

2014 | ONE YEAR OF NOISE

Gianluca Filippini
gf@gianlucafilippini.it



Copyright © 2014, Gianluca Filippini, CREATIVE COMMONS

You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material

for any purpose, even commercially.

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:

Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

No additional restrictions — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

First Printing: 2014

www.gianlucafilippini.it



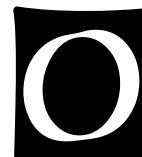
2014 | ONE YEAR OF NOISE

Gianluca Filippini
gf@gianlucafilippini.it

Indice

- 0. Introduzione
- 1. Comunità Scientifica
 - 1.1. Principali effetti del cattivo riposo
 - 1.2. Decibel e conseguenze sulla salute
 - 1.3. Raccomandazioni finali
- 2. Silenzio degli innocenti
- 3. Sistema di Misura
 - 3.1. Specifiche del fonometro
- 4. Misure e Grafici
 - 4.1. Analisi annuale
 - 4.2. Analisi settimanale
 - 4.3. Analisi mensile
 - 4.4. Dati giornalieri
- 5. Software
 - 5.1. Interfacciamento
- 6. Conclusioni
- 7. Bibliografia

This page intentionally left blank



Introduzione

La condivisione delle informazioni è una delle grandi conquiste della società moderna. Condividere significa sottoporsi al giudizio altrui con umiltà e piena disponibilità alla critica. Spesso però le informazioni sono di difficile lettura. A volte perché sono nascoste alla comune attenzione, a volte perché sono semplicemente rese inaccessibili.

La natura dell'essere umano ci spinge verso la conoscenza, intesa come il supremo bisogno di conoscere in prima persona il creato e le sue leggi, affinché la condizione del "sapere" ci permetta di discernere ciò che vero da ciò che è falso, ciò che è scientificamente reale da ciò che è un'opinione sapientemente calibrata.

Questo documento parla di misure, dati freddi e strumentali riguardanti l'inquinamento da "rumore acustico" in una particolare zona della città di Cremona: via Battaglione. In particolare parla della zona confinante con l'autostrada A21 Brescia/Piacenza. Queste pagine raccontano aspetti della qualità della vita che sono scientificamente misurabili.

Cremona ha presentato in passato (ed anche in tempi recenti) criticità urbanistiche di non facile soluzione. Le ragioni sono molteplici: un'economia legata alle risorse del territorio, una posizione geografica che la identifica come crocevia di strade e autostrade, un territorio fortemente segnato dalla presenza del fiume Po.

La zona Battaglione è stata colpita negli ultimi dieci anni da spinte urbanistiche che ne hanno caratterizzato (in modo negativo) la vivibilità, relegandola a quartiere che offre un'edilizia popolare in degrado, una viabilità trascurata (seppure il quartiere presenti flussi automobilistici crescenti) ed un forte inquinamento acustico.

La presenza dell'autostrada da tanti anni era già un'impronta tangibile, ma le recenti modifiche alla viabilità che hanno introdotto la strada di raccordo ("tangenzialina") con il quartiere Ex Bosco Parmigiano e la presenza del cavalcavia per il quartiere Bagnara/Bonemerse hanno ulteriormente aggravato la situazione.

L'analisi "statica" delle fonti d'inquinamento acustico si concentra sulla presenza di strade di viabilità principali (autostrada, tangenziale, cavalcavia di Bonemerse) ma l'analisi "dinamica" dei flussi è ben più importante. Negli ultimi cinque anni i residenti hanno notato, con certezza, un fortissimo aumento del traffico automobilistico sia sull'autostrada, sia sulla tangenziale, sia sul cavalcavia di Bonemerse.

Le cause di tale aumento sono “in divenire”. L’autostrada A21 è diventata l’unica via alternativa al raccordo A4 Brescia/Bergamo/Milano (lento e sempre congestionato) e presenta traffico riconducibile al trasporto pesante sin dalle prime luci del mattino. Bonemerse ha registrato un incremento demografico non trascurabile (grazie alla vicinanza con Cremona ed alla presenza di servizi di trasporto pubblico) causando flussi automobilistici legati al ciclo della vita lavorativa di ognuno di noi. Lo stesso dicasi per le dinamiche della tangenziale di raccordo con il quartiere Ex Bosco Parmigiano.

Sebbene il pericolo della costruzione di una quarta via (Strada Sud) sia stato recentemente evitato, ciò che lascia perplessi è la mancanza di controlli attivi e interventi puntuali per moderare e difendere la qualità della vita, garantendo livelli d’inquinamento acustico comparabili con il resto della città.

Ecco dunque che nasce lo stimolo a essere noi stessi sentinelle del nostro territorio, vigili delle criticità troppo a lungo trascurate.

1

Letteratura

Cremona già conosce le problematiche di via Battaglion. I documenti resi disponibili a riguardo con il “Piano di Zonizzazione Acustica¹” del giugno 2007 identificano la zona come *CLASSE IV* ovvero di “intensa attività umana”, con livelli di rumore acustico tra 55 e 65 dB.

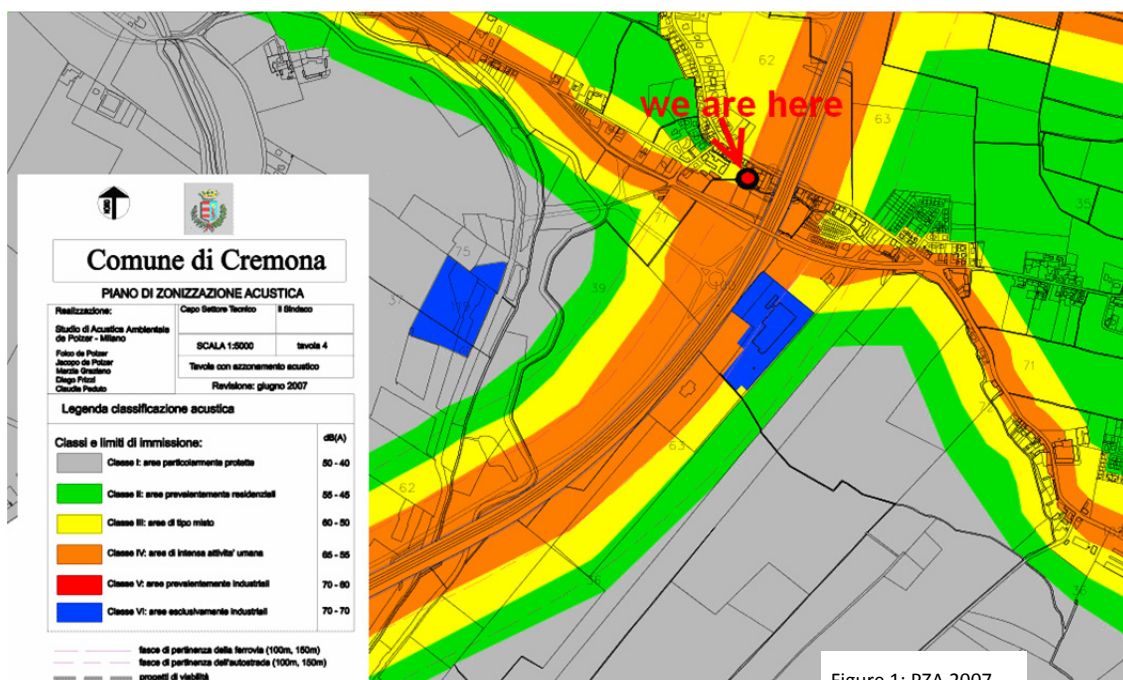


Figure 1: PZA 2007

Al lettore distratto questo non comporta alcuno stimolo di riflessione: è una fotografia “statica” della situazione e tale è rimasta nel tempo. Eppure il dubbio rimane, perché l’attività umana è oramai limitata a quella tipica residenziale, non essendoci processi di carattere industriale/produttivo in questa zona.

L’innato bisogno di ricerca è fautore di acuto intelletto, e non può sfuggire quanto un numero singolo e riassuntivo sia inutile al fine di poter leggere la realtà oltre l’immagine.

¹ PZA: Piano di Zonizzazione acustica: http://www.comune.cremona.it/bd_ui-viewContent-id_info_form-961.phtml. Alternative Link of Tav.4: http://www.brainworks.it/rpi-environmental-monitoring/data/uploads/cremona_acoustic_zone_page_4.pdf

L'inquinamento acustico è oggetto di studi medico-scientifici di massima importanza. Identifica (assieme ad altri parametri) la qualità della nostra vita. Il rumore di fondo delle nostre città è oggetto di studio multidisciplinare in quanto responsabile della capacità del corpo umano di ripristinare equilibri psicofisici durante il sonno profondo. La comunità scientifica ha già dato risultati che meritano la massima attenzione.

Comunità Scientifica

La "European Society of Cardiology" pubblica nel gennaio 2011 un documento relativo all'inquinamento acustico intitolato: *"Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study"*².

Lo studio è supportato dalla Danish Environmental Protection Agency, da Research Centre for Environmental Health, da Danish Ministry of the Interior and Health, e dalla Danish Cancer Society.

Lo scopo dello studio è misurare la correlazione tra l'esposizione all'inquinamento acustico urbano e la maggiore incidenza di problematiche cardio-vascolari e casi d'infarto miocardico. Lo studio è vasto e molto accurato, basandosi su un campione statistico molto ampio e certifica l'incidenza dell'inquinamento acustico sulle persone anziane.

Nella relazione finale non può sfuggire la chiarezza del metodo:

"In a population-based cohort of 57 053 people, we identified 1881 cases of first-ever stroke in a national hospital register between 1993–1997 and 2006. Exposure to road traffic noise and air pollution during the same period was estimated for all cohort members from residential address history. Associations between exposure to road traffic noise and stroke incidence were analyzed in a Cox regression model with stratification for gender and calendar-year and adjustment for air pollution and other potential confounders. We found an incidence rate ratio (IRR) of 1.14 for stroke [95% confidence interval (CI): 1.03–1.25] per 10 dB higher level of road traffic noise (Lden). There was a statistically significant interaction with age (P, 0.001), with a strong association between road traffic noise and stroke among cases over 64.5 years (IRR: 1.27; 95% CI: 1.13–1.43) and no association for those under 64.5 years (IRR: 1.02; 95% CI: 0.91–1.14)."

La conclusione dello studio è così chiara che necessita di una sola, lapidaria, frase:

"Exposure to residential road traffic noise was associated with a higher risk for stroke among people older than 64.5 years of age."

² European Heart Journal: doi:10.1093/eurheartj/ehq466 in copia:
<http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/early/2011/01/08/eurheartj.ehq466.full>

La letteratura medica e scientifica da tempo ha dato indicazioni precise alla società ed alle istituzioni incaricate di preservare e proteggere la salute dei cittadini. Studi simili alla sopra-citata indagine statistica sono disponibili anche in periodi più recenti, ma già in epoca antecedente è possibile reperire direttive sovra governative per il controllo del rumore urbano notturno (e delle sue conseguenze).

L'Istituto Superiore della Sanità (ISS, Italia) pubblica tramite il portale "Epicentro" (Centro Nazionale di Epidemiologia, Sorveglianza e Promozione della Salute) i risultati e le raccomandazioni di un più ampio studio a livello europeo frutto di intensa revisione della letteratura scientifica di un gruppo di esperti scelti tra 17 istituzioni di 12 Paesi europei. Per l'Italia hanno partecipato al progetto l'Università di Roma "La Sapienza" e il Dipartimento provinciale di Pisa dell'Arpa Toscana.

Qui la nota di pubblicazione

<http://www.epicentro.iss.it/temi/ambiente/rumoreNotturmo.asp>

Il documento fa riferimento alla pubblicazione europea intitolata "*Night Noise Guidelines (NNGL) for Europe³*".

Che il lettore non sia tratto in inganno dal titolo del documento: le conclusioni sono ben più importanti di una semplice lista di "*guidelines*".

La pubblicazione cita tre aspetti: gli effetti del cattivo riposo (dovuti al rumore notturno), il livello di rumore in Decibel (dB, curva A, fast) e le conseguenze sulla salute, e aggiunge le importanti raccomandazioni finali affinché i governi locali modifichino la legislazione in materia di rumore notturno. Sono qua riportate testualmente le indicazioni sopra-citate:

Principali effetti del cattivo riposo

Innanzitutto, il documento ha considerato indicatori più precisi per stimare le conseguenze del cattivo riposo. Gli effetti a lungo termine, come i problemi cardiovascolari, sono stati correlati a indicatori come la "media annuale del livello di rumore notturno", che somma la situazione acustica per un lungo periodo di tempo. Gli effetti istantanei, come il risveglio in piena notte, sono stati descritti invece con il "livello massimo di rumore per evento", dove per evento si intende il passaggio di un camion, un aereo, un treno, ecc. La revisione delle evidenze scientifiche disponibili ha portato il gruppo di lavoro a queste conclusioni:

- il sonno è una necessità biologica e il sonno disturbato è associato a numerosi effetti avversi

³ Night Noise Guidelines for Europe: Grant Agreement 2003309 Between the European Commission, DG Sanco and the World Health Organization, Regional Office for Europe http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_08_frep_en.pdf

- ci sono sufficienti evidenze degli effetti biologici del rumore durante il sonno, fra cui: aumento del battito cardiaco, eccitazione, cambiamenti di fase del sonno, alterazioni ormonali e risvegli improvvisi
- ci sono sufficienti evidenze che l'esposizione al rumore notturno induce a riportare disturbi del sonno, aumento dell'uso di medicinali, aumento dei movimenti del corpo e insonnia
- i disturbi del sonno hanno un impatto sulla salute futura e sul benessere generale della persona
- ci sono limitate evidenze che il cattivo sonno provochi stanchezza cronica, incidenti e ridotte performance lavorative e intellettive
- ci sono limitate evidenze che i rumori notturni provochino condizioni cliniche come malattie cardiovascolari, depressione e altri disturbi mentali. Questi effetti, ancora poco indagati, sembrano tuttavia plausibili
- i bambini, gli anziani, le donne incinte e i lavoratori a turno sono le categorie più vulnerabili al rumore notturno e quindi più a rischio.

Decibel e conseguenze sulla salute

Ecco, schematicamente, la correlazione tra i livelli di rumore notturno esterno e gli effetti sulla salute secondo il rapporto:

- fino a 30 decibel: non si osservano sostanziali effetti biologici
- tra 30 e 40 decibel: aumentano i movimenti del corpo, i risvegli, i disturbi del sonno, l'eccitazione. Gli effetti sembrano modesti, ma non si può escludere che i gruppi vulnerabili ne risentano in misura maggiore
- tra 40 e 55 decibel: c'è un marcato aumento degli effetti negativi; la maggior parte delle persone esposte ne risente e si adatta a convivere con il rumore. I gruppi vulnerabili, a questo livello di esposizione, sono severamente colpiti
- sopra 55 decibel: la situazione è considerata pericolosa a livello di salute pubblica. Gli effetti avversi sono frequenti e il sistema cardiovascolare comincia a essere sotto stress. Lo stress cardiovascolare è l'effetto dominante.

Raccomandazioni finali

Per la prevenzione primaria degli effetti collaterali sub-clinici del rumore notturno, il rapporto raccomanda che la popolazione non dovrebbe essere esposta a livelli che superano i 30 decibel durante la notte, considerata la soglia massima per proteggere i cittadini, compresi i gruppi più vulnerabili. Tutte le nazioni sono incoraggiate a ridurre gradualmente, nella maniera più efficace possibile, la quota di popolazione esposta a livelli acustici che superano i 55 e, poi, i 40 decibel. Questo progetto europeo fornisce le basi per l'aggiornamento delle linee guida Oms per il rumore notturno, che risalgono al 2000. Le attuali linee guida considerano come livello massimo di rumore sopportabile 45 decibel, ma questo dato è basato su indicatori differenti e valutato sulla base delle conoscenze scientifiche allora disponibili. Alla luce delle nuove evidenze, il progetto suggerisce un limite di sicurezza più basso.

2

Silenzio degli Innocenti

Di fronte ad una così “rumorosa” evidenza è difficile non chiedersi perché la realtà dei fatti sia ben lontana dalle raccomandazioni della comunità scientifica.

Quella realtà che per la comunità di via Battaglione è fatta di incroci dalla viabilità intensa e poche, inutili, protezioni acustiche per l’ambiente circostante.

La vicinanza al traffico automobilistico era già notevole in passato e, con la costruzione della tangenziale (raccordo Bosco ExParmigiano), è oggi estrema. Nonostante tutto questo sono state poste negli anni passati barriere antirumore dalla misera efficacia e dalla ancor più misera estetica (aspetto certamente subordinato a quello funzionale di prioritaria importanza)



Figure 2: noise barrier

Purtroppo chiedersi “il perché” di certe situazioni è solo uno sterile esercizio di memoria. Il perché di barriere evidentemente sotto-dimensionate e inefficaci, il perché della mancanza di continuità delle barriere oltre il cavalcavia di Bonemerse ed infine il perché della mancanza di protezioni acustiche per il cavalcavia stesso, oggi teatro di traffico pesante come alternativa alla più trafficata via Giuseppina.

Tutto questo in uno dei crocevia più densi della periferia, incrocio di ben tre vie ad alto traffico (autostrada, tangenziale, cavalcavia) nello spazio di poche centinaia di metri.

La zona di via Battaglione è da sempre un angolo della città di Cremona, e come tale è destinata ad essere emarginata in quanto non porta alla città stessa un ritorno di immagine utile all'edilizia residenziale che più si presta ad attrarre le future generazioni.

Ciò non toglie che l'umana condizione del sapere sia sempre viva. E sapere in questo caso significa "misurare". Misurare in autonomia il livello d'inquinamento acustico, in modo costante, preciso e continuo, affinché non si possa mai dire che le scelte fossero condizionate all'ignoranza del momento.

Si noti che il riferimento è di ampio respiro.

Saper misurare l'ambiente che ci circonda è vitale. Significa uscire dal silenzio dell'ignoranza, un silenzio innocente che per troppo tempo ha lasciato che scelte sbagliate fossero avallate dalle esigenze funzionali del momento, poco importa se queste fossero genuine e giustificate ...

L'importanza delle misure per l'inquinamento ambientale è chiara nella società moderna a tal punto da creare organi di vigilanza che forniscono dati a tutta la popolazione. Ma questi dati sono spesso poco accessibili, di difficile lettura e spesso "filtrati" da processi di pubblicazione che richiedono mesi e mesi di tempo.

Centraline di misura complesse e multisensoriali che richiedono una continua (costosa) manutenzione e che limitano le possibilità (per la comunità locale) di compiere un campionamento statistico ampio ed efficace. Spesso non vi sono i fondi per compiere campagne temporanee di rilevamento, e spesso là dove sono eseguite le rilevazioni temporanee, i cicli ambientali sono così lunghi che solo una rilevazione pluriennale darebbe la sperata efficacia.

Poco importa che le nuove linee guida per la condivisione delle informazioni a livello internazionale chiedano a gran forza *OpenData*⁴ ed *OpenAPI*⁵ ovvero, in parole più semplici, protocolli di intesa per la fruizione delle informazioni in modo *pubblico* ed *indipendente* da meccanismi di proprietà privata.

Ci si chiede: è questa la qualità di vita in cui crediamo?
E' questo il futuro che vogliamo?

La tecnologia, il sapere, la scienza ci vengono incontro.

Sensori a basso costo che offrono livelli di accuratezza attendibili, microprocessori economici che offrono capacità di calcolo molto ampie e soprattutto la facilità di

⁴ OpenData: <http://www.dati.gov.it/> ed inoltre http://en.wikipedia.org/wiki/Open_data

⁵ OpenAPI: http://p2pfoundation.net/Open_API ed inoltre http://en.wikipedia.org/wiki/Open_API

programmazione di algoritmi di misura un tempo difficilmente raggiungibile se non in laboratori di settore. Tutto questo in modo libero ed accessibile per chi vuole sapere.

Ancora una volta il vero ingrediente è lo stimolo del sapere: saper usare la tecnologia moderna come armatura a difesa della nostra vita quotidiana. Il sapere che condivide in modo *chiaro e trasparente* tutte le informazioni raccolte, affinché altri possano *imparare e discernere*.

Tutto questo oggi è possibile, e così è stato fatto in via Battaglione, monitorando con uno strumento apposito il livello di inquinamento da “rumore acustico” per più di un anno, ogni minuto, ogni giorno.

I dati sono disponibili all'indirizzo web: <http://www.brainworks.it/rpi-environmental-monitoring/cremona/>

La visualizzazione dei dati è disponibile sia in formato grafico per una determinata giornata di interesse sia in formato pubblico e aperto “*comma separated values*” ovvero come file ad estensione “.csv”

(Recentemente oltre al livello di rumore acustico sono disponibili anche dati di carattere barometrico quali pressione, temperatura, luminosità, e previsioni di carattere atmosferico relativamente al giorno di interesse, affinché sia possibile ricreare la più accurata analisi del campo acustico puntuale)



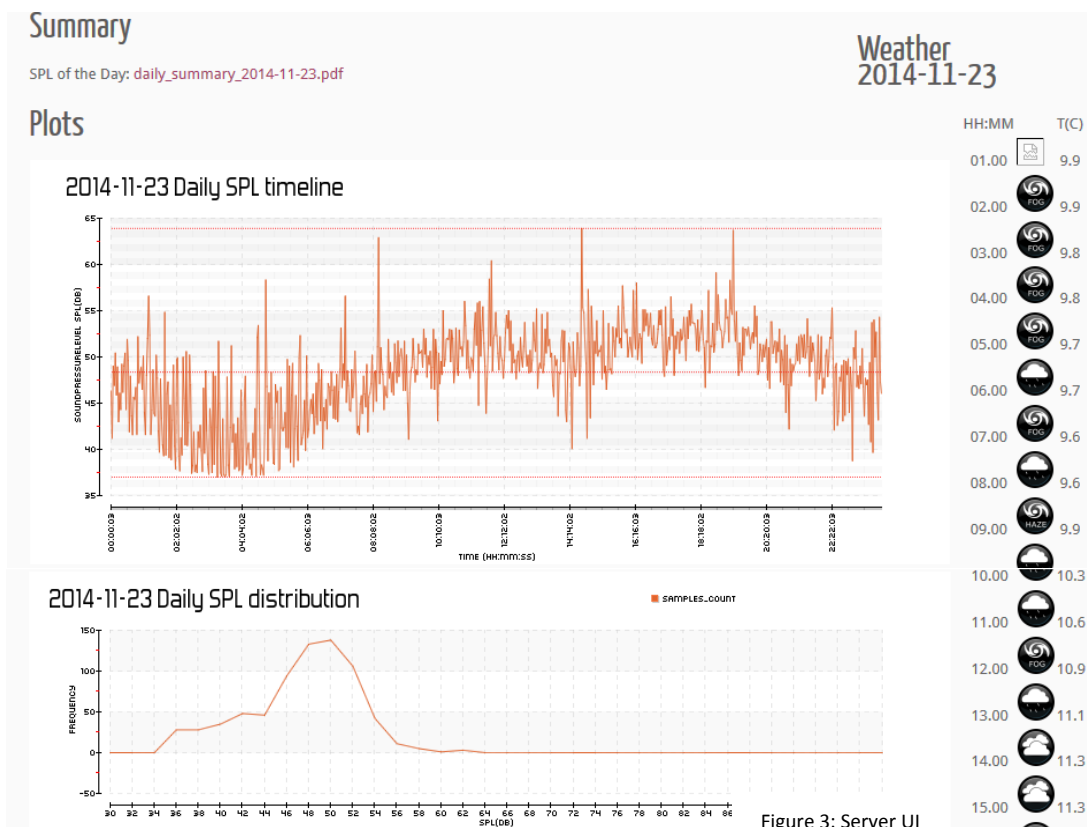
Sistema di Misura

Il sistema di misura sfrutta un fonometro calibrato con interfacciamento USB. Una scheda a microprocessore (RaspberryPi) interfaccia lo strumento (ed altri sensori ambientali) e si occupa della raccolta dati.

Il firmware di sistema si occupa della connessione TCP/IP al server remoto e della trasmissione dei dati raccolti.

Architettura Client/Server

Il sistema presenta una classica architettura client/server dove il client e' composto dalla scheda di interfacciamento e dagli strumenti di misura, mentre il server raccoglie i



dati trasmessi tramite connessione internet e si occupa della visualizzazione degli stessi. Il client è collegato alla rete internet grazie alla connessione wifi locale. E' qui riportato (fig. 3) un esempio di visualizzazione per il giorno 23 Novembre 2014: il grafico mostra l'andamento temporale (in decibel dB, curva type A, fast 125ms) e la distribuzione (pdf) delle misure giornaliere.

Specifiche del Fonometro (SPL sound pressure level meter)

Lo strumento utilizzato per monitorare il livello di rumore acustico è un fonometro digitale professionale.

L'apparato è disponibile tramite il produttore "Smart Sensor" (<http://smartsensor-oem.com>) specializzato nella distribuzione di sensori ambientali (luximetri, flussimetri, SPL meters etc.)

Il modello scelto è AR844 ovvero il più recente ed avanzato fra i modelli offerti dal produttore.

<http://smartsensor-oem.com/digital-sound-level-meter-2/>

Di seguito l'elenco delle caratteristiche tecniche principali:

- Internal Memory 43.690 slots.
- USB connection to store data
- Measuring scale : curve type 'A' o 'C' with FAST/SLOW sampling period
- Auto range selection (from 30 to 130 dB)
- Analog Output CC (0 - 1.3V, 10mV/dB)
- standard IEC 651 Modello2, ANSI 1.4 Modell 2
- Measuring rage: 30-130 dBA / 35-130dBC
- Resolution: 0.1dB
- Precision: $\pm 1,5$ dB
- Sampling period: FAST (125ms), SLOW (1 s)
- Microphone: condenser a elettrete 1/2"
- Overload indicator
- Auto Calibration signal: 94dB at 1kHz (sinusoidal)
- Frequency spectrum: da 31,5Hz a 8,5KHz
- Output CC: 10mV/dB
- Output AC: 0,707 Vrms

**SMART
SENSOR®**

MODEL: AR844

Sound Level Meter
Instruction Manual



Version: SZ844-0

SPECIFICATIONS	AR-814	AR-824	AR-844
Measuring Range	30 – 130 dBA 35 – 130 gBC	30 – 130 dBA 35 – 130gBC	30 – 130 dBA 35 – 130 gBC
Accuracy	±1.5 dB	±1.5 dB	±1.5 dB
Frequency Range	31.5 Hz – 8.5 KHz	31.5 Hz – 8.5 KHz	31.5 Hz – 8.5 KHz
Linearity Range	50 dB	50 dB	50 dB
AC/DC Output	V	V	V
Low Battery Indication	V	V	V
Over Range Indication	V	V	V
Digital Resolution	5 digits & 0.1 dB	5 digits & 0.1 dB	5 digits & 0.1 dB
Time Weighting Selection	Fast / Slow	Fast / Slow	Fast / Slow
Microphone	1/2 inch Electronic Condense Microphone		
Frequency Weighting	A, C	A, C	A, C
Sound Measuring Level Selection	V	V	V
Max Hold Function	V	V	V
Sampling Frequency	2 time/sec	2 time/sec	2 time/sec
USB Transmission	–	–	V
Calendar	–	–	V



Misure e Grafici

Il sistema di misura ha permesso di raccogliere in modo automatico ed autonomo i dati di rumore acustico già dal dicembre 2013 ed è tuttora attivo. Le misure sono effettuate ogni due minuti per tutte le ventiquattro ore di ogni giorno della settimana.

L'intervallo di misura di due minuti offre una granularità sufficiente al fine di ottenere un campione statistico ampio pur mantenendo ridotta la dimensione (in bytes) dei file di misura. Lo strumento permette un campionamento ancora più ravvicinato (<1min) ma la successiva elaborazione dati non ha ravvisato tale necessità.

I dati raccolti sono disponibili in formato *"comma separated value"* (.csv) e sono coperti da licenza *"Creative Common Attribution v.4.0"*

(<http://creativecommons.org/licenses/http://creativecommons.org/licenses/>)

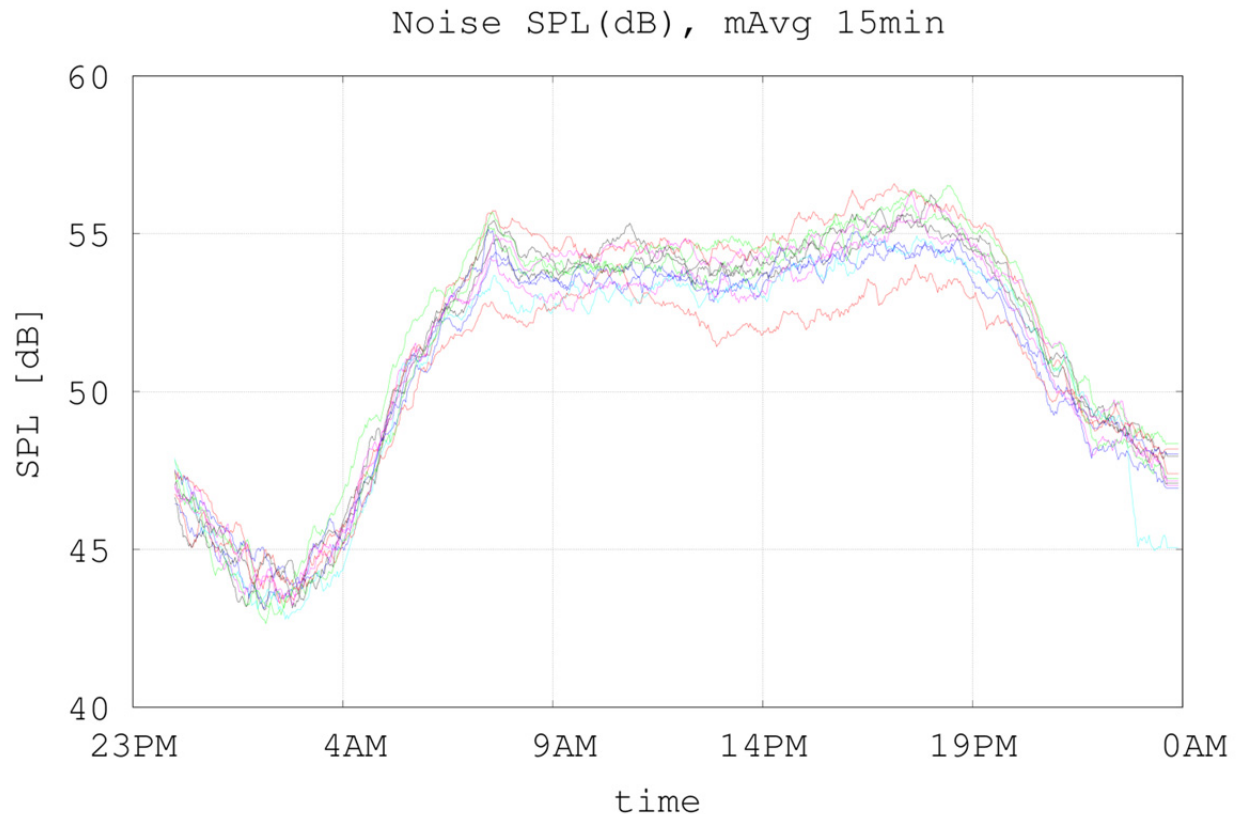
I grafici esposti nei prossimi capitoli presentano misure di *"media mobile"* dove il valore puntuale è stato mediato sulla collezione di tutte le misure giornaliere. Questo ha permesso di ridurre la variabilità temporale dei dati raccolti e rimuovere eventi singoli ed estemporanei che potenzialmente possano influenzare la rappresentazione grafica delle misure.

Analisi Annuale

Il grafico più significativo è certamente relativo all'andamento annuale delle misure.

Nella figura successiva è rappresentato il livello di rumore durante l'arco della giornata (ventiquattro ore sull'asse delle ascisse) per ogni mese dell'anno (ogni colore rappresenta un mese da gennaio a novembre 2014).

La linea di rumore per ogni mese rappresenta la media statistica ottenuta dalle misure di ogni giorno del mese in oggetto. In altre parole le trenta (circa) linee di misura di ogni mese sono mediate tra loro per ottenere un'unica linea mensile, ottenendo così le undici linee rappresentate (gennaio/novembre). La media statistica offre una misura semplice ma efficace al fine di ottenere l'andamento temporale giornaliero del mese voluto.



L'obiettivo dell'analisi comparata annuale è quello di individuare andamenti temporali "dinamici", ovvero caratteristici e correlati alla vita quotidiana.

Il lettore noti in particolare l'andamento notturno: solamente poche ore successive alla mezzanotte offrono un livello di rumore acustico "basso" tuttavia ancora "critico" se consideriamo le Night Noise Guidelines discusse precedentemente.

Il livello SPL è pressoché costante dalle prime ore del mattino (6AM) sino a sera (8PM) e si attesta fra i 52dB e i 55dB. Come si può notare l'andamento è molto simile fra mese e mese, e presenta una visibile disparità di livello durante la parte centrale della giornata solamente nei mesi estivi. Si noti però che il calo nei mesi estivi (teoricamente a basso traffico sulle vie autostradali) è poco incisivo: solo pochi decibel (circa tre)

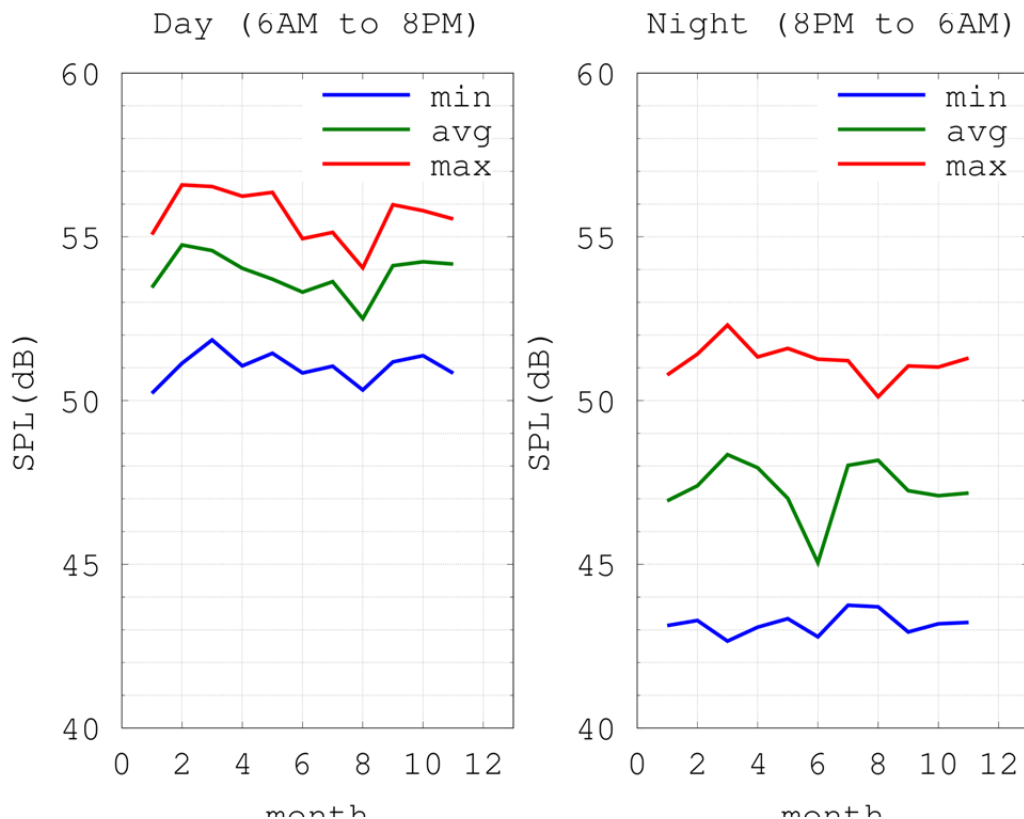
Due sono i momenti critici dovuti al traffico autostradale e locale.

- Il mattino nella fascia 6AM/9AM principalmente caratterizzato dal traffico pesante autostradale porta il livello medio di rumore a circa 55dB
- La sera nella fascia 6PM/8PM principalmente caratterizzato dal traffico automobilistico locale che sfrutta la via Battaglione e il cavalcavia Bonemerse come alternativa alla più trafficata via Giuseppina, portando il livello di rumore ben sopra i 55dB

I dati sono ancora più interessanti se si considera una suddivisione giorno/notte, stavolta mediando tutti i mesi tra loro ed evidenziando il valore minimo/medio/massimo del rumore acustico.

Il grafico successivo mostra i valori di SPL durante i mesi dell'anno (gennaio/novembre) separati sui due grafici separati per fascia temporale giorno/notte.

E' importante notare come i livelli di rumore notturno siano ancora critici secondo le indicazioni scientifiche: i valori massimi notturni sono paragonabili ai valori minimi diurni e si attestano sul valore di 50dB.



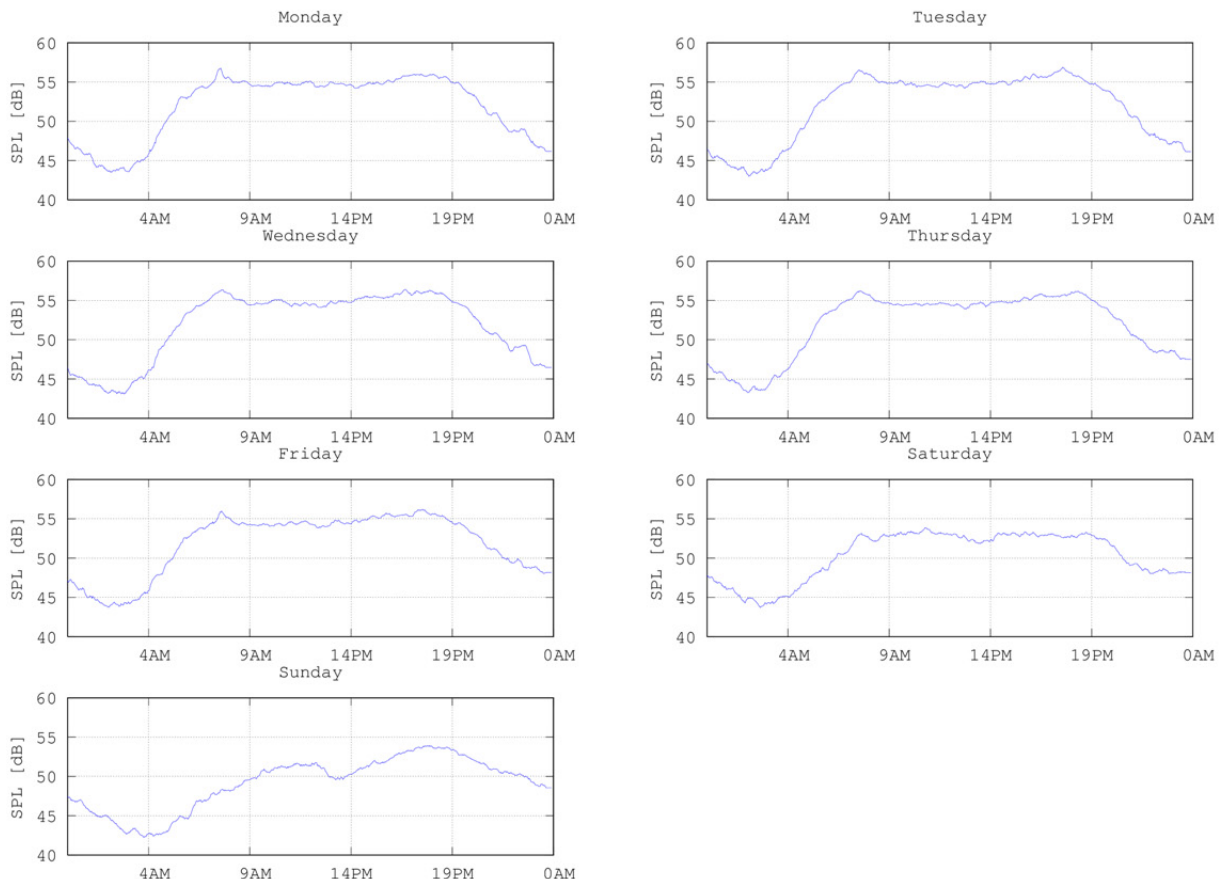
Analisi Settimanale

L'analisi dinamica successiva impone di analizzare i dati raccolti secondo il ciclo settimanale.

Lo scopo è individuare se vi siano particolari flussi e fenomeni caratteristici legati alle attività locali durante il ciclo dei sette giorni settimanali.

I dati sono quindi stati mediati lungo tutto l'anno ma suddivisi in base al giorno settimanale di appartenenza.

La disponibilità di molte giornate di misura permette di delineare una “giornata tipo”, una fotografia alquanto accurata dei livelli di SPL che il cittadino può prevedere nella zona in esame.

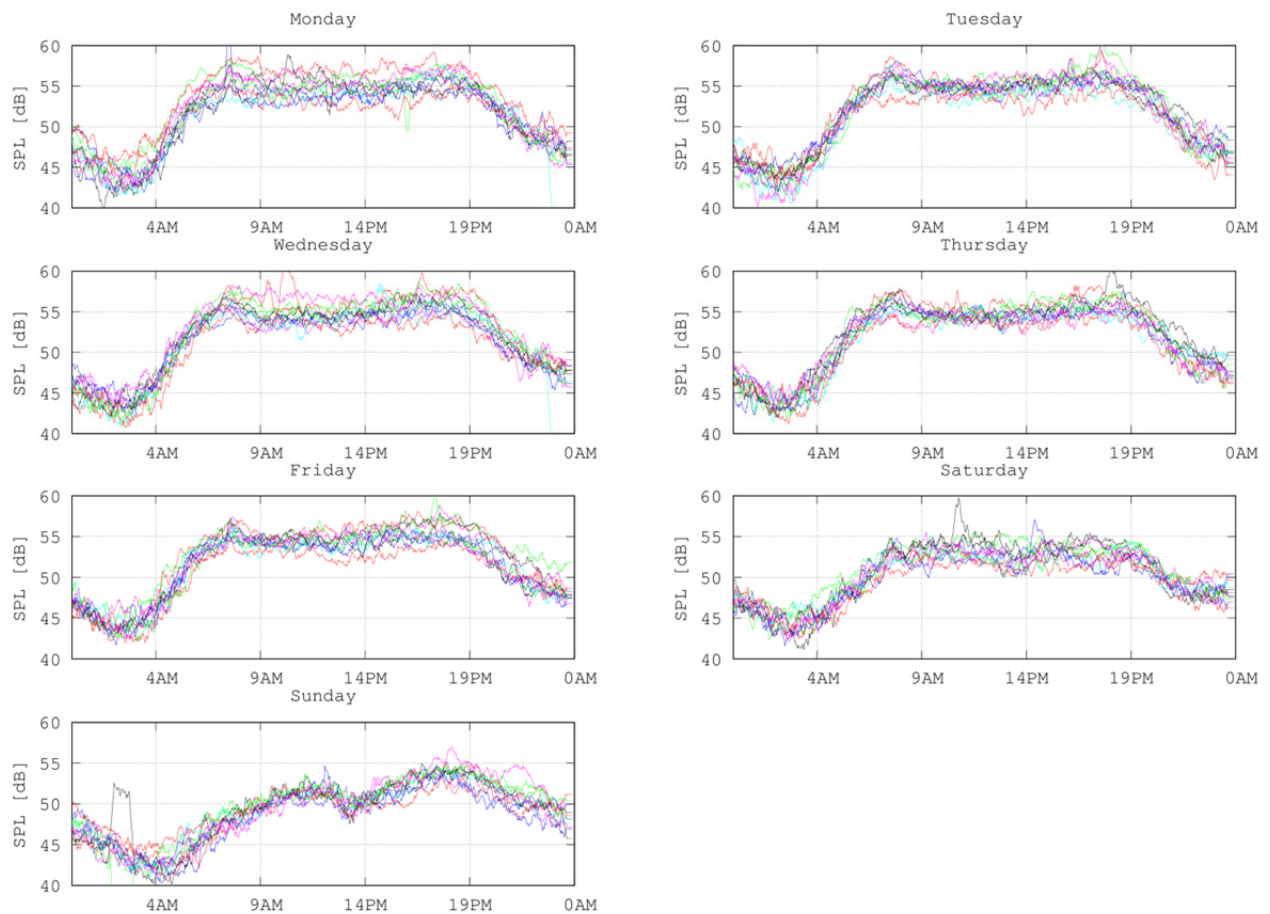


E' d'immediata lettura la differenza fra le giornate di sabato e domenica se confrontate con i rimanenti giorni della settimana. Se il sabato presenta un involuppo simile alle rimanenti giornate, sebbene ridotto di circa tre decibel, è proprio la domenica ad evidenziare quanto sia incisivo il livello SPL durante la settimana.

Se durante la settimana l'onda di traffico automobilistico è al suo picco massimo alle 5AM, durante la domenica abbiamo un primo picco nella tarda mattinata (peraltro molto ridotto in ampiezza) e un secondo picco serale leggermente più accentuato. Le ragioni di questa accentuazione serale sono probabilmente legate al traffico pesante che spesso inizia nella giornata di domenica (alla sera).

Difficile distinguere peculiarità sistemiche tra le giornate di lunedì, martedì, mercoledì e giovedì: in questi casi predomina il ciclo lavorativo con picchi all'alba alle 5AM, un pressoché costante livello di SPL di circa 55dB ed un ulteriore picco serale tra le 7PM e le 8PM per il traffico di ritorno a casa.

Colpisce però la similitudine di ogni giornata se analizzata mese per mese: nel grafico successivo ogni mese è rappresentato da una linea colorata, si noti come sia stretto l'involuppo specialmente nelle ore mattutine e serali.

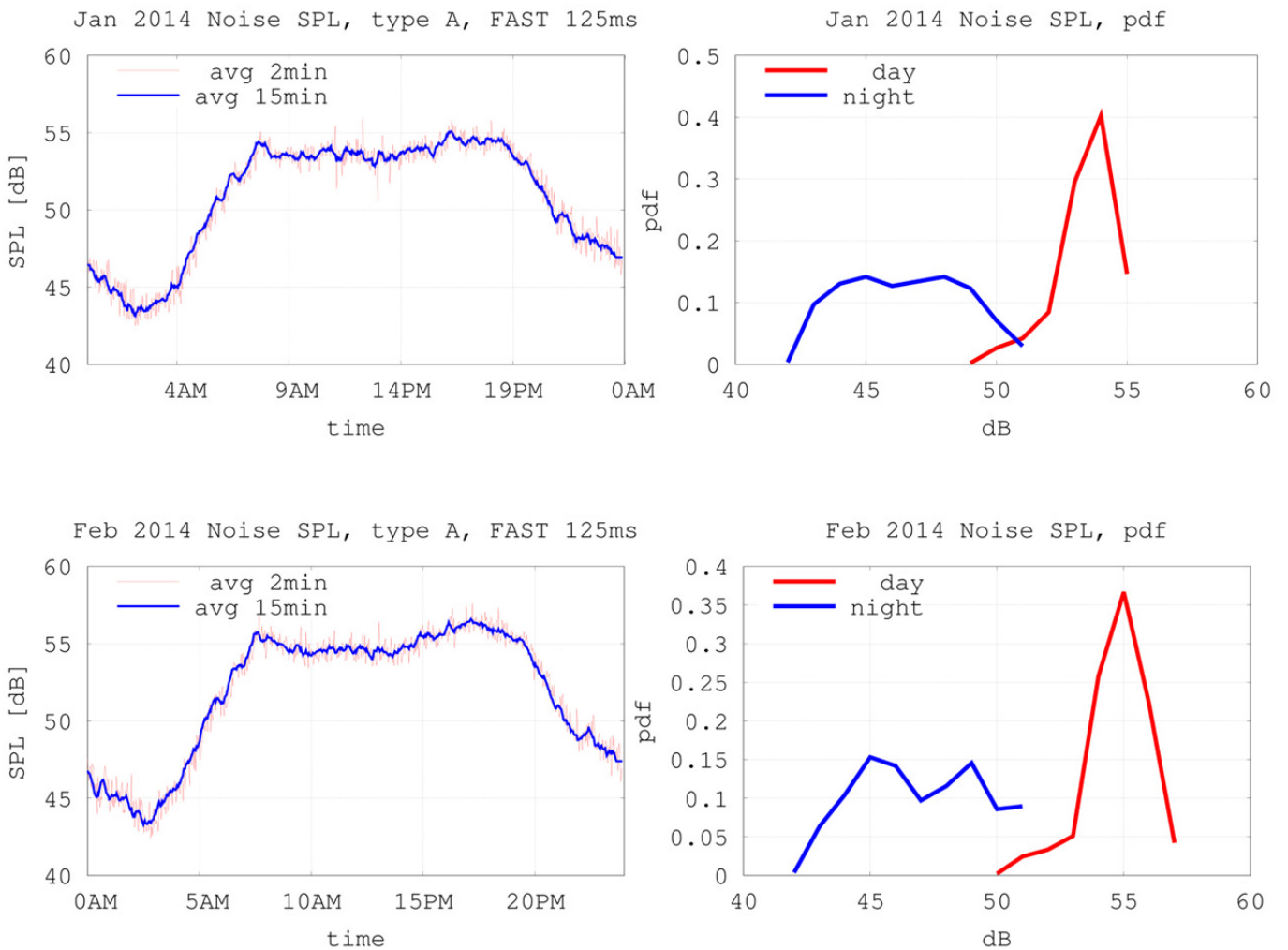


Analisi Mensile

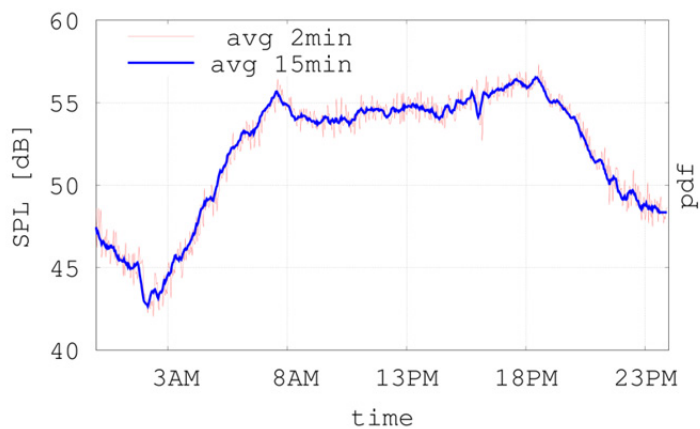
Per correttezza espositiva sono qui riportati i grafici mensili, con annessa distribuzione (suddivisa in giorno notte). I valori di SPL sono mediati puntualmente su tutti i giorni del mese, ottenendo così un grafico rappresentativo dell'andamento medio del livello SPL.

Nel grafico SPL sono rappresentate due curve: la curva (rossa) delle misure effettive (ogni due minuti) e la curva blu, ovvero una moving average delle misure per un intervallo di circa 15 minuti, al fine di offrire un grafico di più facile lettura.

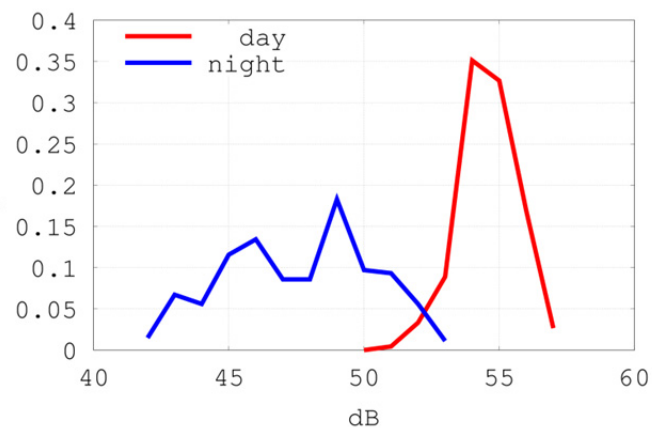
Nel grafico di distribuzione statistica la curva rossa rappresenta i valori diurni, la curva blu quelli notturni



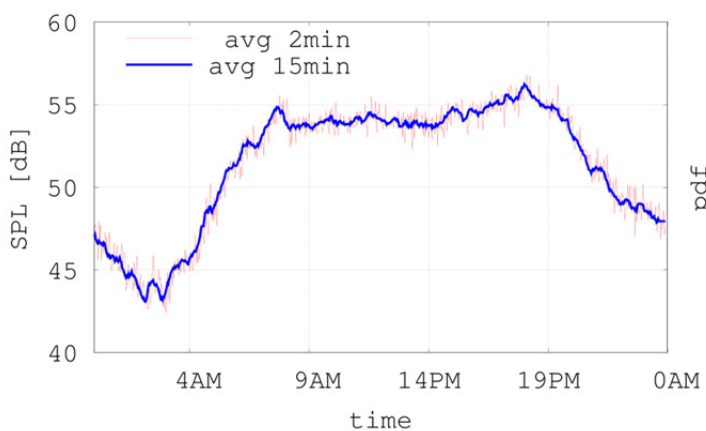
Mar 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



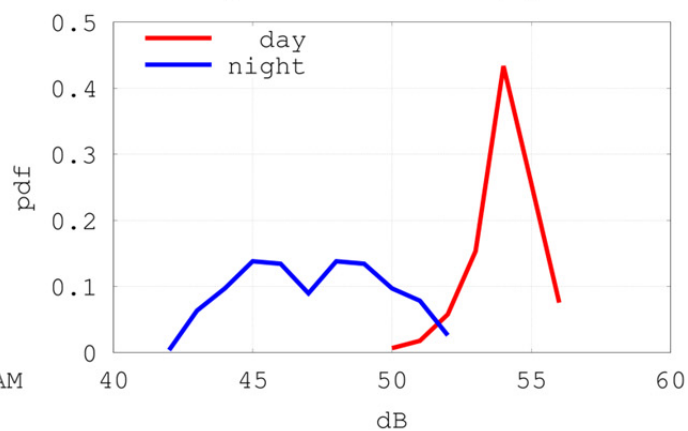
Mar 2014 Noise SPL, pdf



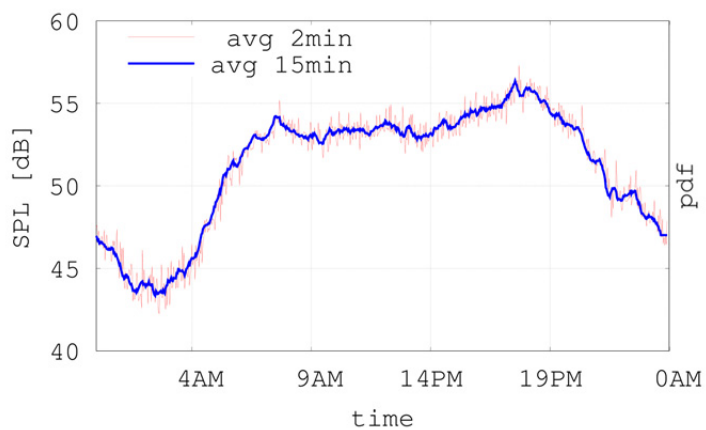
Apr 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



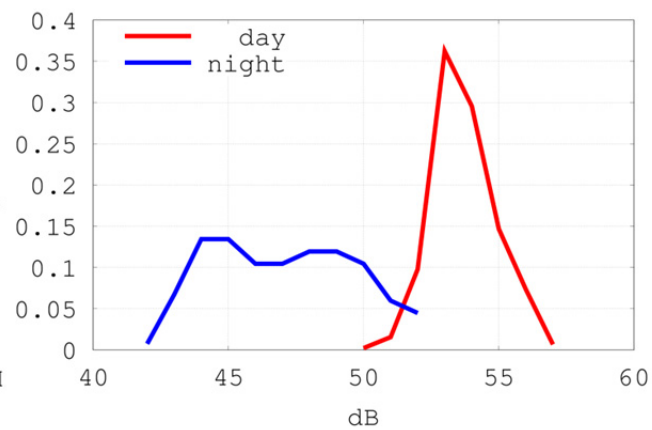
Apr 2014 Noise SPL, pdf



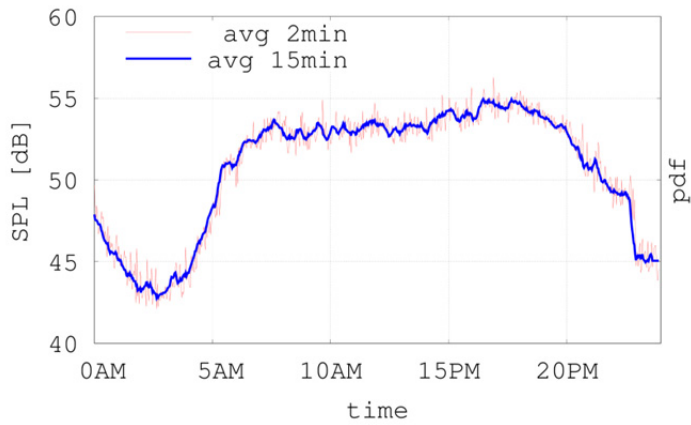
May 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



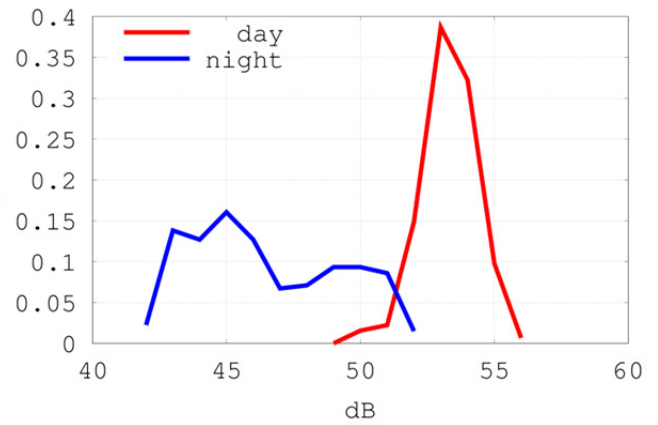
May 2014 Noise SPL, pdf



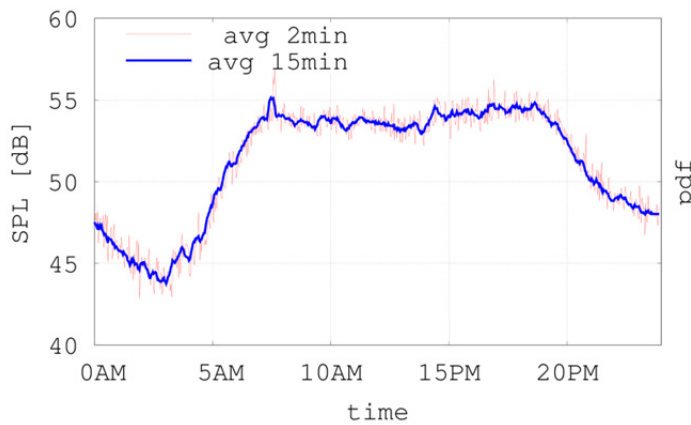
Jun 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



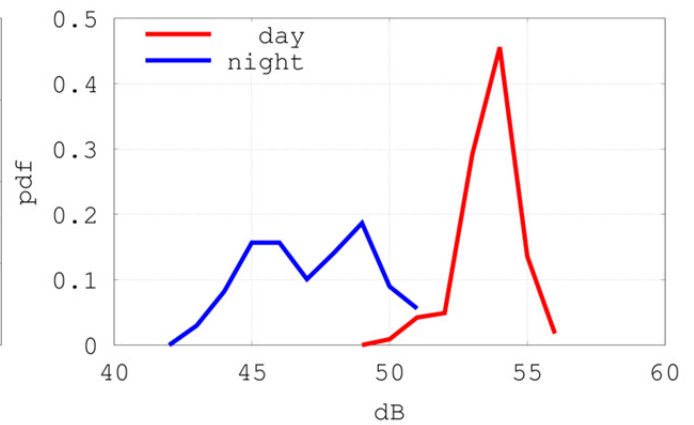
Jun 2014 Noise SPL, pdf



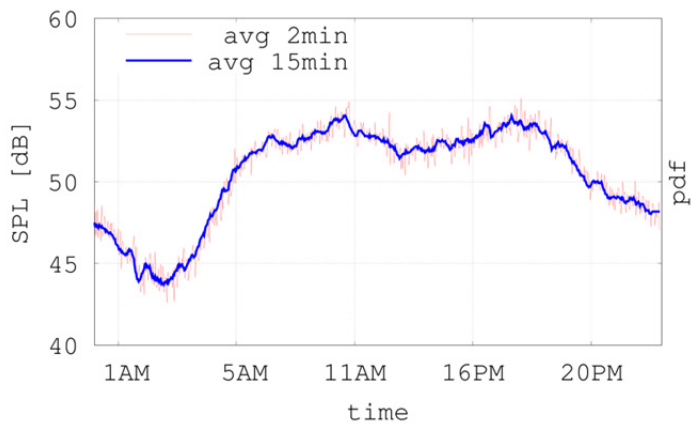
Jul 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



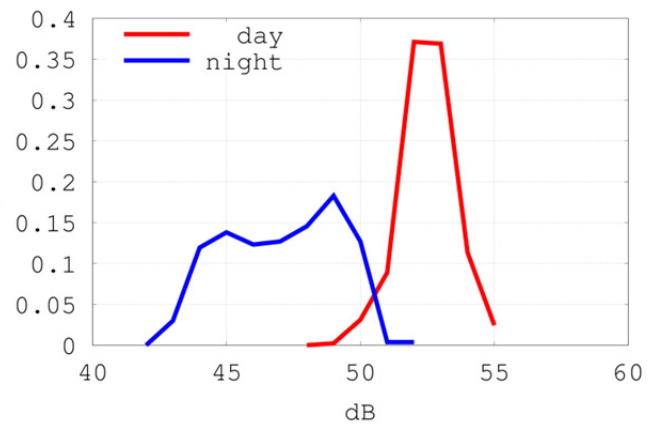
Jul 2014 Noise SPL, pdf



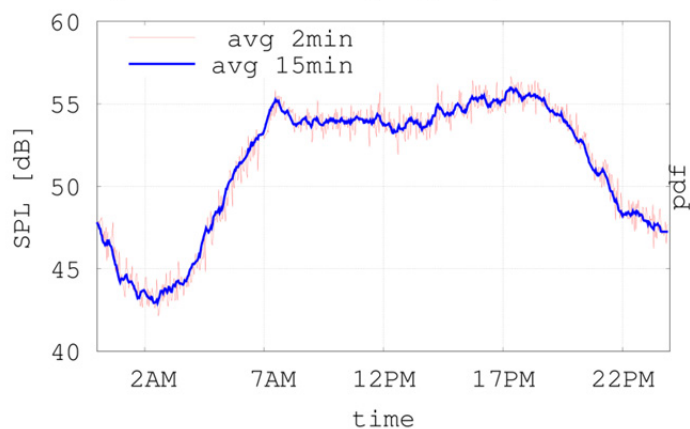
Aug 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



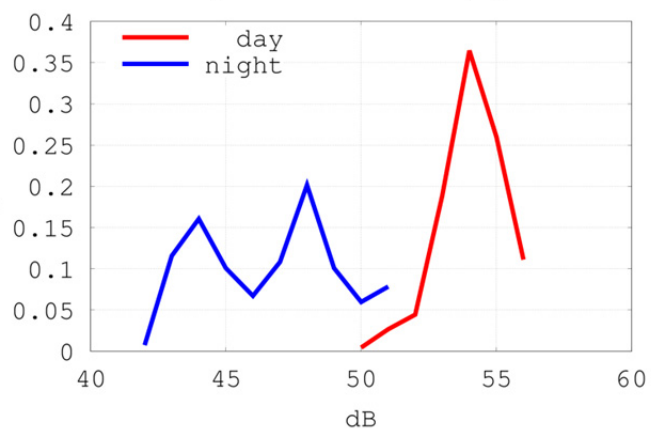
Aug 2014 Noise SPL, pdf



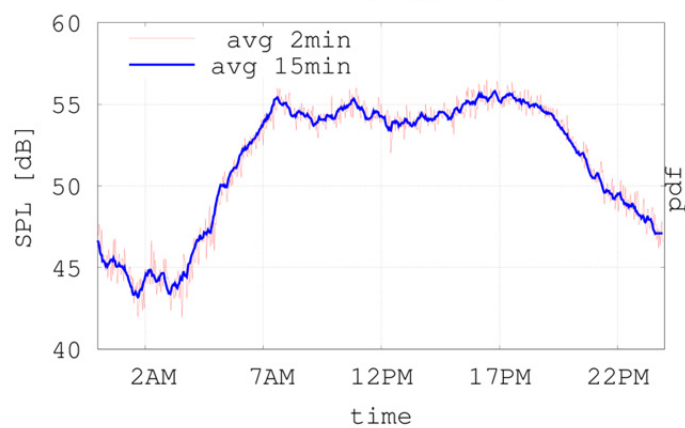
Sep 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



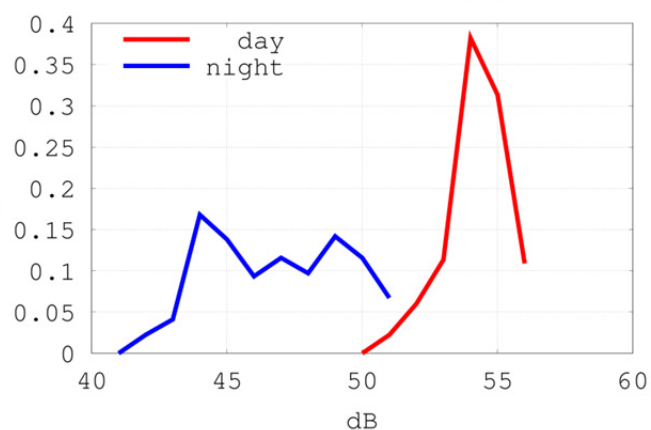
Sep 2014 Noise SPL, pdf



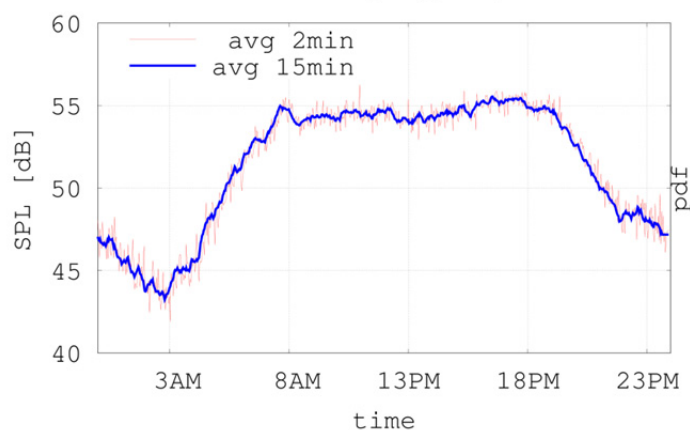
Oct 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



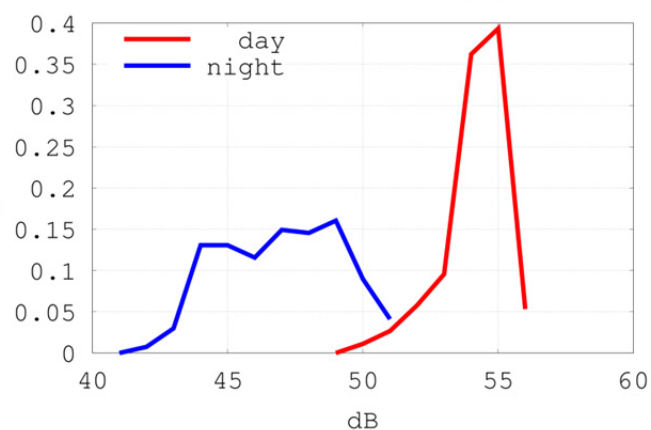
Oct 2014 Noise SPL, pdf



Nov 2014 Noise SPL, type A, FAST 125ms



Nov 2014 Noise SPL, pdf



Dati Giornalieri

Riportare i grafici per ogni giorno dell'anno sarebbe stato oltremodo prolisso. Tutti i dati (oltre al presente documento) sono resi disponibili al seguente indirizzo web:

http://www.brainworks.it/OYON_2014.tar.gz

Si invita il lettore critico ad elaborare lui stesso le misure a partire dai file di dati sperimentali originali (.csv) con il metodo che meglio crede, fermo restando l'auspicio della condivisione scientifica di risultati altrui e relative considerazioni.

Meglio sarebbe poter disporre di dati *giornalieri* ufficiali ARPA⁶ per una correlazione sistemica di dati provenienti da zone simili, purtroppo questo non è attualmente possibile in conseguenza delle norme vigenti, lentezze burocratiche e della scarsità delle centraline di misura disposte sul territorio cremonese.

⁶ ARPA: Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Lombardia www.arpalombardia.it/



Software

Lo strumento di misura utilizzato supporta un'interfacciamento di comunicazione USB. La scheda di controllo (RaspberryPi) permette di collegare device USB previa disponibilità di un driver di comunicazione per il sistema operativo stesso (Linux).

Il fonometro non fornisce tale driver ed è stato necessario fare un *reverse engineering* del protocollo utilizzato dallo strumento al fine di automatizzare le letture dei dati.

La procedura richiede un riferimento, e fortunatamente lo strumento è dotato di un driver per sistema Windows. È stato effettuato lo studio delle transazioni USB per una serie di misure di riferimento. Contemporaneamente, usando software di analisi del bus USB, sono stati analizzati i contenuti dei *buffer* di transazione USB al fine di capire quali siano i campi importanti per la lettura della misura.

A tale fine è stato necessario leggere i valori di VendorID e ProductID, cosa possibile grazie al comando:

```
#> lsusb -v
```

Ottenendo il seguente risultato:

```
1 Bus 001 Device 005: ID 1234:5678 Brain Actuated Technologies
2 Device Descriptor:
3   bLength                18
4   bDescriptorType        1
5   bcdUSB                 1.10
6   bDeviceClass            0 (Defined at Interface level)
7   bDeviceSubClass        0
8   bDeviceProtocol        0
9   bMaxPacketSize0        8
10  idVendor                0x1234 Brain Actuated Technologies
11  idProduct               0x5678
12  bcdDevice               0.00
13  iManufacturer          1 SM
14  iProduct               2 SM
15  iSerial                0
16  bNumConfigurations     1
17 Configuration Descriptor:
18   bLength                9
19   bDescriptorType        2
20   wTotalLength           41
21   bNumInterfaces        1
22   bConfigurationValue    1
23   iConfiguration        0
24   bmAttributes           0x80
```

```

25     (Bus Powered)
26     MaxPower          50mA
27     Interface Descriptor:
28         bLength        9
29         bDescriptorType 4
30         bInterfaceNumber 0
31         bAlternateSetting 0
32         bNumEndpoints   2
33         bInterfaceClass  3 Human Interface Device
34         bInterfaceSubClass 0 No Subclass
35         bInterfaceProtocol 0 None
36         iInterface       0
37         HID Device Descriptor:
38             bLength        9
39             bDescriptorType 33
40             bcdHID         1.10
41             bCountryCode   0 Not supported
42             bNumDescriptors 1
43             bDescriptorType 34 Report
44             wDescriptorLength 52
45         Report Descriptors:
46             ** UNAVAILABLE **
47     Endpoint Descriptor:
48         bLength        7
49         bDescriptorType 5
50         bEndpointAddress 0x02 EP 2 OUT
51         bmAttributes    3
52             Transfer Type    Interrupt
53             Synch Type       None
54             Usage Type       Data
55         wMaxPacketSize   0x0008 1x 8 bytes
56         bInterval        0
57     Endpoint Descriptor:
58         bLength        7
59         bDescriptorType 5
60         bEndpointAddress 0x81 EP 1 IN
61         bmAttributes    3
62             Transfer Type    Interrupt
63             Synch Type       None
64             Usage Type       Data
65         wMaxPacketSize   0x0008 1x 8 bytes
66         bInterval        0
67 Device Status: 0xb908
68     (Bus Powered)

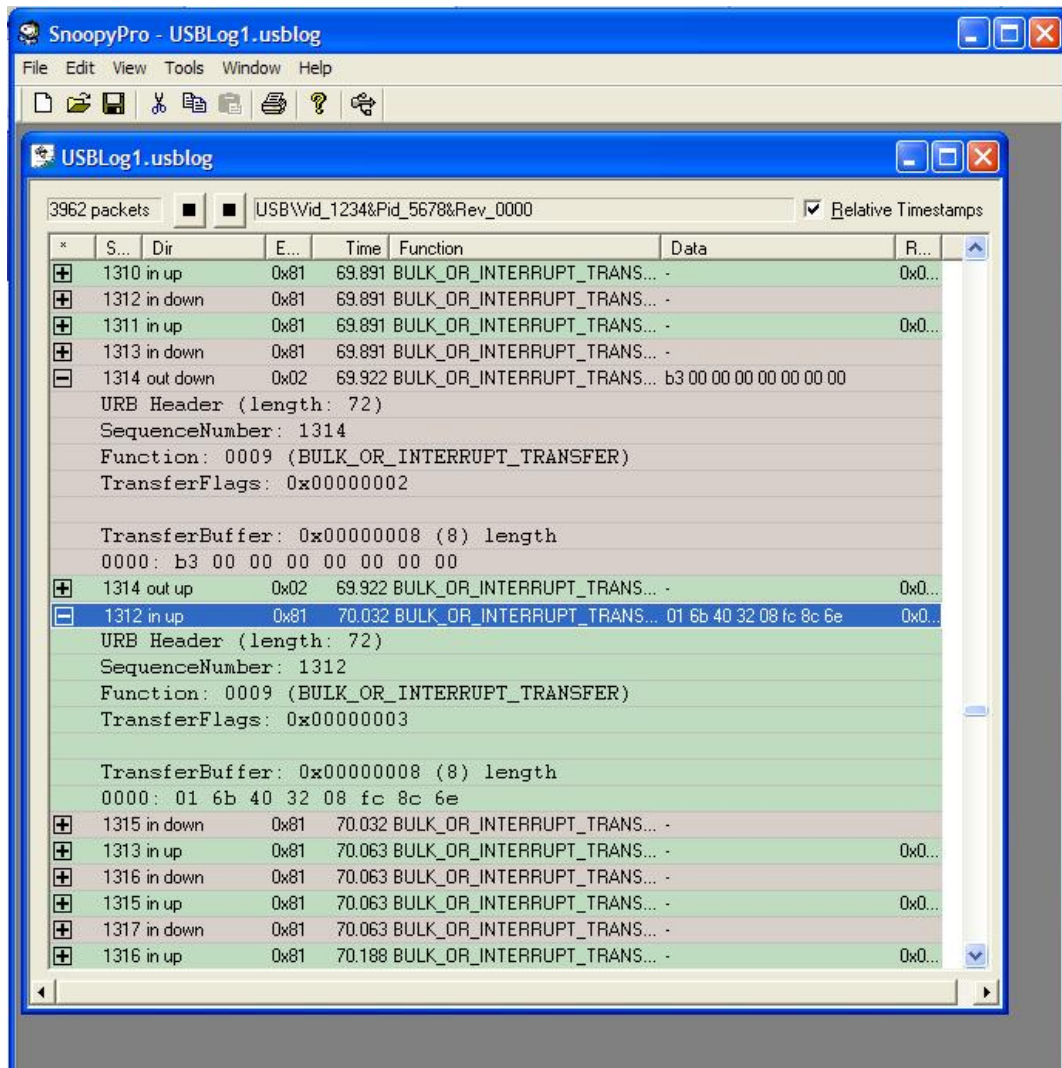
```

Le informazioni d'interesse sono in realtà solo le seguenti:

- 1) idVendor: 0x1234 Brain Actuated Technologies
- 2) idProduct: 0x5678
- 3) The unit has one input endpoint (dataflow going from AR844 to the computer) at add address 0x81, transfer is 8 bytes, interrupt
- 4) The unit has one output endpoint, address 0x02, 8bytes data, interrupt

Per capire quali siano i valori trasmessi sul bus USB sono state necessarie alcune catture dati del bus stesso mentre lo strumento effettua una misura “nota” di riferimento.

In figura un esempio di transazione tra lo strumento e il software VoiceLab (Windows, software di controllo a corredo dello strumento stesso)



Dopo alcune misure è stato possibile dedurre le seguenti informazioni:

- 1) Ogni lettura dello strumento richiede l'invio di un comando verso l'endpoint USB con il particolare dato "b3 00 00 00 00 00 00"
- 2) La risposta è in genere una stringa di bytes dove l'ultima parte è in generale costante

Il successivo studio di correlazione dei risultati ha permesso di capire il protocollo di comunicazione delle letture SPL (non solo il valore numerico, ma anche la tipologia di curva acustica e il range di misura impostate)

La parte essenziale sono i primi 3 bytes della risposta.
I primi due bytes forniscono la misura numerica:

$$\text{SPL_measure} = (\text{Byte0} * 256 + \text{Byte1}) / 10$$

Il terzo byte fornisce una *bitmask* per le rimanenti informazioni:

```
bit0 (LSB) : measure range bit0
bit1       : measure range bit1
bit2       : measure range bit2
bit3       : NC
bit4       : curve type, A=1, C=0
bit5       : NC
bit6       : sampling type, SLOW=1, FAST=0
bit7       : ??
```

L'intervallo (*range*) di misura è espresso con tre bit perché lo strumento possiede quattro impostazioni di sensibilità prefissate: 30/130, 30/80, 50/100, 60/110. Il valore dei tre bit specifica quale range di misura è impostato:

```
0 = range 30 to 180dB
1 = range 30 to 80dB
2 = range 50 to 100dB
3 = range 60 to 110dB
```


Interfacciamento

Al fine di permettere al lettore curioso la possibilità di replicare l'esperimento e ottenere risultati genuini è qui riportato lo script perl utilizzato per la lettura automatizzata dell'SPL meter modello AR 844.

Il software qui descritto è rilasciato con licenza di utilizzo GPLv3.

```

1  #!/usr/bin/perl -w
2
3  #
4  #=BEGIN BRAINWORKS GPL
5  #
6  # This file is part of the BrainWorks RPi Environmental Monitor.
7  #
8  # Copyright(c) 2013 Gianluca Filippini
9  # http://www.brainworks.it
10 # info@brainworks.it
11 #
12 #   This program is free software: you can redistribute it and/or modify
13 #   it under the terms of the GNU General Public License as published by
14 #   the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
15 #   (at your option) any later version.
16 #
17 #   This program is distributed in the hope that it will be useful,
18 #   but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
19 #   MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
20 #   GNU General Public License for more details.
21 #
22 #   You should have received a copy of the GNU General Public License
23 #   along with this program. If not, see <http://licenses="" www.gnu.org="">.
24 #
25 #=END BRAINWORKS GPL
26 #
27
28
29 use Date::Format;
30 use Time::HiRes qw(usleep);
31 use strict;
32 use Device::USB;
33
34 # output csv file
35 my $data_path=$ARGV[0];
36 my $data_file=$ARGV[1];
37
38 # Brain Actuated Technologies
39 my $VENDOR = 0x1234;
40
41 # AR844 Digital Sound Level Meter
42 my $PRODUCT = 0x5678;
43
44 my $tmp=0;
45
46 my $usb = Device::USB->new();
47 my $dev = $usb->find_device( $VENDOR, $PRODUCT );
48
49 printf "Device: %04X:%04X\n", $dev->idVendor(), $dev->idProduct();
50

```

```

51 $tmp = $dev->open();
52 print "open: ".$tmp."\n";
53
54 $tmp = $dev->detach_kernel_driver_np(0);
55 print "detach: ".$tmp."\n";
56
57 my $cfg = $dev->config()->[0];
58 my $inter = $cfg->interfaces()->[0]->[0];
59
60 print "Interface:", $inter->blumEndpoints(),
61       " name: ", $dev->get_string_simple($inter->iInterface()),
62       ": endpoint count: ", $inter->blumEndpoints(), "\n";
63 print "\n";
64
65
66 my $buf;
67 my @bytes;
68 my $SoundLeveldB;
69 my $MeasureSpeed;
70 my $MeasureCurveType;
71 my $MeasureRange;
72 my $MeasureDate;
73 my $MeasureTime;
74
75
76 for (my $count = 1; $count >= 1; $count--) {
77     #
78     # send the READ command
79     $buf = "\x{b3}\x{00}\x{00}\x{00}\x{00}\x{00}\x{00}\x{00}";
80     $tmp = $dev->interrupt_write( 0x02, $buf, 1000 );
81
82     #
83     # read the SPL measure
84     $tmp = $dev->interrupt_read( 0x81, $buf = "", 8, 1000 );
85     @bytes = unpack 'C*', $buf;
86
87     #
88     # some simple conversion and human friendly logging
89     my $datetime = time;
90     my $MeasureDate = time2str("%Y-%m-%d", $datetime);
91     print $MeasureDate;
92     my $MeasureTime = time2str("%H:%M:%S", $datetime);
93     print $MeasureTime;
94
95     $SoundLeveldB = (256*$bytes[0] + $bytes[1])/10;
96     printf " %2.1f ", $SoundLeveldB;
97
98     $MeasureSpeed = $bytes[2] >> 6;
99     if ($MeasureSpeed eq 1) {
100         print "FAST ";
101     } else {
102         print "SLOW ";
103     }
104
105     $MeasureCurveType = ($bytes[2] >> 4) & 0x01;
106     if ($MeasureCurveType eq 0) {
107         print "A ";
108     } else {
109         print "C ";
110     }
111

```

```

112     $MeasureRange = $bytes[2] & 0x07;
113     print $MeasureRange;
114     print "\n";
115
116     #
117     #output to CSV file
118     if ( (defined $data_path) && (defined $data_file) ) {
119         my $filename=$data_path."/". $data_file;
120
121         open DATAFILE, ">>", $filename;
122
123         print DATAFILE $MeasureDate.", ";
124         print DATAFILE $MeasureTime.", ";
125         print DATAFILE $SoundLeveldB.", ";
126         print DATAFILE $MeasureSpeed.", ";
127         print DATAFILE $MeasureCurveType.", ";
128         print DATAFILE $MeasureRange.", ";
129         print DATAFILE time2str("%H", $datetime);
130         print DATAFILE time2str("%M", $datetime);
131         print DATAFILE time2str("%S\n", $datetime);
132
133         close (DATAFILE);
134     }
135
136     #
137     # sleep 1sec
138     usleep(1000000);
139 }
140
141 #
142 #print "reset!\n";
143 $dev->reset();
144
145 print "\n";
146 print "\n";
147
148 exit(1);
149 </http:>

```



Conclusioni

Il lettore che è arrivato sino alla fine del presente documento si chiede certamente quali conclusioni si possono trarre dall'esperimento effettuato.

Ebbene le conclusioni sono semplici, e la loro semplicità ne rafforza il messaggio.

E' evidente che la comunità scientifica e amministrativa conoscono la gravità e le conseguenze del trascurato controllo del rumore ambientale. E' assodato inoltre che tutto questo fosse noto già nel 2007 alla città di Cremona.

Il lettore distratto è portato ad asserire che *ovviamente* la zona è soggetta a un rumore di forte impatto data la presenza delle vie principali di traffico. Ebbene è altrettanto vero che si sta *ovviamente* ignorando l'aspetto storico delle decisioni di modifica urbanistica.

Occorre però porre l'attenzione sulla *vera* criticità esposta dai dati numerici: Il punto da analizzare sta nel rumore percepito durante la fascia oraria notturna, non in quella diurna. Il messaggio dei dati esposti sta nel controllo e nel monitoraggio notturno della zona, specialmente in virtù della costruzione del raccordo/tangenziale e della posa in opera delle barriere acustiche a essa associate.

L'opera d'isolamento acustico si dimostra di scarsa efficacia durante tutto l'arco della giornata ma in particolar modo durante la notte, la dove le misure chiaramente mostrano come le linee guida della comunità europea non siano minimamente raggiunte.

Si noti bene: tutto questo non è importante per risolvere un problema puntuale, di un singolo o di un'isolata unità abitativa.

Quest'analisi è importante per migliorare la qualità della vita di una vasta area alla periferia di Cremona, zona che denota evidenti segni di degrado e che non merita la trascuratezza alla quale è stata soggetta negli anni.

Migliorare le condizioni di vita significa ottimizzare la realtà abitativa residenziale e incrementare l'attrattiva verso future generazioni che potranno apprezzare e

mantenere il livello di coesione e connessione fra l'uomo e il territorio, fra le persone e il loro bene.

Questo documento non espone alcuna novità assoluta, e chiaramente questo non è il suo obiettivo primario. Lo scopo di "documentare" è comunque forte, e tale deve essere.

La comunità locale di via Battaglione è radicata in anni remoti, ben più lontani della realizzazione della tangenziale Bosco-ExParmigiano. Preservare il bene comune avrebbe richiesto un ben più cauto studio delle condizioni ambientali e una ben più conservativa misura d'isolamento acustico, cosa che non è stata fatta, come dimostrano i dati esposti.

Il passato non si può cambiare.

La vera conclusione è un messaggio di auspicio.

L'augurio che si possa cambiare *per* il futuro. Cambiare iniziando un percorso di studio e monitoraggio che renda evidenti, in modo *formale*, le criticità con lo scopo di prevenire un nuovo deterioramento dell'ambiente circostante.

Ciò significa un monitoraggio dei livelli d'inquinamento ambientale ma anche un *attivo* controllo dei flussi di traffico, una costante attenzione alle condizioni del piano stradale, oltre ad un sistema moderno per la prevenzione delle infrazioni di velocità automobilistica specialmente nelle ore notturne (la dove l'elevata velocità è sempre associata ad un elevato livello di rumore)

E' auspicabile che si possa iniziare (in modo scientifico) un progetto di revisione programmatica e ripetitiva delle barriere acustiche della tangenziale al fine di adattare la capacità e dimensione ai cambiamenti (in divenire) della comunità e delle spinte di espansione urbanistica di cremona.

Non si dimentichi che ogni intervento migliorativo non avrà nessun beneficio nel tempo se realizzato in modo puntuale e isolato. Occorre implementare protocolli rigorosi di verifica (ad intervalli temporali regolari) che impongano una misura deterministica dell'efficacia delle strutture poste in essere.

Infine il messaggio ultimo di questo documento è semplicemente una speranza.

La speranza che il cittadino *moderno* sia sempre più incline ad un contributo attivo a favore della conservazione del territorio e dei suoi innumerevoli beni.

Il talento e la conoscenza diffusa della cittadinanza sono un bene prezioso che deve essere condiviso e partecipato. Solo così il cittadino sarà parte integrante delle decisioni (importanti) attuate dalle rappresentanze locali.

Ne consegue però la legittima richiesta di ascolto.

Un ascolto leale e puntuale, continuo e disponibile, aperto alla discussione e al comune sentire, attento al contributo delle competenze individuali, affinché si cambino i meccanismi operativi e si possa instaurare un cammino *illuminato* verso una costruzione migliore delle periferie di Cremona.

Tutto questo al fine ultimo di evitare il ripetersi delle decisioni passate ed innovare le decisioni future.



Bibliografia

- Gianluca Filippini: Dati SPL sperimentali 2014 per Via Battaglione, Cremona:
http://www.brainworks.it/OYON_2014.tar.gz
- Comune di Cremona: Piano di Zonizzazione acustica:
http://www.comune.cremona.it/bd_ui-viewContent-id_info_form-961.phtml.

Link alternativo per Tav.4:
http://www.brainworks.it/rpi-environmental-monitoring/data/uploads/cremona_acoustic_zone_page_4.pdf
- European Heart Journal: doi:10.1093/eurheartj/ehq466 in copia al link:
<http://eurheartj.oxfordjournals.org/content/early/2011/01/08/eurheartj.ehq466.full>
- Night Noise Guidelines for Europe: Grant Agreement 2003309 Between the European Commission, DG Sanco and the World Health Organization, Regional Office for Europe
http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_08_frep_en.pdf
- Australian Acoustical Society
McMinn, Terrance :“A-Weighting”:Is it the metric you think it is?
Curtin University of Technology
http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AAS2013/papers/p39.pdf
- Simon Fraiser University: Sound Level Meter
http://www.sfu.ca/sonic-studio/handbook/Sound_Level_Meter.html
- USB protocol specifications: <http://www.usb.org/developers/docs/>
- Linux LibUSB library: <http://libusb.info/>

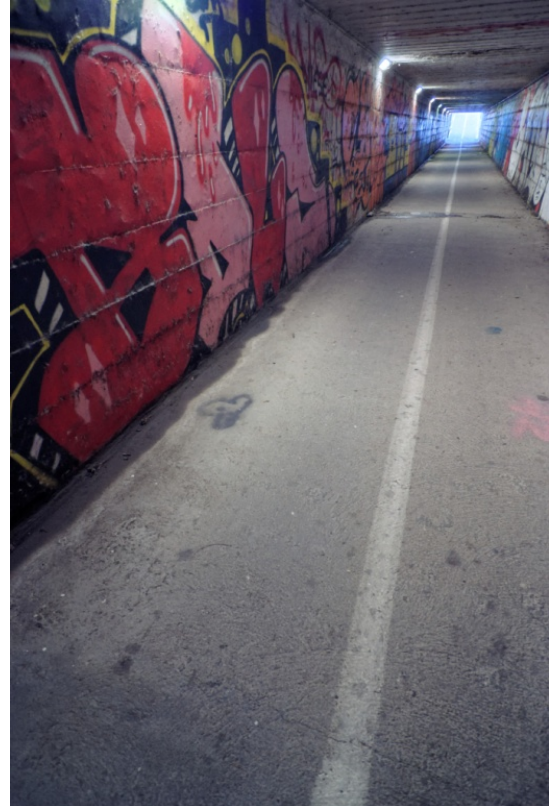
This page intentionally left blank

«
O frati, dissi, che per cento milia
perigli siete giunti a l'occidente,
a questa tanto picciola vigilia

d'i nostri sensi ch'è del rimanente
non vogliate negar l'esperïenza,
di retro al sol, del mondo senza gente.

Considerate la vostra semenza:
fatti non foste a viver come bruti,
ma per seguir virtute e canoscenza.
»

*Dante Alighieri, Divina Commedia,
Inferno canto XXVI
vv. 112-120*



This page intentionally left blank

«
In the quiet of the night
let our candle always burn,
let us never lose
the lessons we have learned.
»

Teo Torriatte (Let Us Cling Together)
Brian May (1976)



This page intentionally left blank