



# La determinazione del rumore da infrastrutture di trasporto: incertezza di misura e confrontabilità dei risultati

# Incertezza vs confrontabilità

---

- Sono "sinonimi" ?
  - **Incertezza di misura: variabilità attesa tra misure effettuate nello stesso posto e nello stesso periodo;**
  - **Si confrontano tra loro misure legittime della stessa infrastruttura,**
  - **anche "ad una certa distanza"**
- Occorre sapere il fine della misura per sapere che margini abbiamo di variare punto e periodo.



# Confrontabilità ed obiettivi

## Rumore stradale o ferroviario in facciata di edifici

| obiettivo   | Principali fattori di variabilità  |
|---|--|
| contestazione superamento dei limiti-sanzioni               | <ol style="list-style-type: none"><li>1. posizione sulla facciata;</li><li>2. altre sorgenti interferenti (solo stradale);</li><li>3. individuazione degli eventi anomali;</li><li>4. incertezza strumentale.</li></ol>                      |
| verifica necessità o efficacia di interventi di risanamento | <ol style="list-style-type: none"><li>1. periodo di misura scelto;</li><li>2. posizione sulla facciata;</li><li>3. altre sorgenti interferenti;</li><li>4. individuazione degli eventi anomali;</li><li>5. incertezza strumentale.</li></ol> |



# Confrontabilità ed obiettivi



## Rumore stradale o ferroviario **all'interno** di edifici

### obiettivo

### Principali fattori di variabilità

verifica necessità  
o efficacia di  
interventi di  
risanamento

1. periodo di misura scelto;
2. **arredamento (unità assorbenti) nel locale scelto;**
3. altre sorgenti interferenti;
4. individuazione degli eventi anomali;
5. incertezza strumentale.



# Confrontabilità ed obiettivi

## Rumore stradale o ferroviario

### obiettivo

Misura della  
emissività  
dell'infrastruttura  
(taratura di modelli)  
in condizioni di  
traffico controllate

### Principali fattori di variabilità

1. Rappresentatività del tratto scelto;
2. rappresentatività del parco veicolare nel periodo di misura scelto;
3. incertezza strumentale.



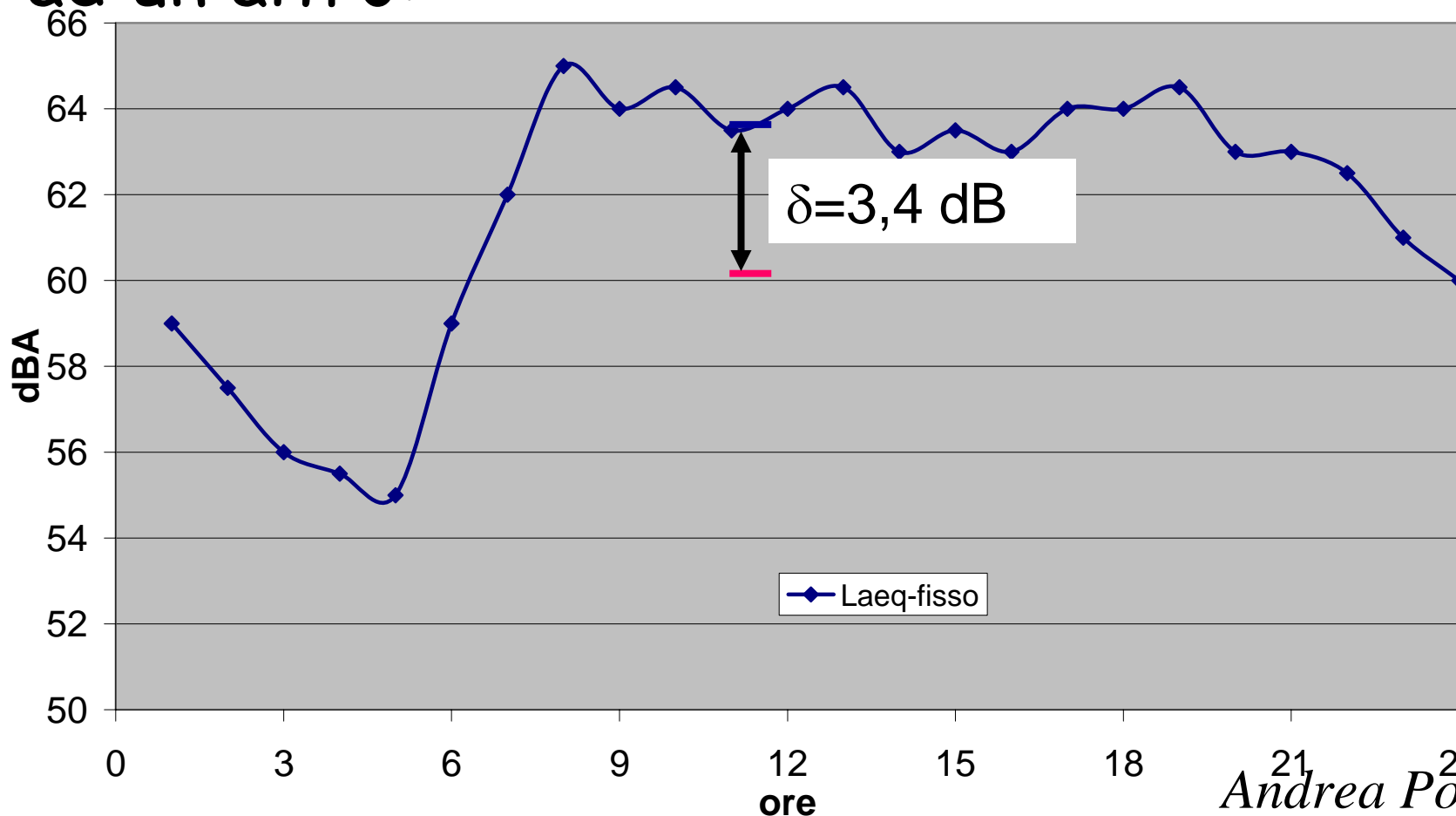
# Confrontabilità ed obiettivi

| <b>Rumore aeroportuale esterno/interno di edifici</b>   |  |
|---|--|
| <b>obiettivo</b>  | <b>Principali fattori di variabilità</b>   |
| Confronto con i limiti e verifica necessità o efficacia interventi di risanamento <b>in esterno</b> | 1. Incertezza strumentale.   |
| Verifica necessità o efficacia interventi di risanamento <b>in interno</b>                          | 1. arredamento (unità assorbenti) nel locale scelto;<br>2. Incertezza strumentale. |



# Un complicazione utile

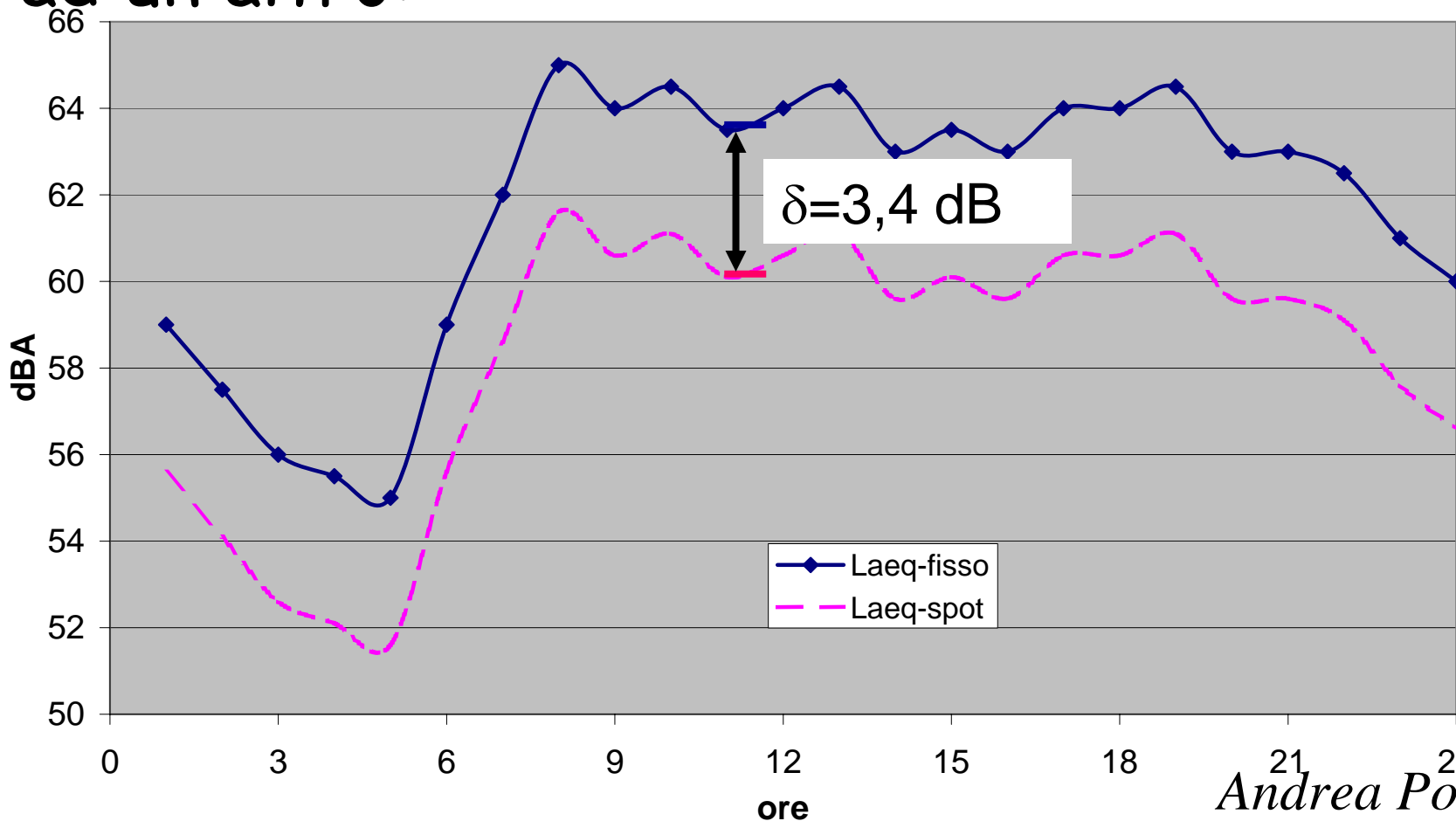
- Misurare in continuo in un posto e riferirlo ad un altro:





# Un complicazione utile

- Misurare in continuo in un posto e riferirlo ad un altro:







# Un complicazione utile

- Misurare in continuo in un posto e riferirlo ad un altro:
  - È prevista dal DM 16/3/98 per i treni,
  - E difficile posizionare una "centralina" esattamente "in facciata",
  - Rende più facile eliminare le interferenze,
  - Rende più semplice caratterizzare più ricettori vicini tra loro,
  - Consente più facilmente misure di perdite di inserzione,
  - È la prassi per la "taratura" di modelli.....



# Un complicazione utile

---

- Misurare in continuo in un posto e riferirlo ad un altro:
  - **Consente più misuratori "contemporaneamente" nello stesso posto!**



# L'interconfronto

---

- Uno dei modi più diretti di determinare l'incertezza di misura è l'interconfronto,
- È anche un mezzo potente per scoprire elementi nascosti di criticità metrologica,
- Ad oggi non si hanno notizie di interconfronti nel settore dell'acustica ambientale,
- Arpat ne ha organizzato uno tra i suoi laboratori, su misure di rumore stradale.



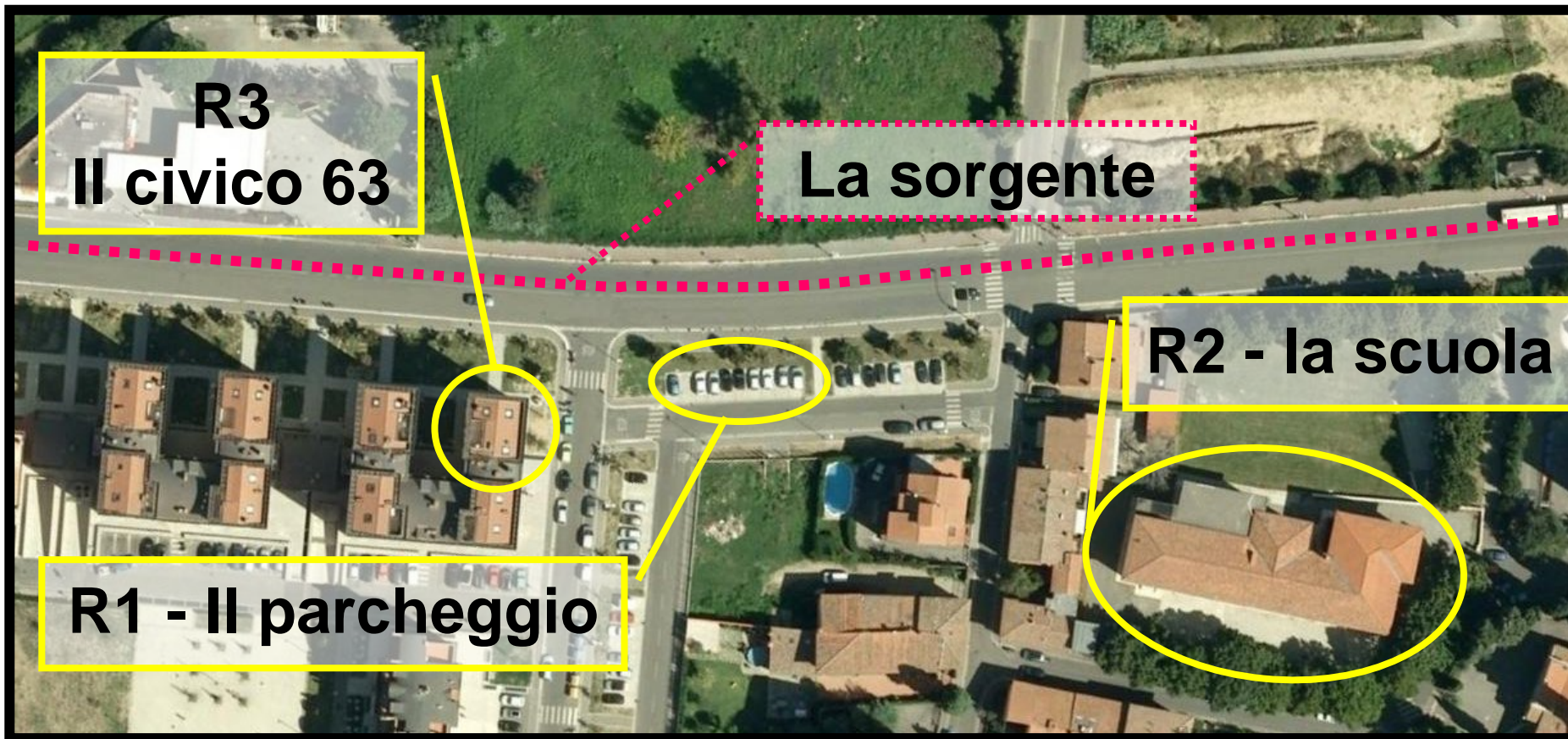
# L'interconfronto: lo schema



- misurare il rumore di una strada urbana di periferia, in tre posizioni correlate:
  - con postazioni mobili presso un parcheggio adiacente;
  - Con misure spot correlate presso due civici lungo la strada
- tutte le misure dovevano svolgersi nell'arco di un mese;
- si seguiva il DM 16/3/98 - misure di rumore stradale.



# L'interconfronto: la location





# Il parcheggio

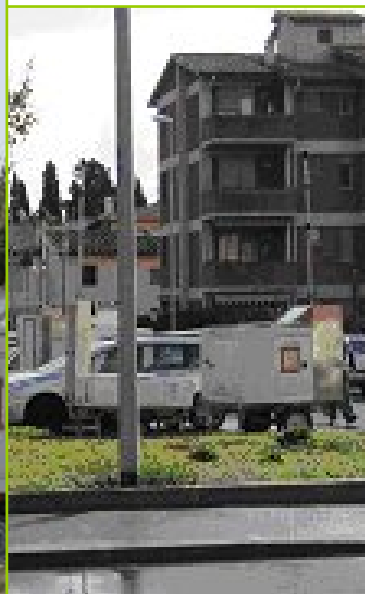


**LAeq diurno = 65 dB**

**LAeq notturno = 59 dB**



# Il parcheggio





# La scuola







# Il civico 63





# Il civico 63



*Andrea Poggi*



# I partecipanti

---

- 6 laboratori diversi;
- 3 tipi di postazione fissa (3 costruttori);
- 4 tipi di fonometro;
- Età strumenti 1-16 anni;
- Tutti -1, tarati regolarmente:
  - **Dalla taratura 6-24 mesi,**
  - **3 centri sit diversi,**
- Un solo lab accreditato ISO 17025;
- Stesso protocollo per tutti.



# analisi preliminare

---

- Periodo: ottobre
- Temperatura:  $12^{\circ} \div 25^{\circ}$
- Verifica calibrazione:  $\sigma = 0,15$  dB;
- Distanza fissi strada  $11\text{m} \div 17\text{m}$ ;
- Il  $\delta$  livello fisso non conta;
- Per il confronto del  $L_{Aeq}$  settimanali è stato corretto per divergenza geometrica;



# Risultati

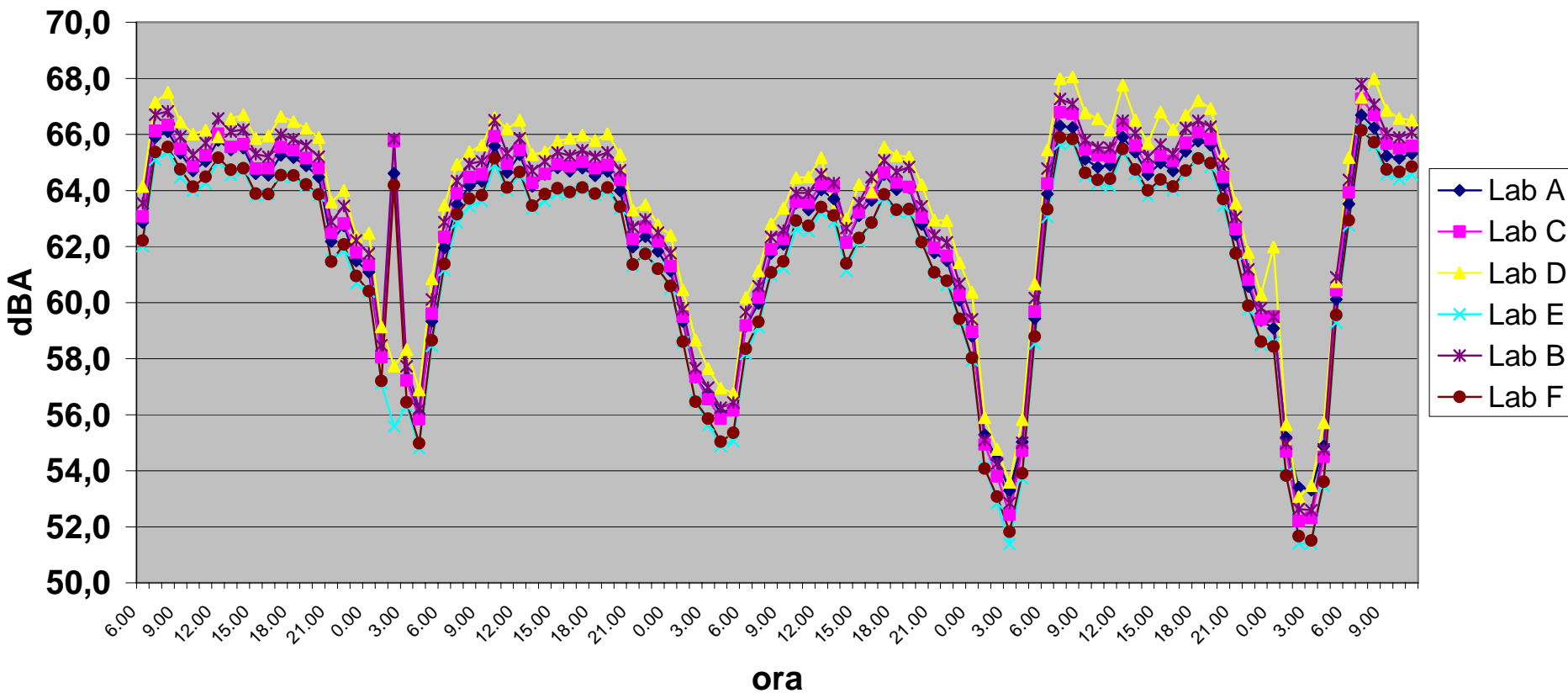
## Scarto tipo dei LAeq settimanali

| <b>periodo</b> | <b>Civico 63</b><br><b><math>\sigma</math> (dB)</b> | <b>Scuola</b><br><b><math>\sigma</math> (dB)</b> | <b>Fissa</b><br><b><math>\sigma</math> (dB)</b> |
|----------------|---|--|---|
| Diurno         | 0,41  | 0,62   | 0,33  |
| Notturmo       | 0,41  | 0,66   | 0,30  |
| $\delta$       | 0,8   | -6,3   |   |



# Il profilo è lo stesso?

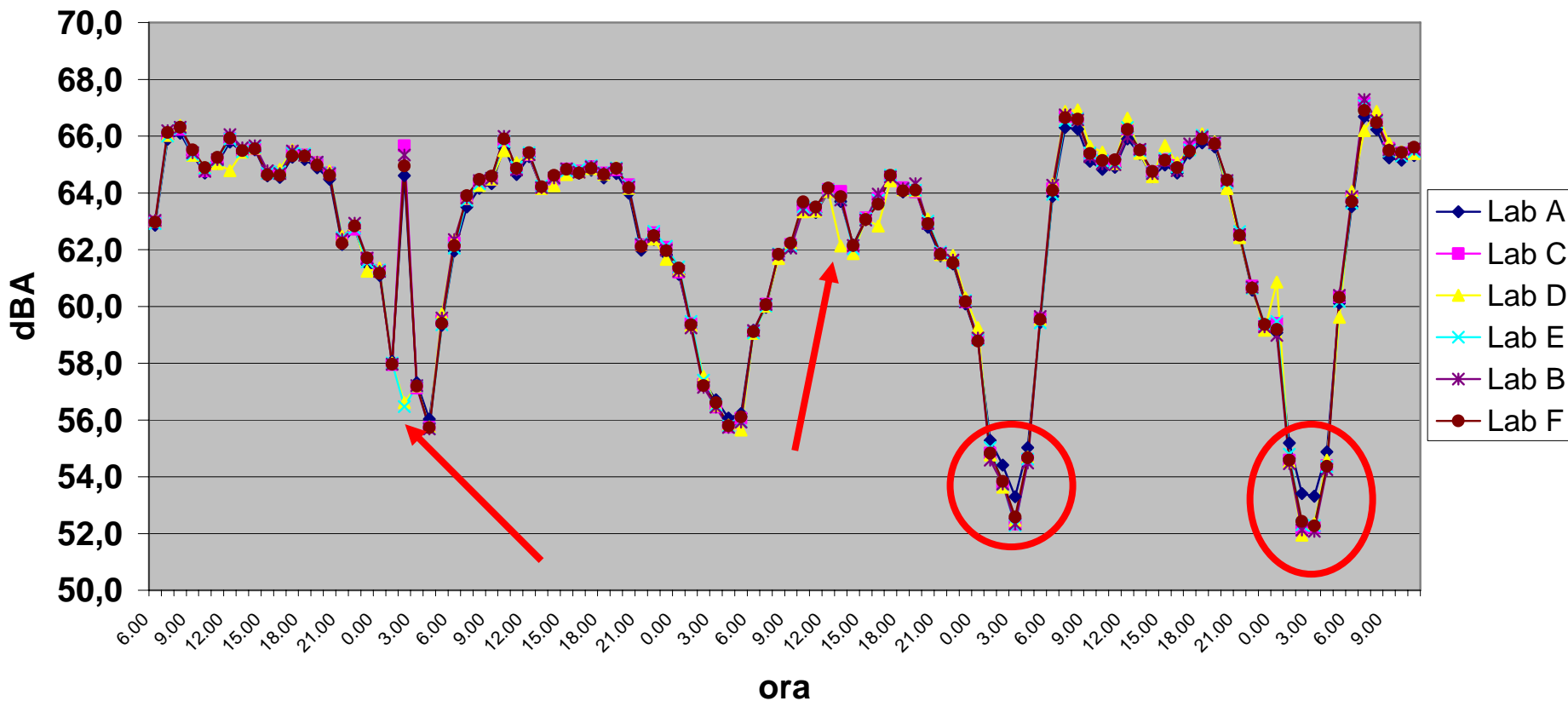
## Livelli orari postazioni Fisse





# Il profilo è lo stesso?

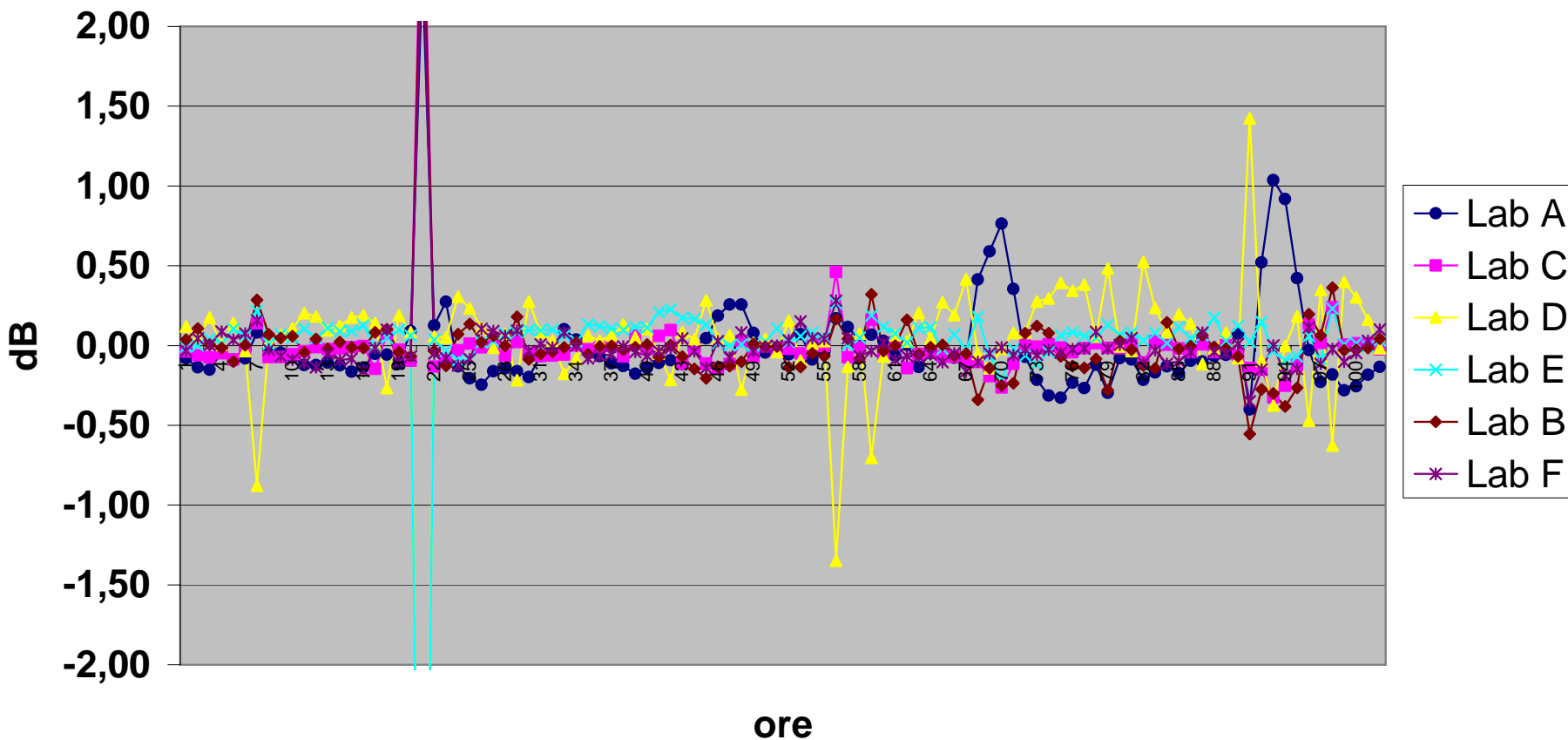
## Livelli orari postazioni Fisse





# Il profilo è lo stesso?

scarto livelli orari dalla media







# Fluttuazioni del profilo

| Scarto tipo LAeq orari con outliers |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | Lab A | Lab C | Lab D | Lab E | Lab B | Lab F |
| 24 ore                              | 0,33  | 0,35  | 0,63  | 0,58  | 0,33  | 0,28  |
| diurno                              | 0,11  | 0,08  | 0,28  | 0,07  | 0,10  | 0,08  |

| Scarto tipo LAeq orari senza outliers |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | Lab A | Lab C | Lab D | Lab E | Lab B | Lab F |
| 24 ore                                | 0,17  | 0,06  | 0,18  | 0,07  | 0,11  | 0,07  |
| diurno                                | 0,10  | 0,05  | 0,18  | 0,06  | 0,09  | 0,07  |



# valutazione

---

Cosa abbiamo incluso:

- **Temperatura e meteo (da mezza stagione),**
- **Scelta del punto di misura,**
- **Scelta microfono,**
- **Variazioni di  $\delta$ ;**
- Le incertezza riscontrate sono in linea con la (poca) letteratura disponibile.



# conclusioni

---

- L'incertezza strumentale si può valutare con interconfronti;
- Gli aspetti procedurali possono contare molto;
- Una misura in due passi offre molti vantaggi a poco prezzo;
- Occorre definire meglio fin dove ci si può spingere con la "distanza" fissa-spot;



# conclusioni

---

- Un ringraziamento a tutti colleghi che hanno partecipato all'interconfronto...
- ...e in particolare a Tamara Verdolini e David Casini che lo hanno organizzato,
- In autunno lo rifacciamo: siete tutti invitati!