraggio della qualità dell' aria – mediante laboratorio mobile e campionatori passivi

Area Pilota del progetto - Attività di analisi e monitoraggio

Obiettivo: ridurre i livelli medi di rumore nell'area pilota del quartiere Libertà, con effetti complementari positivi anche sulla qualità dell'aria e benefici sulle condizioni di benessere degli abitanti.

Monitoraggio
dell'inquinamento
acustico

- Metodo e strumentazione tradizionale
- Prototipo sensori low-cost

Monitoraggio della
qualità dell'aria

- Requisiti Direttiva Europea
- Campionamento passivo

Monitoraggio della qualità dell'aria

Monitoraggio Qualità dell'aria

- Metodi e requisiti introdotti dalla Direttiva Europea
- Campionamento passivo

L'obiettivo del monitoraggio della qualità dell'aria all'interno dell'area pilota è valutare se l'introduzione della Noise LEZ contribuisce, come effetto ausiliario, a ridurre i livelli di inquinamento atmosferico.

- Sarà studiata la variabilità temporale delle concentrazioni di inquinanti gassosi e particolato prima e dopo l'implementazione della Noise LEZ.
- Sarà stimata la variabilità spaziale delle concentrazioni di NO₂ e benzene utilizzando le determinazioni effettuate prima e dopo l'implementazione della Noise LEZ in 25 punti in un dominio di 4 km², utilizzando la tecnica del campionamento passivo.

Monitoraggio della qualità dell'aria

Studio della variabilità temporale di inquinanti gassosi e particolato nell'area dello studio

Campagne, prima e dopo l'istituzione della LEZ, con un mezzo mobile a cura di ARPA LOMBARDIA in viale della Libertà

– 8 settimane nel corso dell'anno;

- ex ante: **maggio 2017 - febbraio 2018**
- ex post: **2019-2020**

– Inquinanti determinati:

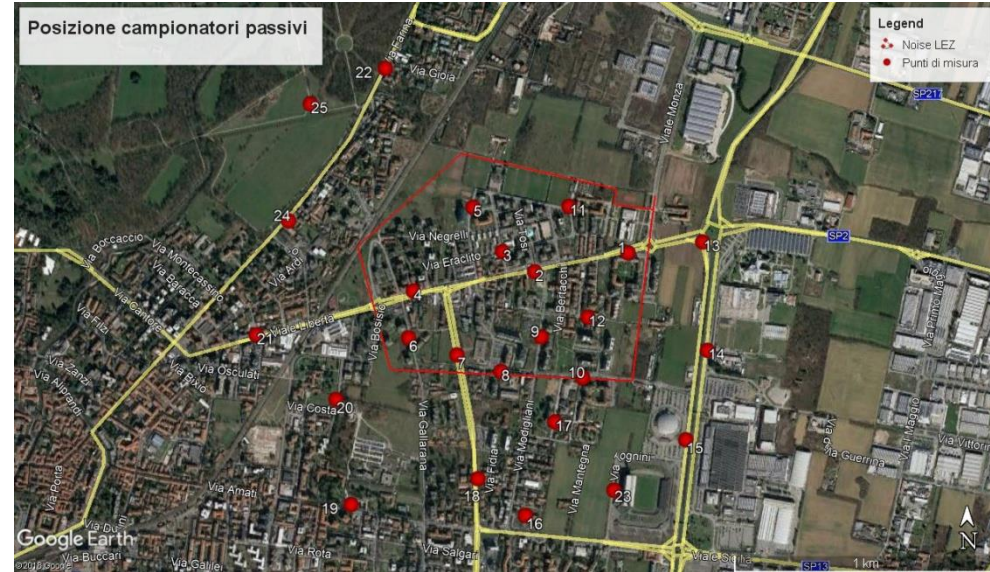
- **biossido di zolfo (SO₂); monossido di carbonio (CO); ossidi di azoto (NO_x); biossido di azoto (NO₂); risoluzione temporale oraria**
- **materiale particolato, concentrazione di massa PM₁₀ e PM_{2.5}; componente carboniosa del PM₁₀ (carbonio organico ed elementare) - risoluzione temporale giornaliera;**
- **black carbon - risoluzione temporale oraria**
- **distribuzione dimensionale in numero (particelle dimensioni > 0.3 µm)**

Monitoraggio della qualità dell'aria

Studio della variabilità spaziale di inquinanti gassosi nell'area dello studio

Campagne, prima e dopo l'istituzione della LEZ, con campionatori passivi a cura di ARPA LOMBARDIA

- **Due campagne di 2 settimane ciascuna:**
 - **ex ante: luglio 2017 - febbraio 2018**
 - **ex post: 2019-2020**
- **Inquinanti determinati:**
 - **biossido di azoto (NO₂);
composti organici volatili
(benzene e toluene)**



Rumore

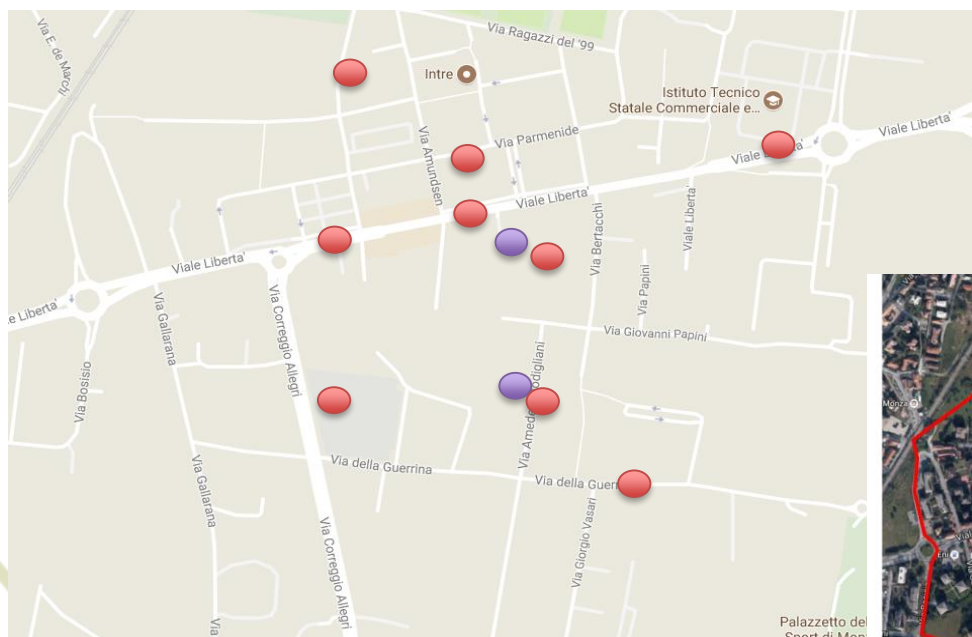
Monitoraggio del rumore ambientale

- Mediante strumentazione tradizionale
- Mediante lo sviluppo e l'utilizzo di un sistema di sensori smart e low-cost

Per quanto riguarda le fasi di monitoraggio del rumore previste nell'area pilota, le attività vengono effettuate con riferimento sia ai metodi standard, utilizzando misuratori di livello del livello di precisione di classe I, nonché sviluppando e utilizzando una rete di sensori a basso costo appositamente progettata.



Rumore – Monitoraggio con strumentazione classe I

Nella settimana **dal 15 al 23 maggio 2017** si sono svolti i monitoraggi in continuo di rumore e traffico per 7 giorni in due postazioni fisse, oltre ad una serie di misure spot in varie fasce orarie diurne in 10 postazioni nel quartiere. La successiva settimana di monitoraggio, è stata svolta **dal 20 al 27 novembre** ripetendo sia le due misure settimanali nelle due postazioni fisse che le misure spot in 10 postazioni.



Area Pilota



-  **Campagna di monitoraggio di lungo periodo:**
monitoraggio fonometrico e conteggio dei flussi di traffico di durata settimanale in 2 postazioni
-  **Campagna di monitoraggio di breve periodo (SPOT):**
monitoraggio fonometrico e conteggio dei flussi di traffico di breve durata (1 ora) in 10 postazioni

Rumore – Monitoraggio con strumentazione classe I

Monitoraggio fonometrico e dei flussi di traffico

Dati generali dell'infrastruttura stradale		Dati descrittivi della postazione di misura	
Codifica Postazione di misura		P01	
Descrizione		Postazione di misura sul tetto del Centro Civico di Viale Libertà	
Altezza del microfono dal piano campagna		6 m	
Distanza del microfono dall'asse stradale		38 m	
Sistema di misura utilizzato		n. 1	
Classe Acustica (secondo il P.C.C.A. di Monza)		IV	
Valori limite di immissione (D.P.C.M. 14/11/1997)		60 dB(A) TR diurno - 50 dB(A) TR notturno	

Inquadramento territoriale



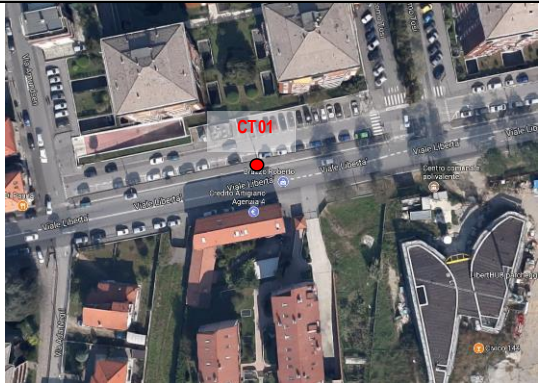
Documentazione Fotografica




Scheda tipo – Risultati Scenari di monitoraggio fonometrico

Dati generali dell'infrastruttura stradale		Dati descrittivi della postazione di misura	
Codifica Postazione di misura		CT01	
Descrizione		conteggio flussi di traffico	
Tratto oggetto del monitoraggio		Viale Libertà	
Sistema di misura utilizzato		Omar	

Inquadramento territoriale



Documentazione Fotografica



Scheda tipo – Risultati Scenari di monitoraggio Flussi di traffico

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Aspettative

La rete di monitoraggio a basso costo dovrebbe:

- **Acquisire dati in continuo e sul lungo periodo (fasi ante e post operam e oltre la durata del progetto)**
- **Garantire il monitoraggio del clima acustico all'interno dell'area di studio**
- **Fornire un dato "affidabile"**

L'interfaccia dovrebbe permettere di:

- **Scaricare i dati**
- **Eseguire una prima post-elaborazione automatica (identificando eventuali anomalie di misura)**

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Progetto

Stato dell'arte

DREAMsys

Smart monitoring networks –
Ghent University

SENSEable Pisa

LIFE DYNAMAP

Barcellona Noise Monitoring
network

Low-cost monitoring systems
based on smartphone devices –
ARPA Piemonte

...

Smart low cost noise monitoring systems	
main characteristics arising from analyzed projects	
Short /long term noise measurement	long term noise measurement
Embedded pc monitoring system /Units with microcontroller and digital signal processor	Embedded pc monitoring system
Type of microphones	MEMS microphones ¼ - inch condenser low cost microphone
Time basis acquisition	Different values. In most frequent cases =1 sec;
Acoustic dynamic range	70 dB
Acoustic Measure range	Different ranges. 30 (40)-100 (110) dB(A)
Acoustic frequency range	20 Hz-20 kHz
Floor noise value	30-35 dB(A)
Tolerance	$L_{Aeq} \pm 2$ dB(A)
Acoustic indicators	In all cases studies: L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} ; In some cases studies: L_{A01} , L_{Ceq} , M_{60} , M_{70} , N_{cn}
Spectral data	1/3 octave
Calibration	Periodic calibration
additional characteristics	
weatherproof	Applied in all case studies
connectivity	Wifi/3G/4G
possibility of audio recording	Applied in some case studies
other properties	Extensible with temperature/humidity sensors, air pollution monitoring sensors, GPS logging etc; battery for energy storage.
Size of PCB assembly	10mm < x < 10 mm
Shape of PCB	Optimized to avoid diffraction effects
pilot area of implementation	
Urban/Suburban	Urban and sub-urban areas
Territorial scales	Different dimensions, from medium to large scale; (most frequent dimension in urban area: $\approx 1,00$ km ²)
Number of stations	Different situations. For areas of medium spatial dimensions, in most cases, from 5 to 20 units

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo - Progetto

Parametri da acquisire:

- LAeq,1s – Leq,1s (1/3 ottava)

Trasmissione dati dalle centraline al server:

- ogni ora
- rete di trasmissione dati 3G

Specifiche meccaniche dei sensori:

- microfono compatibile con calibratore da ½ pollice o ¼ di pollice
- presenza di adeguate protezioni da agenti atmosferici

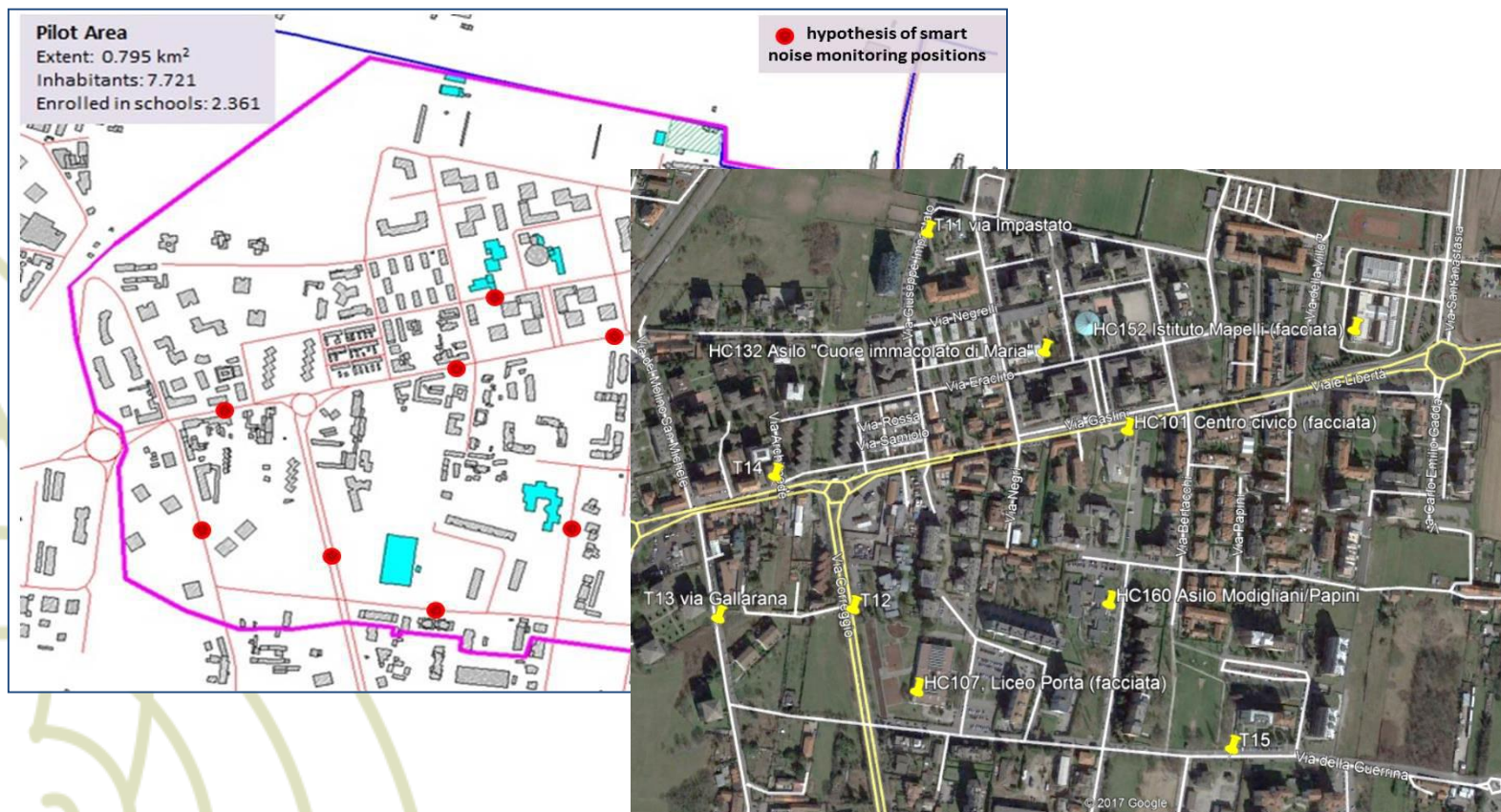
Specifiche elettroacustiche dei sensori:

- floor noise elettrico inferiore a 35 dB(A) e THD inferiore a 1% a 105 dB(A) SPL
- risposta in frequenza ai toni puri a 31.5, 40, 50, ..., 8000 Hz entro le specifiche della classe I ± 1 dB



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Progetto della

La rete è composta da 10 sensori distribuiti nel quartiere Libertà, 3 di questi sull'asse principale di Viale della Libertà e gli altri distribuiti collocati in corrispondenza di ricettori sensibili o comunque in modo tale da avere una copertura omogenea dell'area.



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo

In 5 postazioni sono state previste installazioni in facciata con allaccio alla rete elettrica.



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo

In 5 postazioni sono state previste installazioni su palo della luce con alimentazione a pannello solare.



Verifica di affidabilità

La problematica principale dei sistemi low-cost è la stabilità nel tempo della risposta.

Soluzione proposta:

- **Controlli preliminari**
- **Controlli periodici in situ**

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – verifiche di affidabilità

Controlli preliminari

Controlli periodici nel corso di 2 mesi effettuati su un primo sistema prototipale installato presso UNIFI (Polo scientifico di Sesto Fiorentino)

Controlli effettuati:

- controllo periodico della risposta a 1 kHz nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor. Requisito per superare il collaudo: risposta entro 0.5 dB rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto periodico nel corso di 2 mesi di esercizio outdoor con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto in un range dinamico compreso tra 45 e 105 dB. Requisito per superare il collaudo: scostamento dei valori sul parametro LAeq < 1,5 dB(A).

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – verifiche di affidabilità

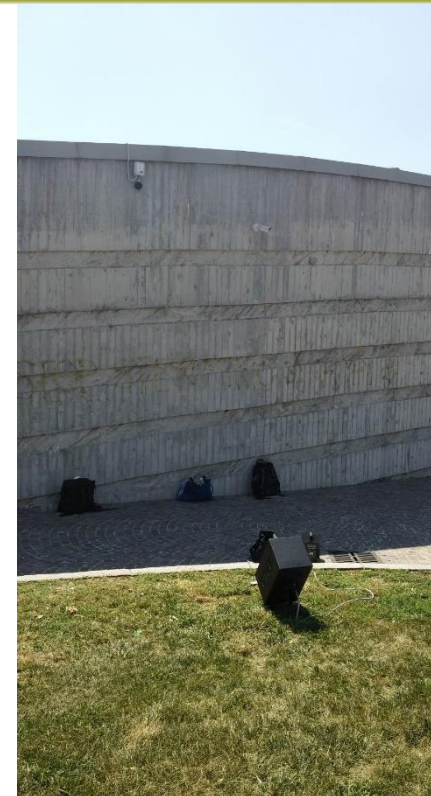
Controlli periodici in situ

Controlli periodici (ogni 4 mesi) effettuati nell'area pilota

Controlli effettuati:

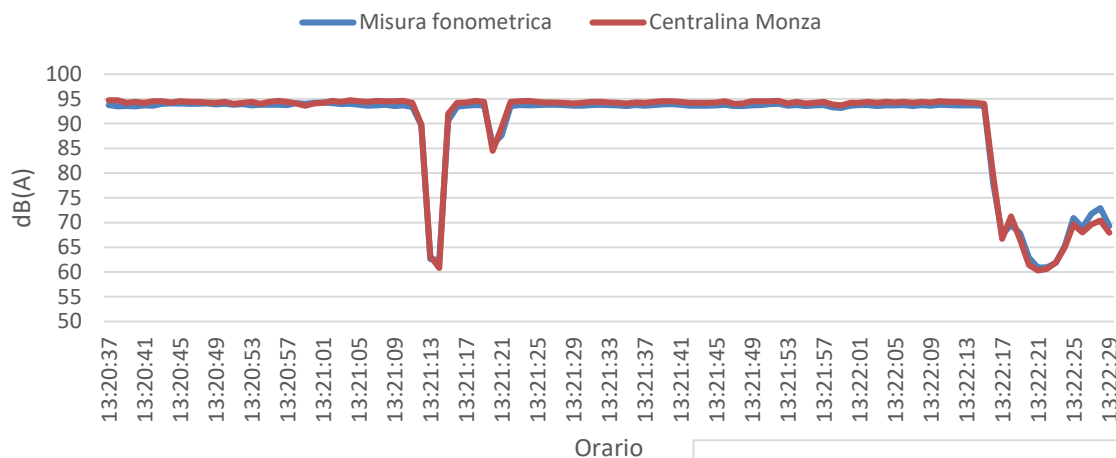
- controllo della risposta a 1 kHz rispetto al segnale fornito con calibratore in classe I;
- confronto con affiancamento catena di misura in classe I per la misura di rumore su intervalli di misura di 1 minuto (controlli eseguiti con rumore da traffico stradale, rumore rosa, ...).

Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I



Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

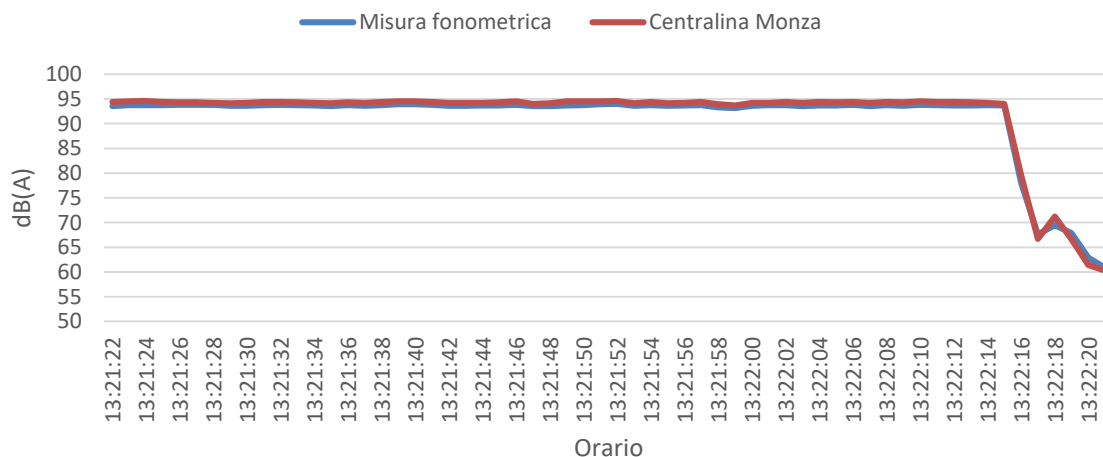
18-07-2017 Misura Pink noise



**Controllo sensore
«Centro civico»**

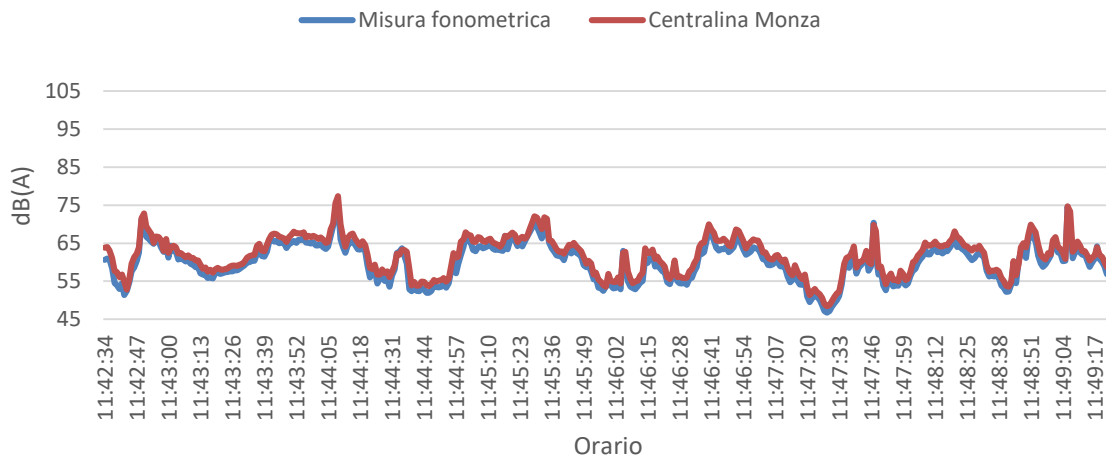
	Confronto medie 1 min	
	Fonometro	Centralina Monza
Pink noise	96	96
Misura traffico	62,4	64,0
Misura 1 m da facciata	61,2	61,5

18-07-2017 Misura Pink noise 1 minuto



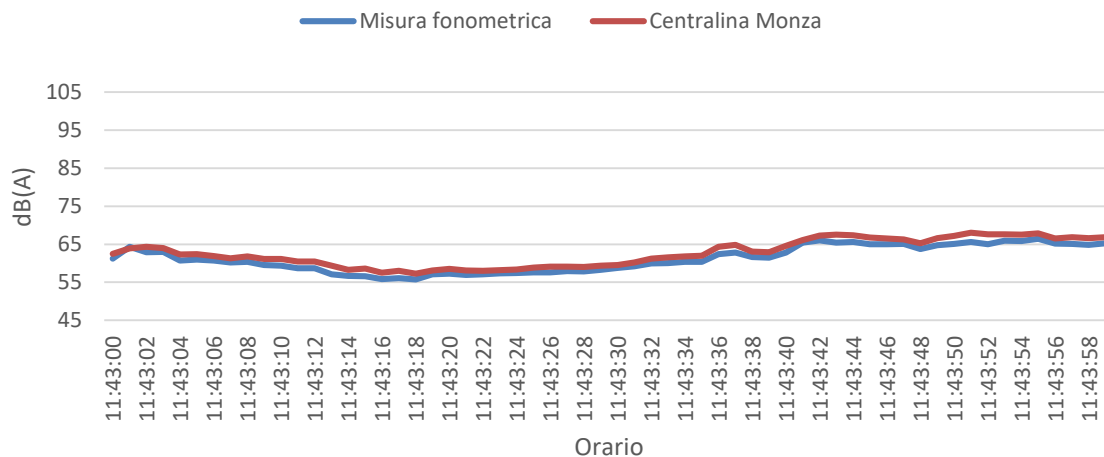
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura traffico



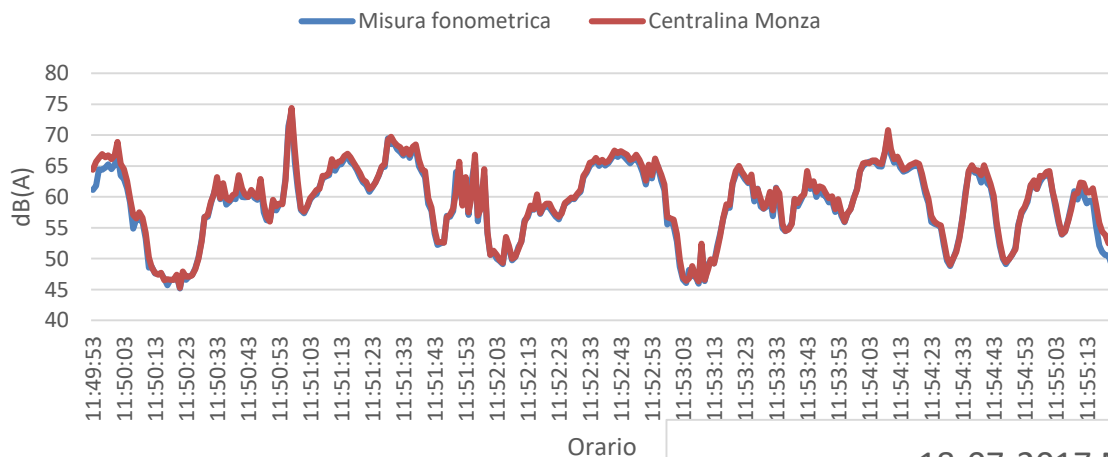
**Controllo sensore
«Centro civico»**

18-07-2017 Misura traffico 1 minuto



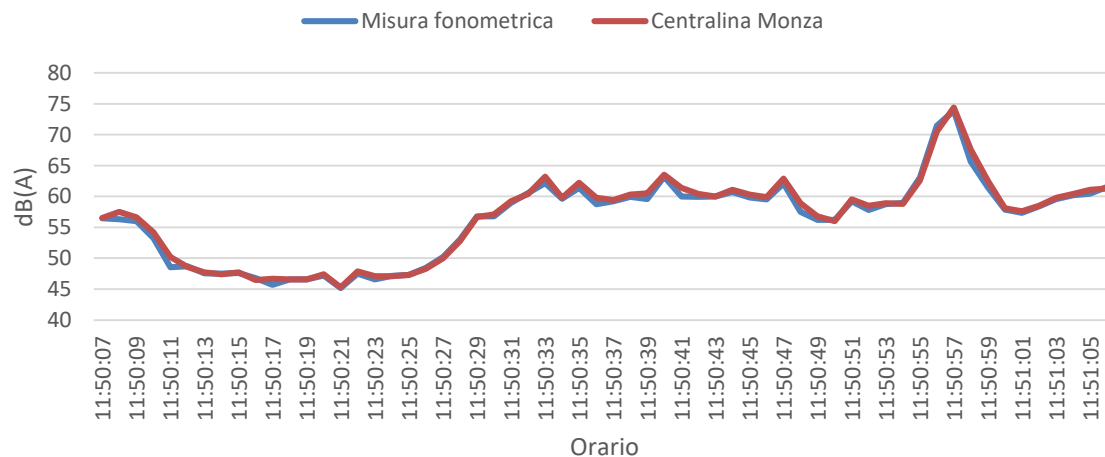
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

18-07-2017 Misura 1 m da facciata



**Controllo sensore
«Centro civico»**

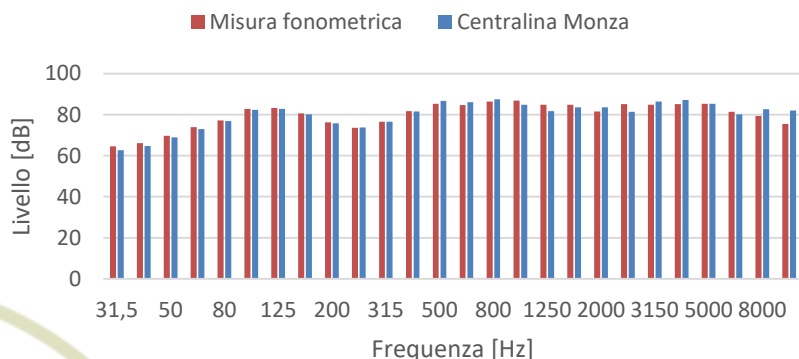
18-07-2017 Misura 1 m da facciata 1 minuto



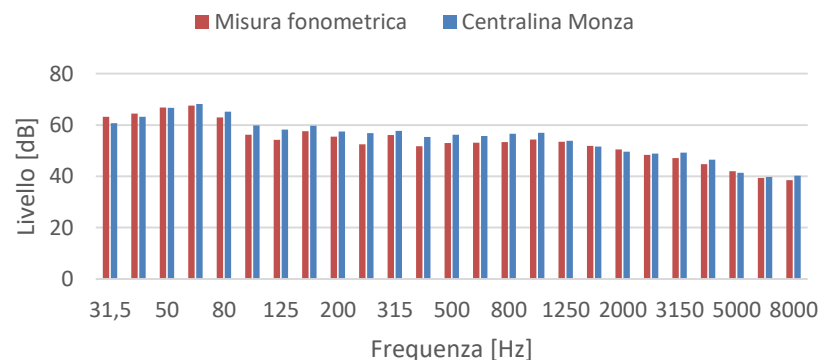
Rete monitoraggio a basso costo vs sistema di misura in classe I

Controllo sensore «Centro civico»

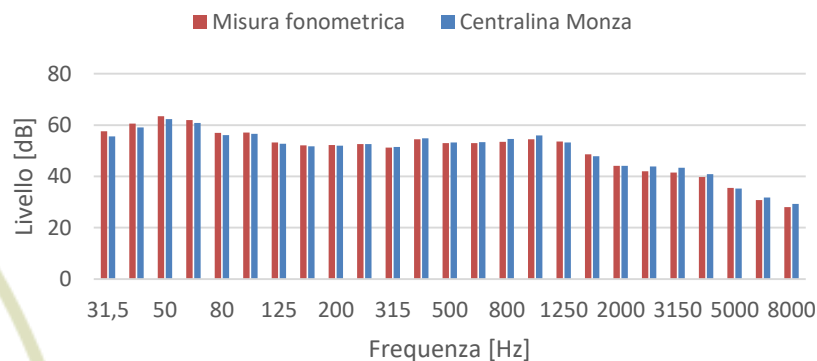
Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -
Rumore rosa



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto -
Misura traffico



Spettro range 31,5-8000 Hz, 1 minuto - 1 m
da facciata

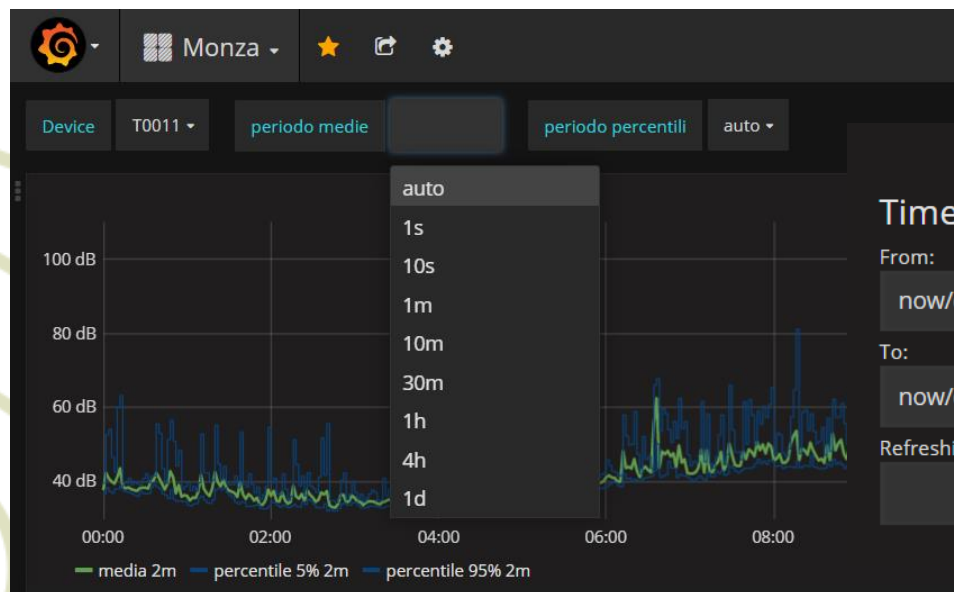


Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

Dati scaricabili:

Leq e spettri relativi a intervalli temporali scelti dall'utente

Periodo medie



Intervalli temporali

Time range

From:

To:

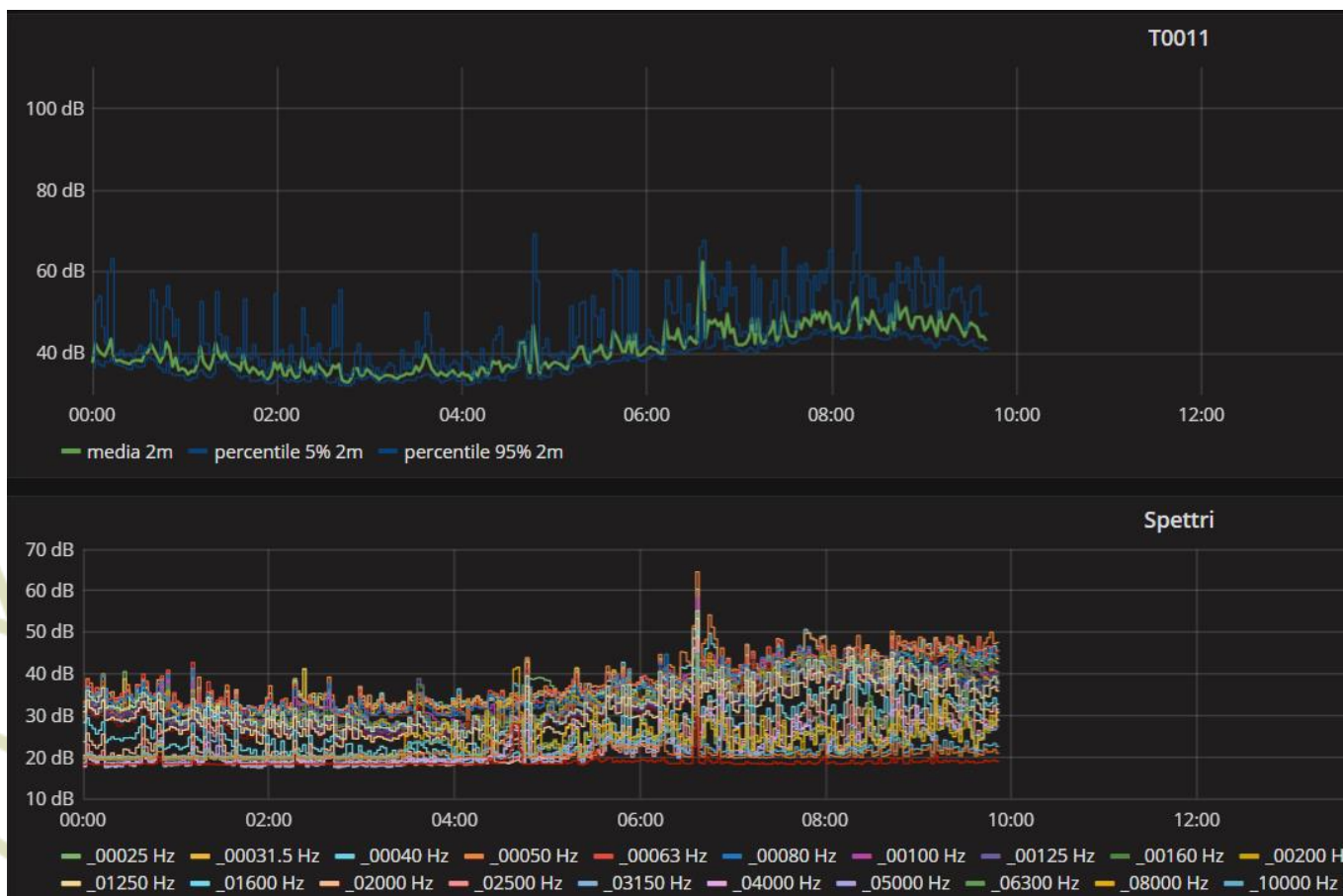
Refreshing every:

Quick ranges

Last 2 days	Yesterday
Last 7 days	Day before yesterday
Last 30 days	This day last week
Last 90 days	Previous week
Last 6 months	Previous month
Last 1 year	Previous year
Last 2 years	
Last 5 years	

Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

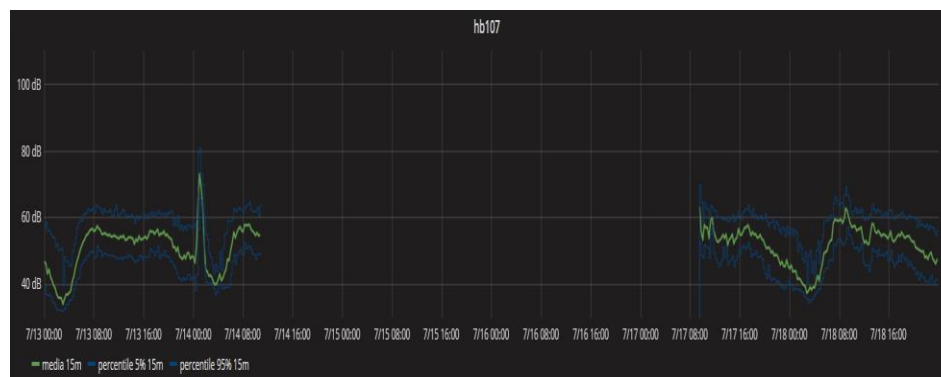
Visualizzazione livelli sonori e spettri in frequenza



Rumore - Rete monitoraggio a basso costo – Interfaccia

Sono previsti **sviluppi futuri** dell'interfaccia per:

- il calcolo periodico di parametri di interesse per analisi e eventuale pubblicazione
- l'esecuzione di una prima post-elaborazione automatica (identificando eventuali anomalie di misura)



Conclusioni e Sviluppi futuri

Riguardo le **AZIONI DI MONITORAGGIO** previste dal progetto:

- **monitoraggio periodico della qualità dell'aria negli scenari ante operam (un anno) e post operam (un anno).**
- **monitoraggio periodico del rumore con strumentazione tradizionale negli scenari ante operam (un anno) e post operam (un anno).**
- **monitoraggio in continuo del rumore con rete di sensori a basso costo ante operam (un anno), post operam (un anno), e fino a tre anni dopo la fine del progetto.**

Riguardo alla **RETE DI SENSORI A BASSO COSTO**:

- **sono in fase di analisi e ottimizzazione le procedure di verifica in situ del sistema;**
- **è in fase di sviluppo l'interfaccia del sistema.**

Grazie per l'attenzione

francesco.borchi@unifi.it