



Advanced Industrial Design in Acoustic s.r.l.
Spin-off dell'Università degli Studi di Parma

Sede legale: v. G. Ferraris n.13 - 43036 Fidenza (PR)
Sede operativa: v. G. Sicuri 60/a – 43100 Parma
Tel. 0521 969036 Fax. 0521 256963
C.F. – P.I. – R.I. 02285590341
C.S.: €10.000,00 I.V.

www.aidasrl.it info@aidasrl.it

REPUBBLICA ITALIANA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA



Verifica dei livelli di rumore e vibrazioni presso la Centrale Idroelettrica di Campione del Garda e proposta di Classificazione Acustica del territorio comunale

Data: 27 aprile 2010

Committente: Coopsette SCARL – Campegine (RE)

Oggetto: Rilievi fonometrici e vibrazionali secondo norme UNI 9433 e UNI 9884, UNI 8314 e UNI 11048 e proposta di classificazione acustica comunale secondo DGR Lombardia 9776/2002

Tecnici: **Ing. Enrico Armelloni**
Assegnista di Ricerca – Università degli Studi di Parma
ALBO degli Ingegneri Prov. PIACENZA N.°1120
Tecnico Competente in acustica ai sensi della legge n.447/1995
Regione Emilia Romagna DD 1947/01
armelloni@aidasrl.it

Prof. Ing. Angelo Farina
Professore Ordinario – Università degli Studi di Parma
Tecnico Competente in acustica ai sensi della legge n.447/1995
Regione Emilia Romagna DD 11394/98
farina@aidasrl.it

INDICE

1. Premessa.....	3
2. Quadro normativo di riferimento	3
3. Strumentazione di misura impiegata.....	4
4. Dettagli sull'esecuzione delle prove e sui risultati.....	4
5. Misurazioni fonometriche	6
6. Misura dei livelli di vibrazione	12
7. Proposta di classificazione acustica del territorio	25
8. Mitigazione delle emissioni sonore della centrale	29
9. Conclusioni	32

1. Premessa

Su domanda del richiedente, sono state effettuate misurazioni in opera del rumore ambientale esterno e delle vibrazioni all'interno di edifici confinanti con la Centrale Idroelettrica di Campione del Garda.

La misura del rumore ambientale è stata operata in accordo alla norma UNI 9433 e UNI 9884.

La misura del livello di vibrazioni è stata operata in accordo alle norme UNI 9614 e UNI 11048.

Le misure suddette sono state eseguite il giorno 24 marzo 2010, alla presenza anche dei tecnici di parte della Centrale Idroelettrica di Campione del Garda.

Scopo delle misure era verificare le emissioni sonore e vibrazionali durante l'operatività a piena potenza della centrale idroelettrica, e stabilire la congruità della stessa con i vigenti limiti di legge.

A questo proposito, non avendo ancora il Comune di Tremosine adottato la Classificazione Acustica del proprio territorio comunale, si è provveduto a redigere una proposta di tale classificazione, visibile nella tavola allegata al presente documento, in accordo alle linee-guida allegate alla DGR Lombardia 9776/2002.

Nei seguenti sottoparagrafi vengono descritte le apparecchiature impiegate ed i risultati ottenuti nelle diverse misurazioni, nonché i criteri adottati nella redazione della proposta di classificazione acustica.

2. Quadro normativo di riferimento

Le misure sono state effettuate con riferimento alle disposizioni contenute nelle seguenti leggi e norme:

- Norma UNI 9433 “Misurazione del rumore ambientale negli ambienti abitativi”;
- Norma UNI 9884 “Misurazione del rumore ambientali ai fini della caratterizzazione acustica del territorio”;
- Norma UNI 9614 “Misura dei livelli di vibrazione negli edifici”
- Norma UNI 11048 “Valutazione dei livelli di vibrazione negli edifici ai fini della valutazione del disturbo”

la proposta di Classificazione Acustica del Territorio Comunale é stata redatta in accordo alle linee-guida contenute nell'allegato alla Delibera Giunta Regionale della Lombardia n.9776 del 2002:

3. Strumentazione di misura impiegata

La strumentazione impiegata nel corso dei rilevamenti fonometrici, è stata la seguente:

- fonometro integratore e analizzatore di spettro in bande di terzi di ottava in tempo reale Bruel & Kjaer tipo 2250;
- calibratore microfonico B&K tipo 4231;
- terna di accelerometri Bruel & Kjaer tipo 4730;
- tre amplificatori di carica B&K tipo 2635;
- calibratore dei livelli di vibrazione B&K tipo 4294;
- scheda di interfaccia analogico-digitale ad 8 canali marca MOTU mod. Traveler MK3;
- Computer portatile Fujitsu-Siemens mod. Amilo Xi 2528;
- Software di acquisizione tracce multicanale Adobe Audition v. 3.01
- Plugins di elaborazione delle tracce acquisite Aurora v. 4.3;

All'inizio ed alla fine della sessione di misura è stata effettuata la calibrazione del fonometro e sono state riscontrate differenze inferiori a 0.3 dB.

La strumentazione impiegata, la metodica di rilevamento e di analisi dei dati sono perfettamente conformi alle prescrizioni tecniche contenute nelle norme tecniche citate sopra.

Ogni misurazione ha dato luogo ad un'allocatione di memoria sul fonometro 2250; il successivo impiego del computer portatile, dotato di software per l'analisi delle misure Evaluator type 7820 , forniti dalla B&K, ha permesso l'analisi delle misure effettuate.

Tutti i risultati, acustici e vibrazionali, sono stati esportati in un foglio di calcolo Excel per l'elaborazione e la graficazione.

4. Dettagli sull'esecuzione delle prove e sui risultati

Le misurazioni sono state eseguite il giorno 24 marzo 2010 dagli scriventi, ing.ri Angelo Farina ed Enrico Armelloni, tecnici competenti in acustica ambientali iscritti all'Elenco Regionale della regione Emilia Romagna.

Scopo delle misurazioni era verificare la rumorosità ed il livello di vibrazioni prodotte dal funzionamento della turbina della centrale idroelettrica di Campione del Garda, al fine di acquisire informazioni utili per i seguenti due scopi:

- Identificare soluzioni tecniche di mitigazione alla fonte, sull'involucro dell'edificio della centrale, sul cammino di propagazione o sul ricettore, al fine di minimizzare l'impatto acustico e vibrazionale della Centrale, e renderne possibile il funzionamento, anche

notturno, senza arrecare disturbo agli edifici residenziali o a destinazione alberghiera già esistenti o di futura costruzione nelle immediate vicinanze.

- Fornire elementi tecnici e valori di riferimento per la stesura della proposta di classificazione acustica del territorio comunale per la frazione di Campione del Garda (Comune di Tremosine), che è stata redatta e viene prodotta nella tavola allegata alla presente relazione.

I rilievi sono stati condotti durante le ore centrali della giornata, in particolare si è profittato della pausa-pranzo per effettuare misure acustiche e vibrazionali non affette da rumore e vibrazioni derivanti da altre fonti, in particolare le attività dei limitrofi cantieri edili e delle lavorazioni effettuate nell'officina di rimessaggio imbarcazioni.

Il territorio di Campione del Garda è visibile nella seguente foto a volo d'uccello, che mostra la posizione della Centrale Idroelettrica, ed i principali edifici-ricettore circostanti (a destinazione residenziale e commerciale), nonché l'adiacente area di cantiere in cui verrà edificato l'albergo ed il centro benessere.



Fig. 1 – Foto a volo d'uccello del territorio circostante la Centrale Idroelettrica di Campione del Garda.

Nei seguenti capitoli vengono riportate posizioni di misura e valori dei parametri misurati relativamente alle 4 postazioni di rilievo fonometrico ed alle tre postazioni di rilievo vibrazionale utilizzate.

5. Misurazioni fonometriche

Le misure sono state effettuate in 4 postazioni di rilievo, visibili nella seguente planimetria. Di ciascuna postazione si riporta quindi una fotografia e la traccia grafica del software Evaluator che mostra i risultati della misura in funzione del tempo.

Viene infine prodotta una tabella riepilogativa dei risultati di tutti i rilievi fonometrici eseguiti.

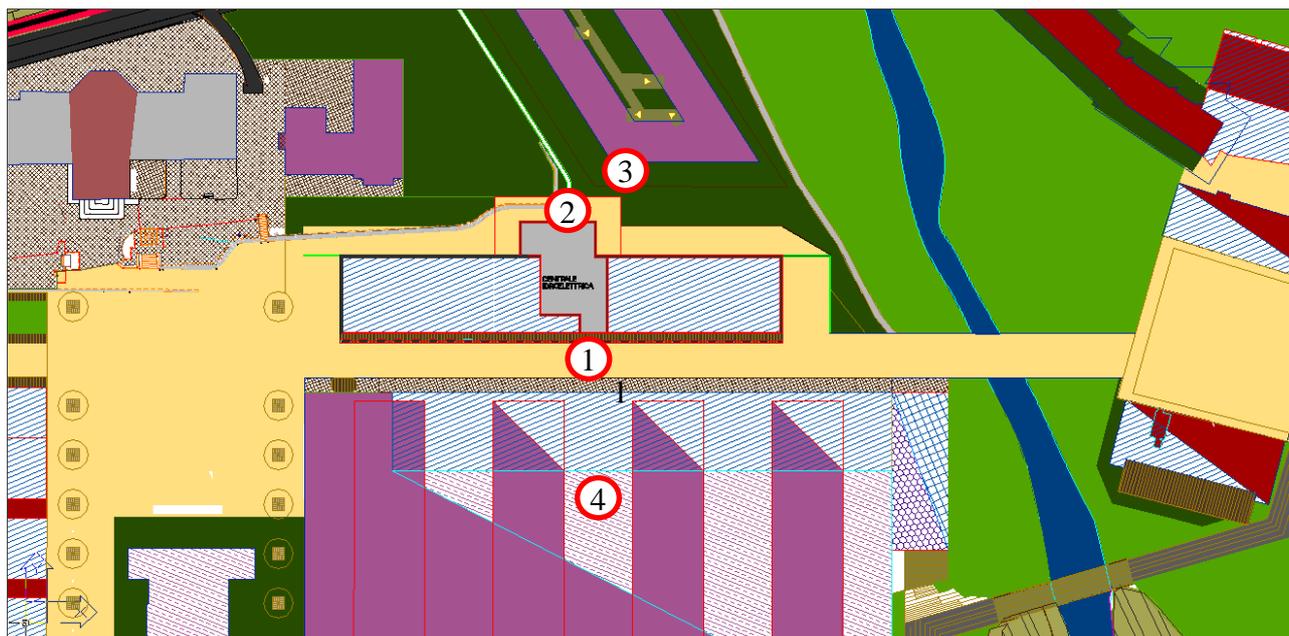


Fig. 2 – Posizione dei punti di rilievo fonometrico nel circondario della Centrale.



Fig. 3 – Punto Misura 1.

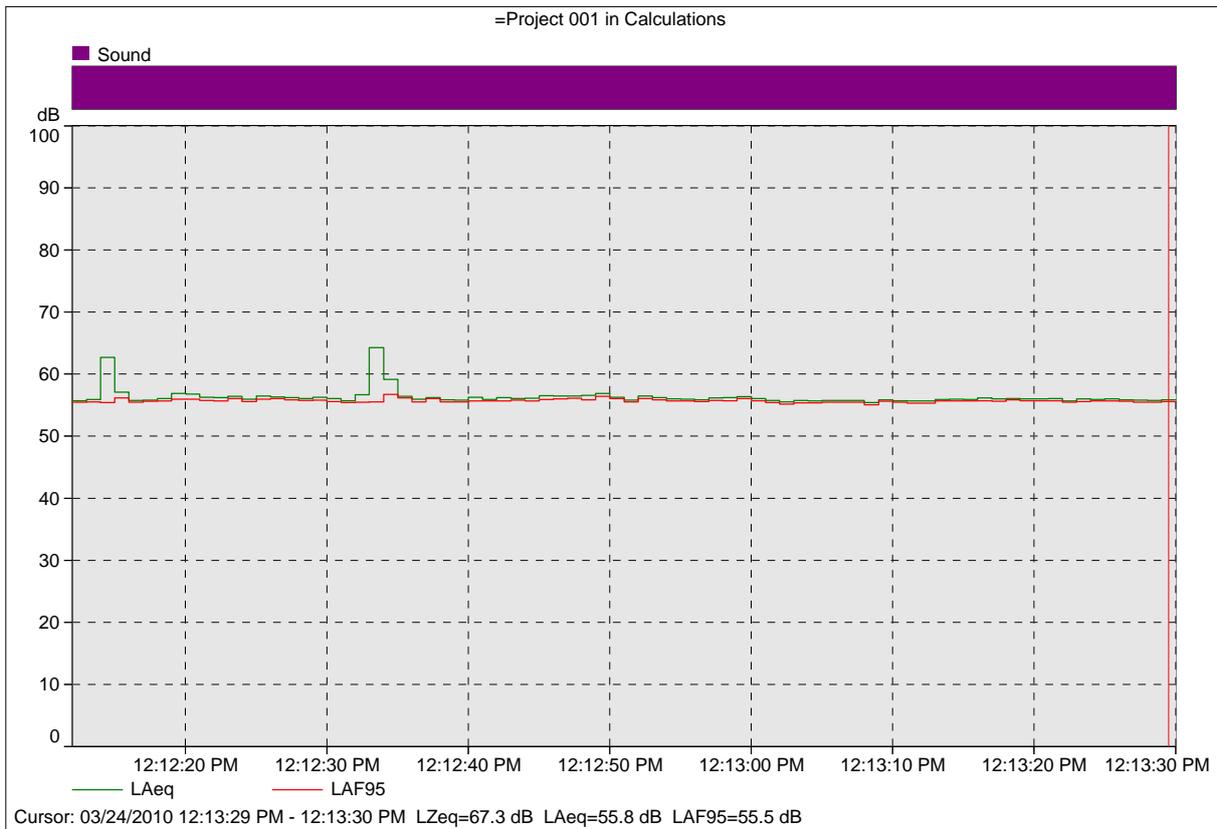


Fig. 4 – Profilo temporale del LAeq e del LAF95 nel punto di Misura 1.



Fig. 5 – Punto Misura 2.

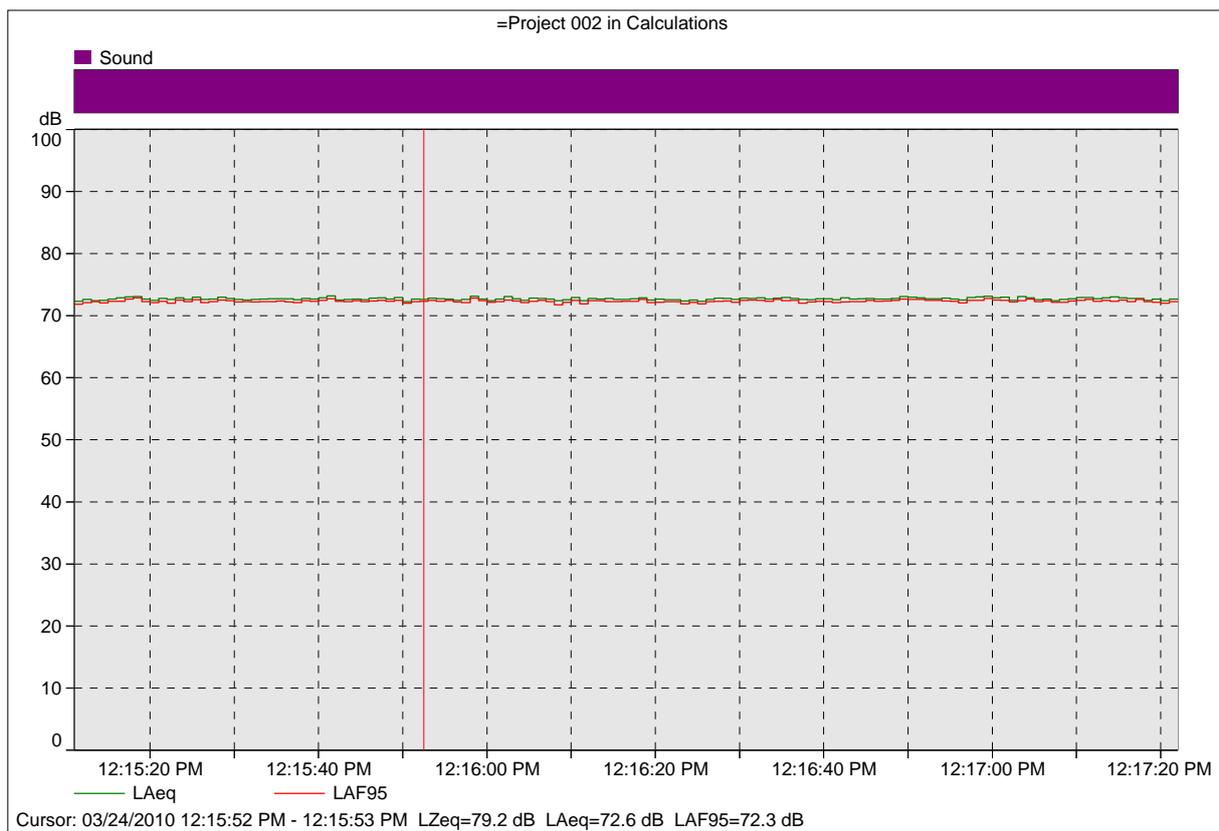


Fig. 6 – Profilo temporale del LAeq e del LAF95 nel punto di Misura 2.



Fig. 7 – Punto Misura 3.

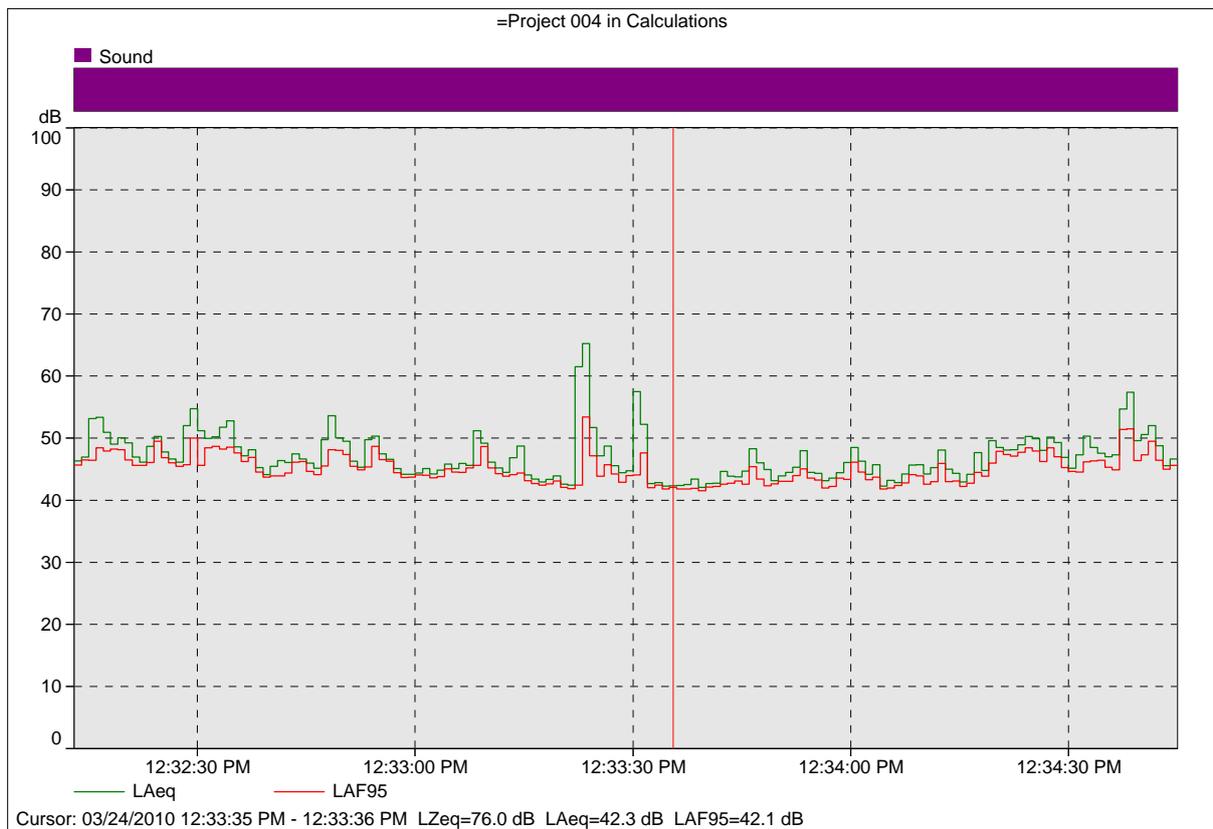


Fig. 8 – Profilo temporale del LAeq e del LAF95 nel punto di Misura 3.



Fig. 9 – Punto Misura 4.

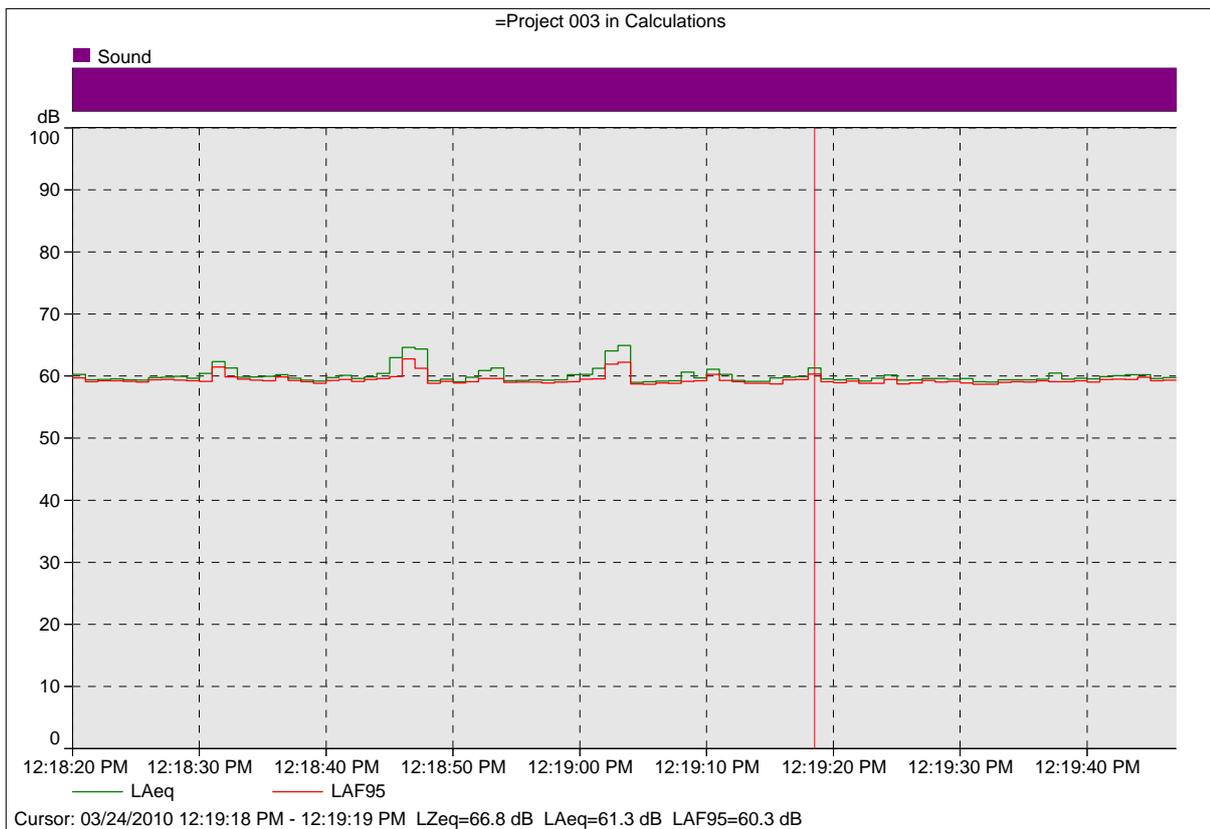


Fig. 10 – Profilo temporale del LAeq e del LAF95 nel punto di Misura 4.

Tabella riepilogativa dei risultati delle misure fonometriche:

Name	Start time	End Time	Duration	LAeq [dB]	LAF95 [dB]	LAF1 [dB]	LAF5 [dB]	LAF10 [dB]	LAF50 [dB]	LAF90 [dB]	LAF99 [dB]
Misura 1	3/24/2010 12:12	3/24/2010 12:13	0:01:18	56.6	55.5	62.0	57.0	56.7	56.0	55.6	55.3
Misura 2	3/24/2010 12:15	3/24/2010 12:17	0:02:11	72.7	72.2	73.4	73.2	73.1	72.7	72.3	72.0
Misura 3	3/24/2010 12:18	3/24/2010 12:19	0:01:27	60.2	59.0	65.9	62.7	61.2	59.6	59.1	58.8
Misura 4	3/24/2010 12:32	3/24/2010 12:34	0:02:32	49.9	42.4	59.1	53.3	51.0	46.0	42.8	42.0

Tabella 1

Osservando i valori misurati, e considerando che la centrale potrebbe funzionare con le stesse emissioni sonore anche di notte, si osserva come i limiti di zona in classe IV (55 dB(A) notturni) siano superati nei primi tre punti di rilievo, situati a breve distanza dall'edificio che contiene le macchine.

6. Misura dei livelli di vibrazione

Le misure sono state effettuate in 3 postazioni di rilievo, situate entro i tre locali a destinazione commerciale immediatamente confinanti con il corpo di fabbrica dell'edificio della centrale.

Le vibrazioni meccaniche non si propagano a distanze elevate, per cui, verificandone i livelli a così breve distanza dalla fonte, si scongiura il rischio che possano manifestarsi effetti vibrazionali disturbanti a distanze maggiori.

In ciascun punto di rilievo si sono acquisite le tre tracce temporali, relative ai tre assi cartesiani X, Y e Z, dei livelli di accelerazione ponderata con il filtro definito “ISO 2731 per asse generico”, con costante di tempo Slow (1s), e si è determinato il valore massimo istantaneo “max Slow” in accordo alla norma UNI 11048. Si è quindi provveduto a combinare fra loro i valori massimi lungo i tre assi cartesiani facendo impiego della relazione di somma “pitagorica” delle tre componenti, espressa dalla relazione:

$$a_{w,tot} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Ovviamente tutti i valori di accelerazione ponderata sono stati trasformati nei corrispondenti valori di livelli di accelerazione ponderata in dB, in modo da poter essere facilmente confrontati con valori di riferimento indicati nella norma UNI 9614 ai fini di valutare il potenziale disturbo alle persone.

I livelli vibrazionali rilevati si sono rilevati troppo bassi per poter venire presa in considerazione l'ipotesi di potenziali danni strutturali, per cui non è stato necessario operare le elaborazioni e le verifiche previste dalla norma UNI 9916, relativa ai danni strutturali causati da livelli di vibrazione elevati.

Di ciascuna postazione si riporta quindi una piccola planimetria che mostra la collocazione della terna accelerometrica, una fotografia e le tracce grafiche del segnale rilevato lungo i tre assi prodotte dal software Aurora “Time History Analysis” che mostra i risultati della misura in funzione del tempo, nonché la corrispondente tabella riepilogativa dei risultati.

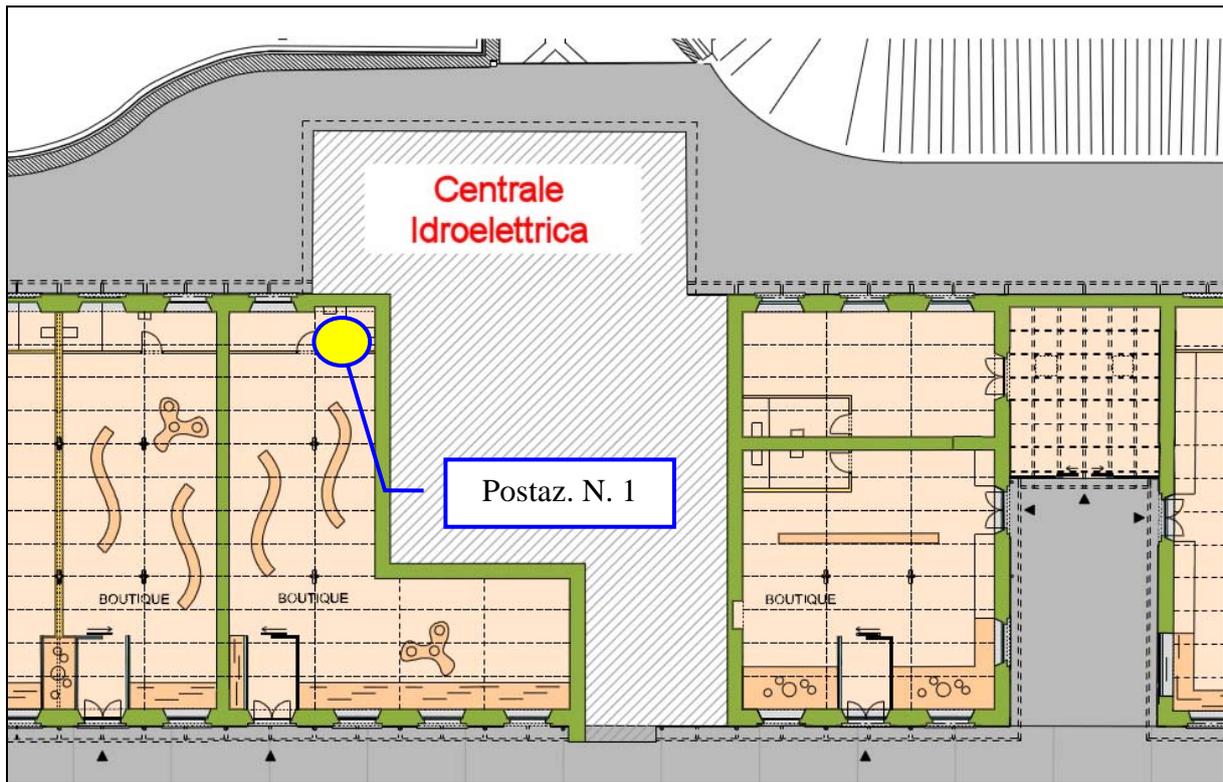


Fig. 11 – Punto Misura Vibrazioni 1.



Fig. 12 – Punto Misura Vibrazioni 1.

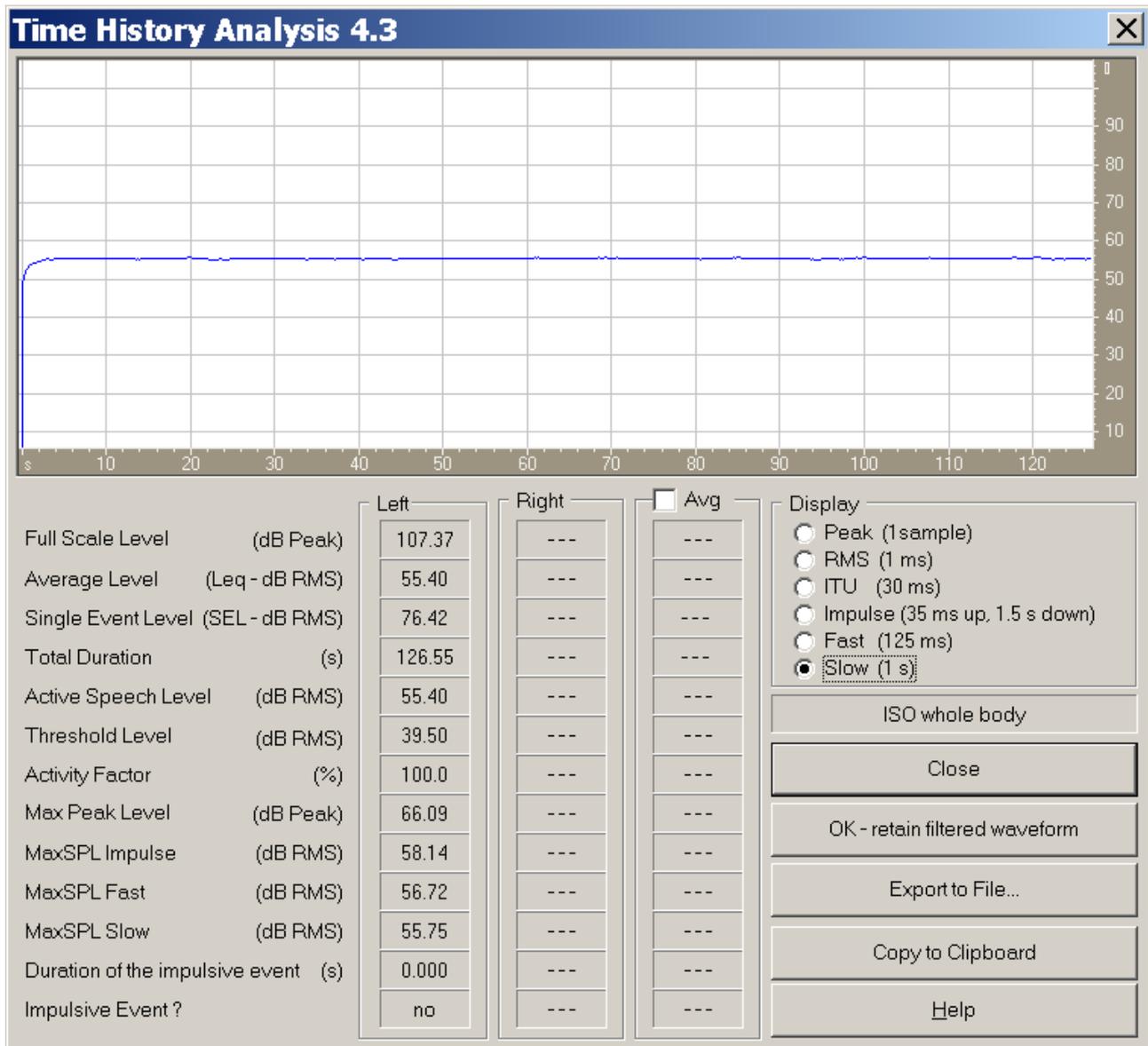


Fig. 13 – Punto Misura Vibrazioni 1 – Traccia Temporale asse X.

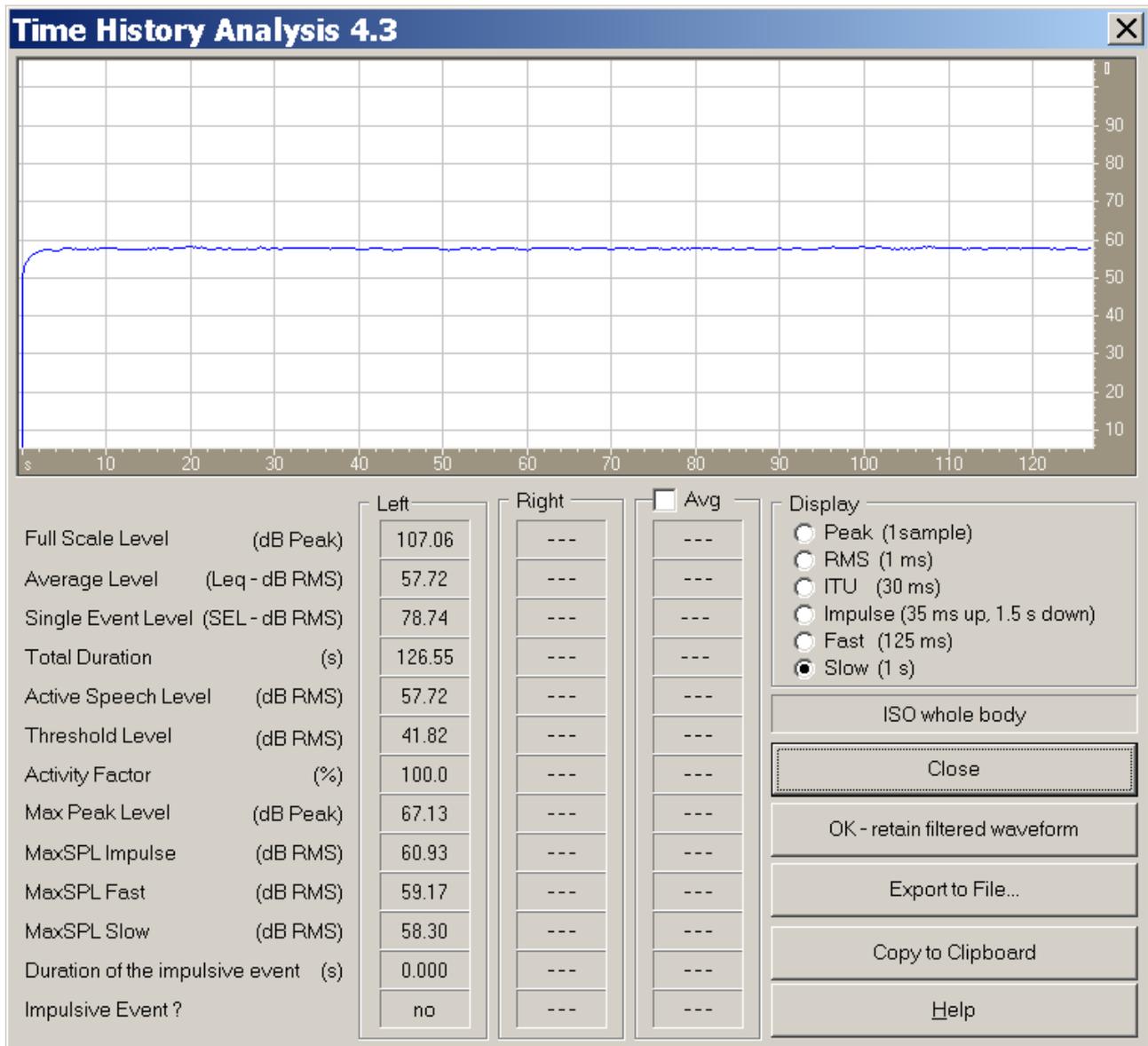


Fig. 14 – Punto Misura Vibrazioni 1 – Traccia Temporale asse Y.

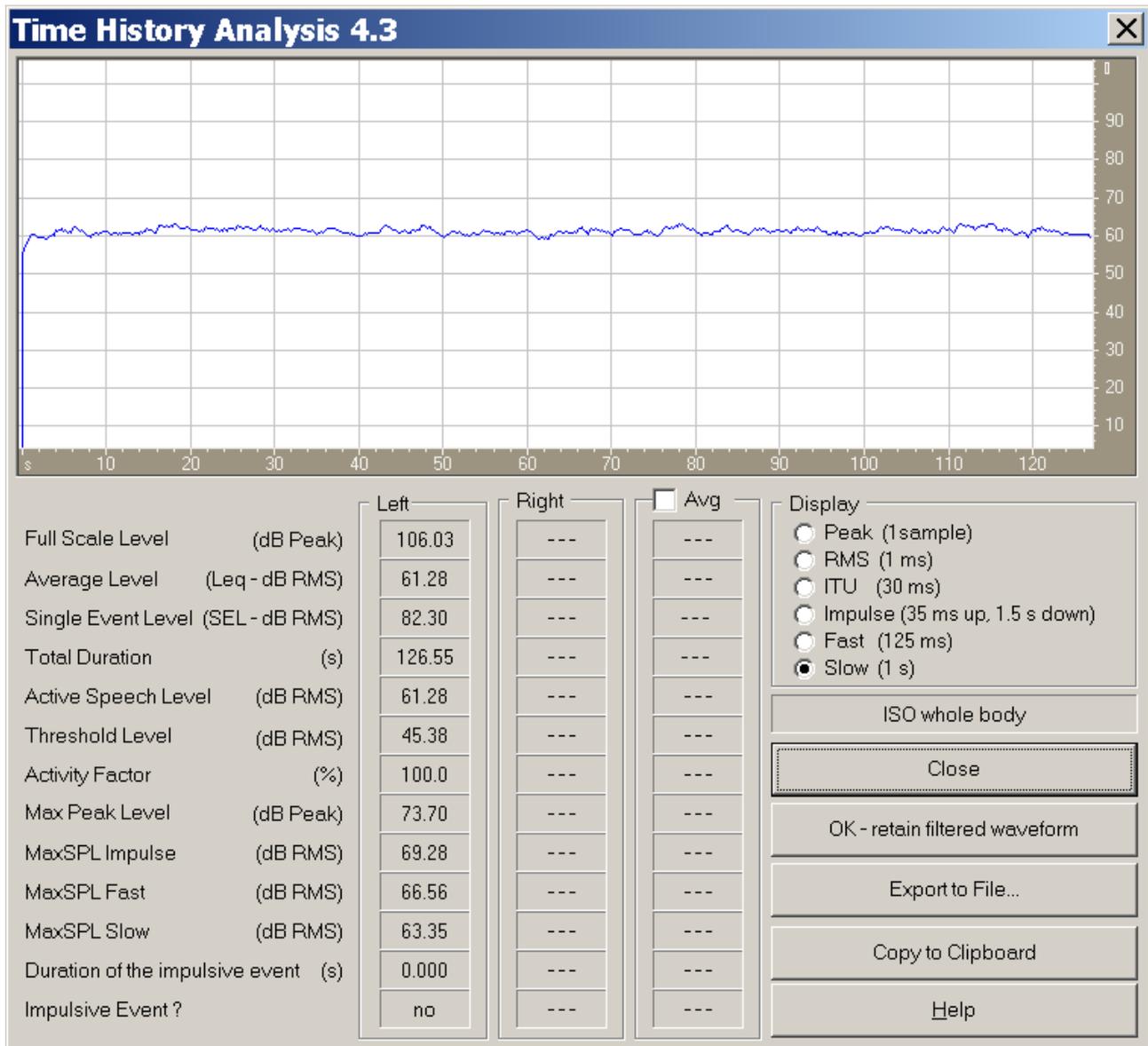


Fig. 15 – Punto Misura Vibrazioni 1 – Traccia Temporale asse Z.

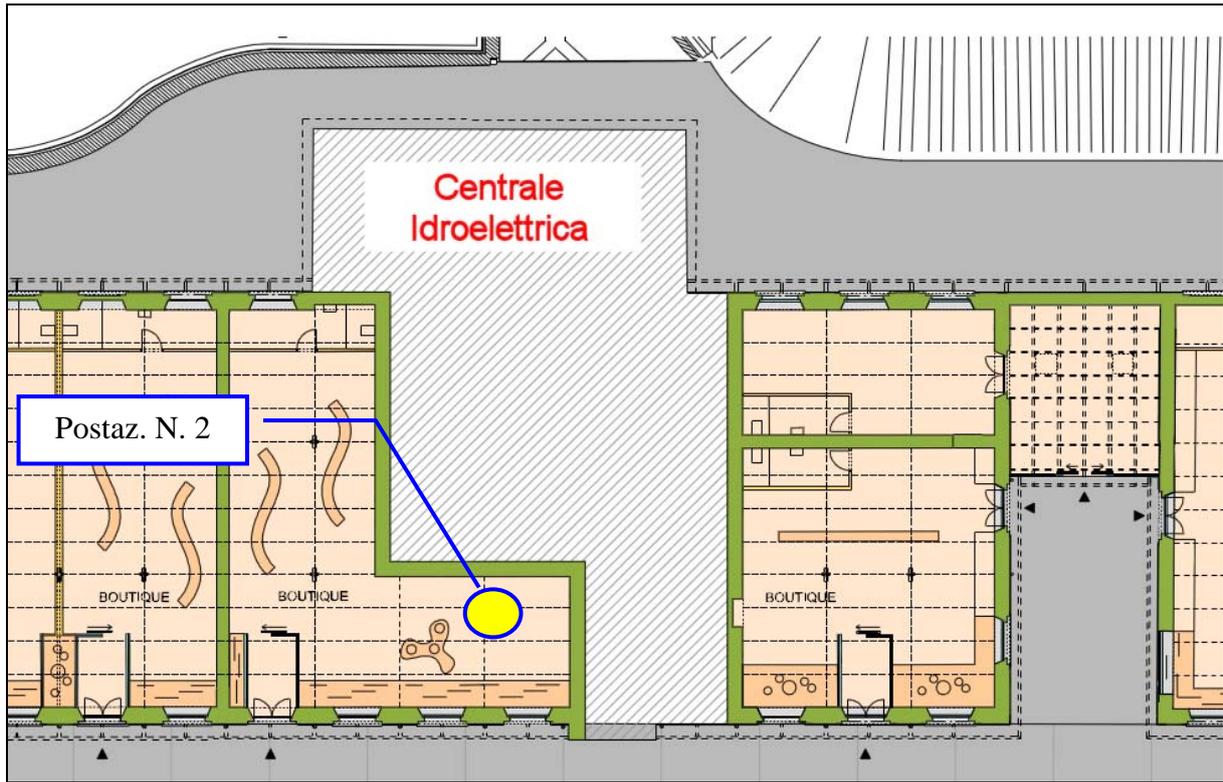


Fig. 16 – Punto Misura Vibrazioni 2.



Fig. 17 – Punto Misura Vibrazioni 2.

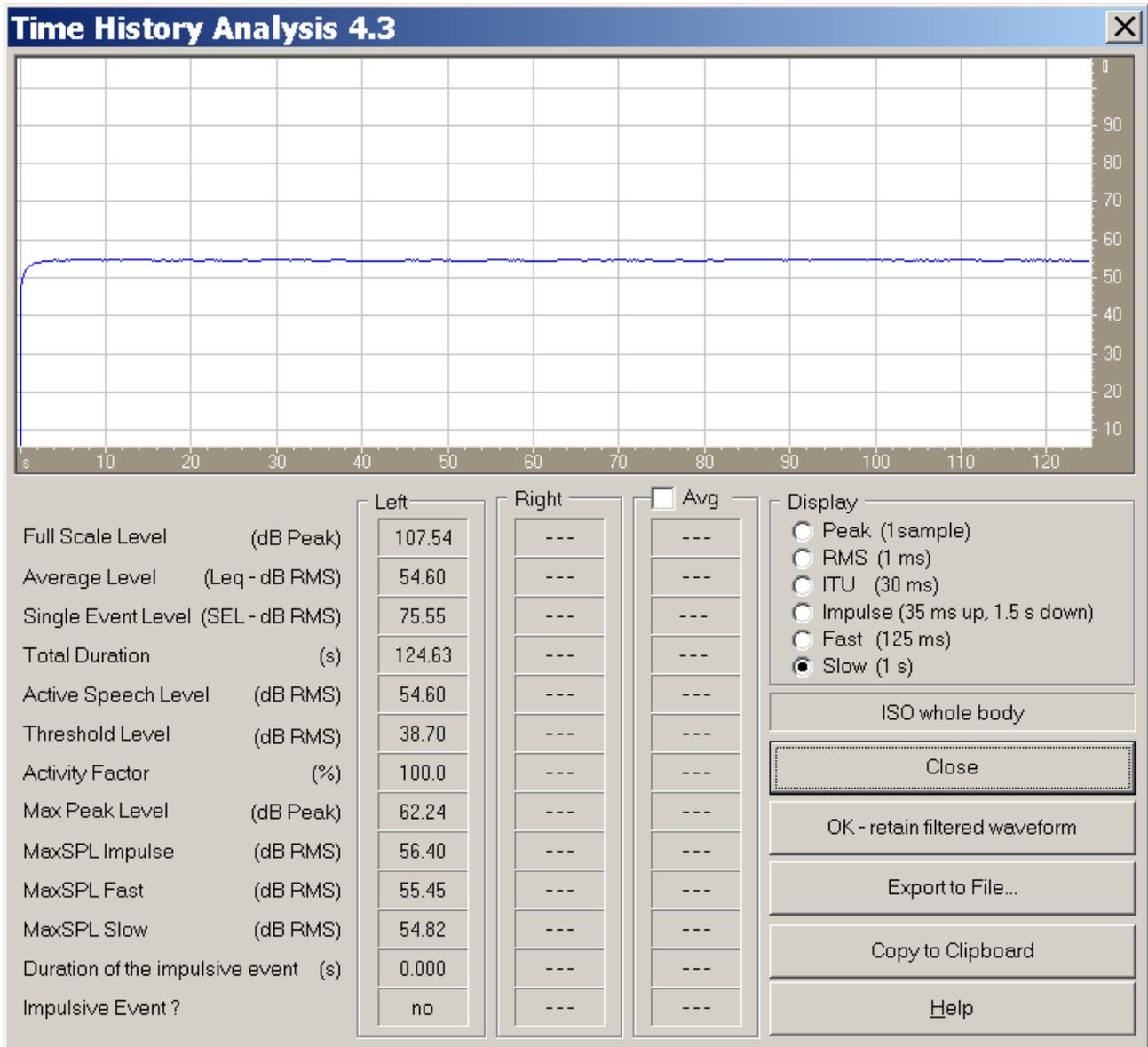


Fig. 18 – Punto Misura Vibrazioni 2 – Traccia Temporale asse X.

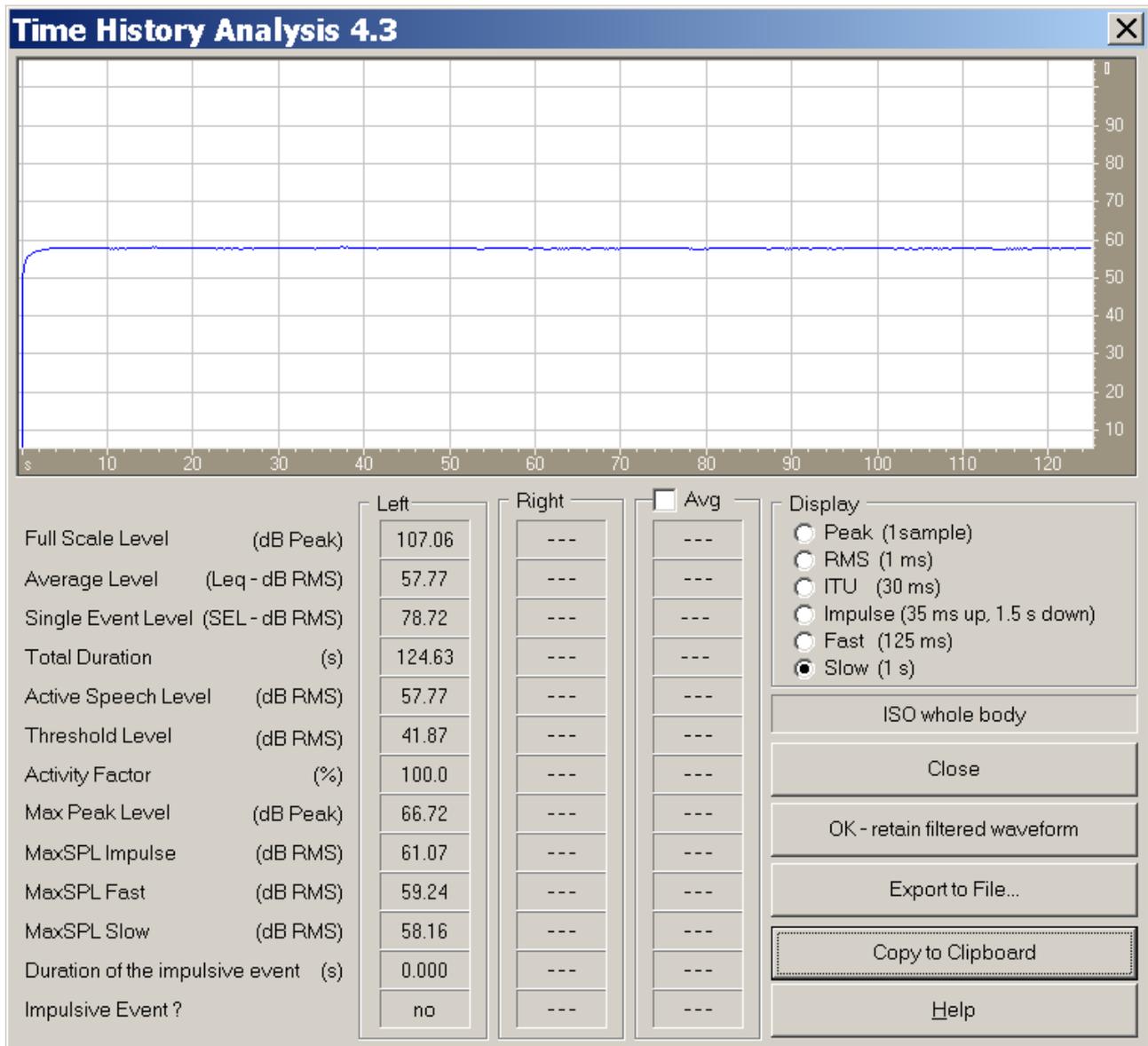


Fig. 19 – Punto Misura Vibrazioni 2 – Traccia Temporale asse Y.

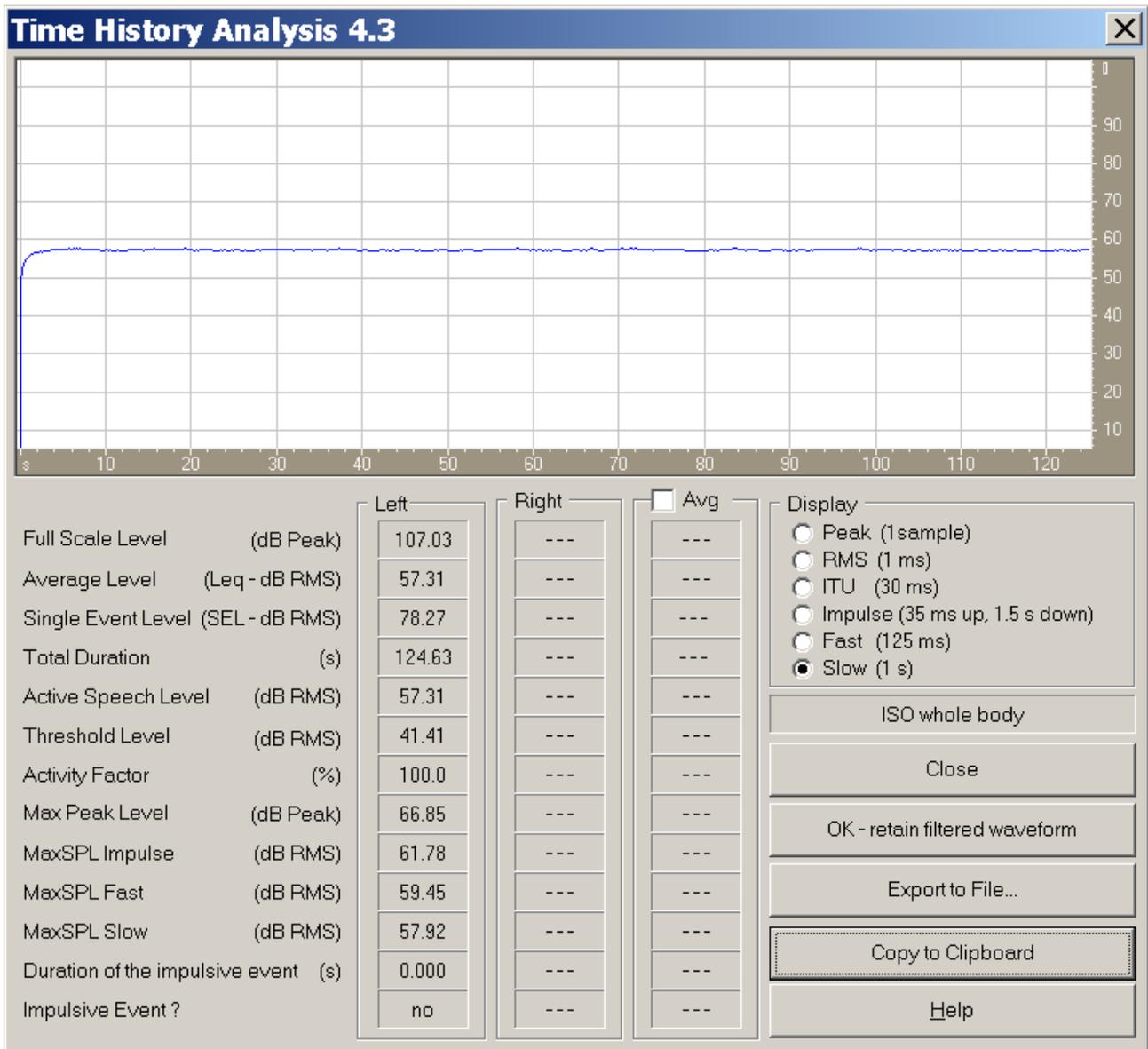


Fig. 20 – Punto Misura Vibrazioni 2 – Traccia Temporale asse Z.

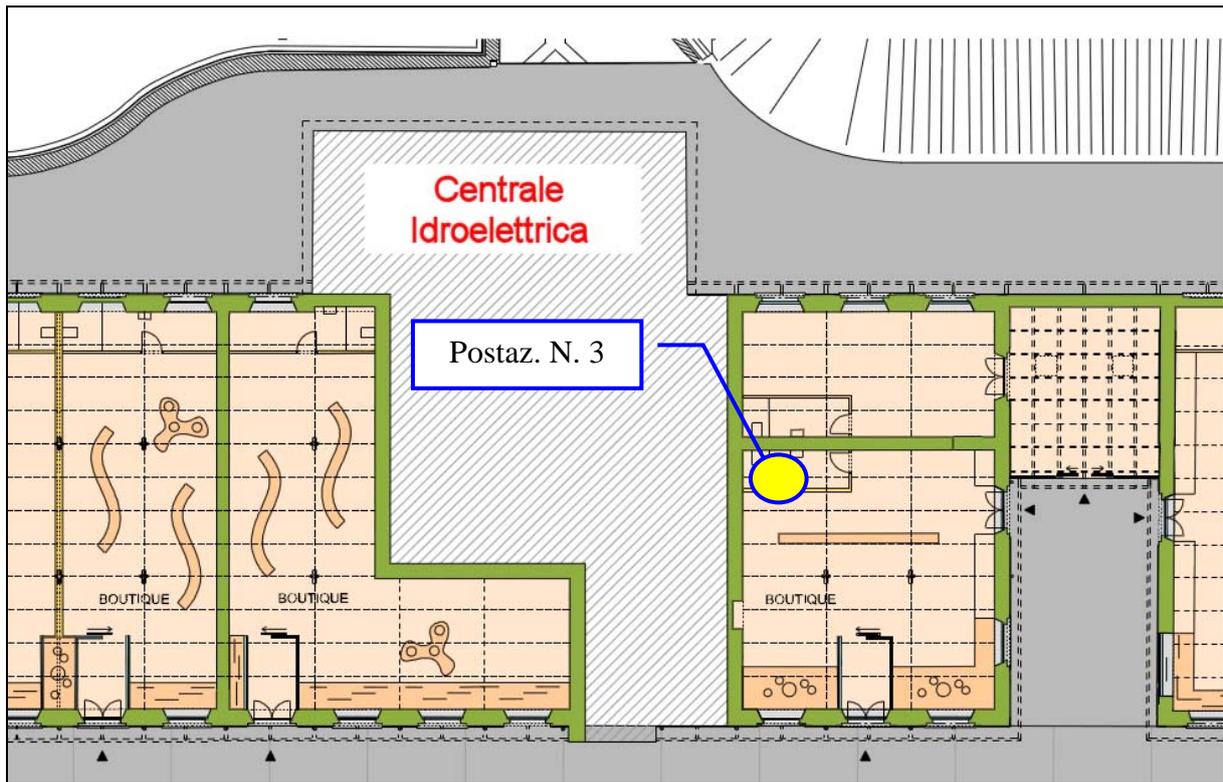


Fig. 21 – Punto Misura Vibrazioni 3.



Fig. 22 – Punto Misura Vibrazioni 3.

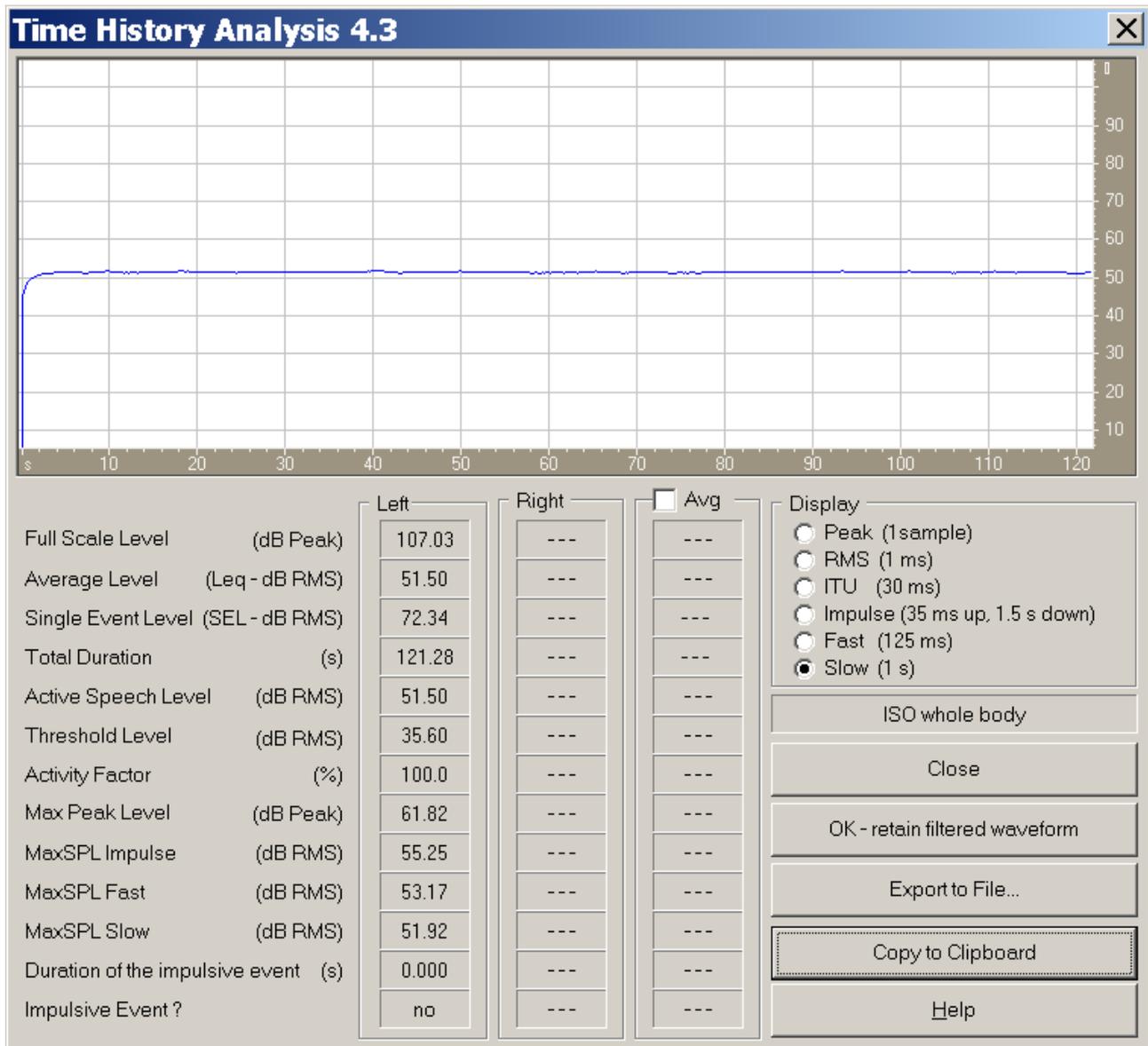


Fig. 23 – Punto Misura Vibrazioni 3 – Traccia Temporale asse X.

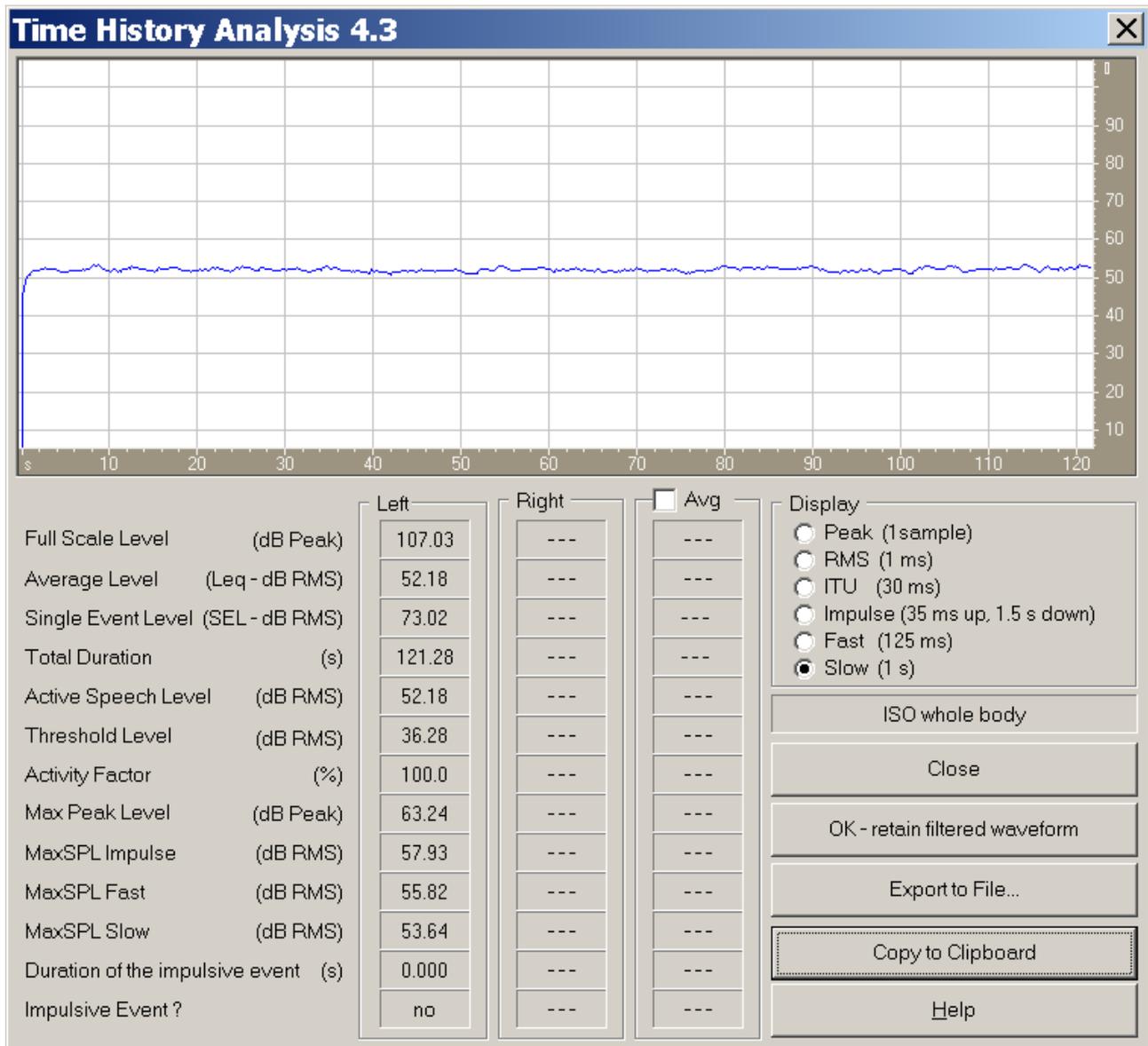


Fig. 24 – Punto Misura Vibrazioni 3 – Traccia Temporale asse Y.

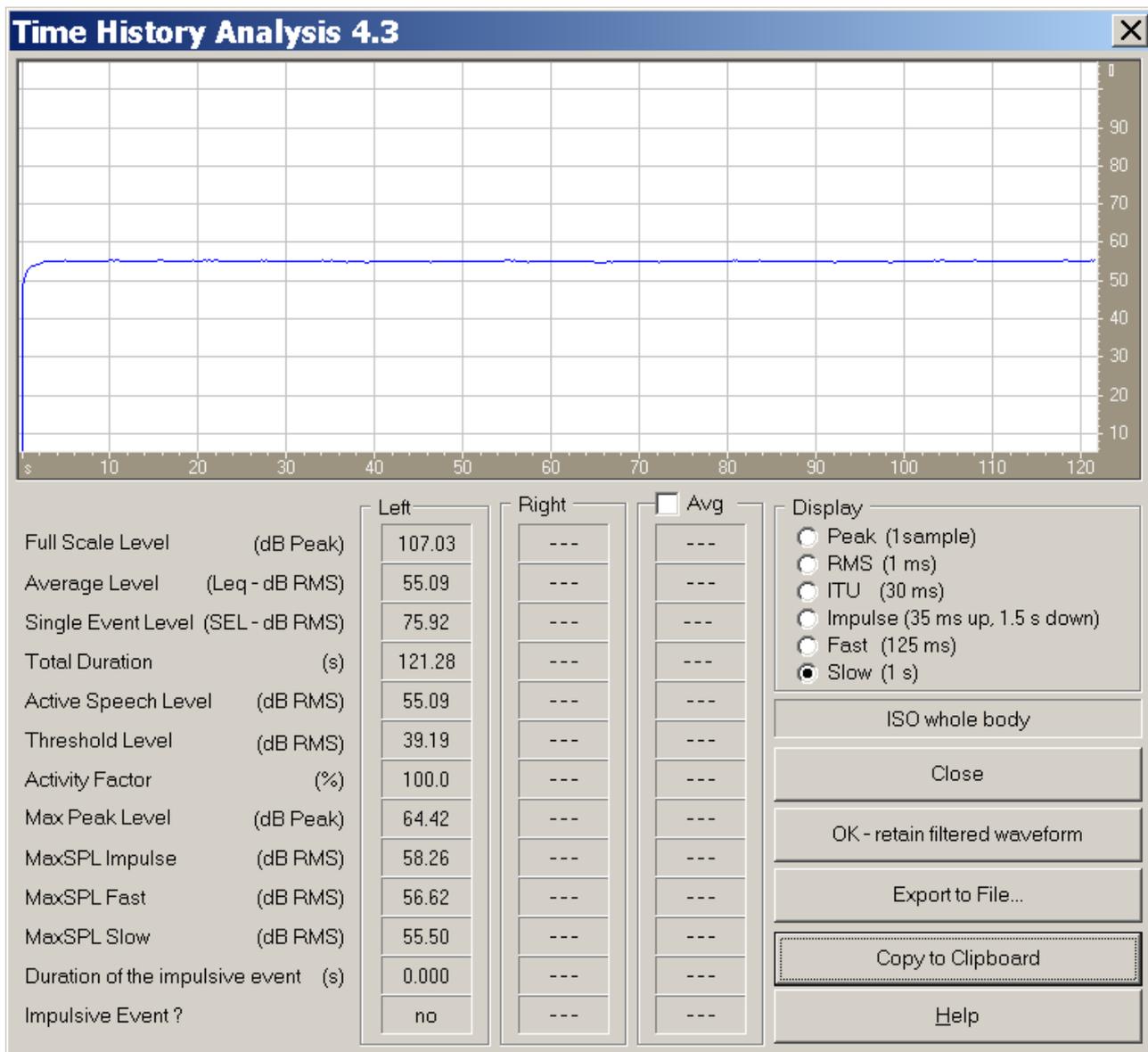


Fig. 25 – Punto Misura Vibrazioni 3 – Traccia Temporale asse Z.

Tabella di riepilogo dei rilievi vibrazionali:

Postazione	$L_{aw,eq}$ (dB)	$L_{aw,max,Slow}$ (dB)	$L_{aw,max,peak}$ (dB)
1	63.58	65.07	73.70
2	61.54	61.98	66.85
3	57.99	58.70	64.42

Tabella 2

Come si osserva dalla tabella sovrastante, in nessuna delle tre postazioni di rilievo vibrazionale si sono mai raggiunti valori di $L_{aw,Max,Slow}$ superiori nemmeno alla soglia umana di percezione (pari a 71 dB secondo la norma UNI 9614). Poiché i limiti di accettabilità per i livelli vibrazionali in edifici residenziali notturni sono ancora superiori (74 dB), si conclude che non esiste alcun fenomeno vibratorio potenzialmente disturbante prodotto dal funzionamento della Centrale Idroelettrica.

7. Proposta di classificazione acustica del territorio

Il Comune di Campione del Garda non ha ancora adottato la Classificazione Acustica del proprio territorio comunale. Di conseguenza, non vi è al momento certezza sui valori limite del rumore ambientale che debbono essere verificati presso i ricettori residenziali o alberghieri prossimi alla Centrale Idroelettrica.

Tuttavia, sulla base sia della bozza di classificazione acustica fornita dai tecnici incaricati della sua redazione da parte del Comune di Tremosine, sia di una attenta lettura delle linee-guida per la classificazione acustica del territorio emanate dalla Regione Lombardia (DGR 9776/2002), è stato possibile redigere una ragionevole proposta di classificazione acustica dell'intera frazione di Campione del Garda, onde poter valutare i risultati dei rilievi fonometrici eseguiti e dimensionare conseguentemente le opere di mitigazione acustica che dovranno essere effettuate sulla Centrale Idroelettrica.

L'impostazione dell'assegnazione delle classi di destinazione acustica é stata effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- Il territorio montuoso che sovrasta l'abitato di Campione, costituito da una montagna scoscesa ed in parte inaccessibile, è stato mantenuto in classe II, come nella bozza fornita dal Comune di Tremosine, sebbene le indicazioni contenute nella DR citata avrebbero suggerito una assegnazione alla classe III, per la parte boschiva oggetto di periodico taglio con mezzi motorizzati (motoseghe), e per la classe II relativamente alle parti di fatto inaccessibili se non a rocciatori. Si tratta in effetti di una classe acustica “di compromesso” fra le due suddette. Di fatto e' abbastanza irrilevante quel che succede, dal punto di vista acustico, lungo una parete rocciosa verticale o addirittura aggettante sopra il centro abitato, per cui non si è ritenuto rilevante modificare l'assegnazione suggerita dal Comune.
- La porzione puramente residenziale del centro urbano di Campione é stata assegnata alla classe III, in quanto si tratta comunque di un edificato residenziale a densità elevata, multipiano, ed adiacente a zone di intensa attività umana, per cui l'assegnazione della classe II risulta impossibile. Allo stesso modo, la classe III è stata assegnata alla porzione litoranea più tranquilla, attrezzata a verde pubblico, ove non hanno luogo attività rumorose come gli sport nautici o la chiassosa vita balneare di spiaggia.
- La gran parte del territorio di Campione del Garda è stata classificata in classe IV, in quanto caratterizzata da attività commerciali, ricreativo-alberghiere, con ristoranti e locali aperti anche in ore notturne, nonché' le parti più' propriamente attrezzate per attività nautiche, quali le aree portuali o le spiagge ove si pratica intensamente il kite-surf .

- Sono infine stata assegnate alla classe V due porzioni di territorio molto limitate, la prima relativa alla Centrale Idroelettrica (limitando l'assegnazione della classe V al solo edificio che la contiene, senza area di pertinenza esterna, in quanto si tratta di un involucro chiuso, e si prevede che esso eserciti una funzione fonoisolante sufficiente a garantire valori di rumorosità ridotto al suo esterno), la seconda al cantiere di riparazione delle imbarcazioni da diporto, al quale invece è stata assegnata in classe V anche l'area circostante, utilizzata per lavorazioni all'aperto sovente più rumorose di quelle effettuate entro l'edificio stesso.

In allegato viene riportata una tavola che mostra la suddetta assegnazione ipotizzata per le classi acustiche nell'intero centro abitato di Campione del Garda, redatta sia sulla planimetria relativa al piano particolareggiato già approvato, sia sulla proposta di nuovo piano recentemente predisposta da Copsette.

Qui se ne riporta una versione miniaturizzata.

PROPOSTA DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA RELATIVA AL PIANO
PARTICOLAREGGIATO APPROVATO IN DATA 29.11.2005

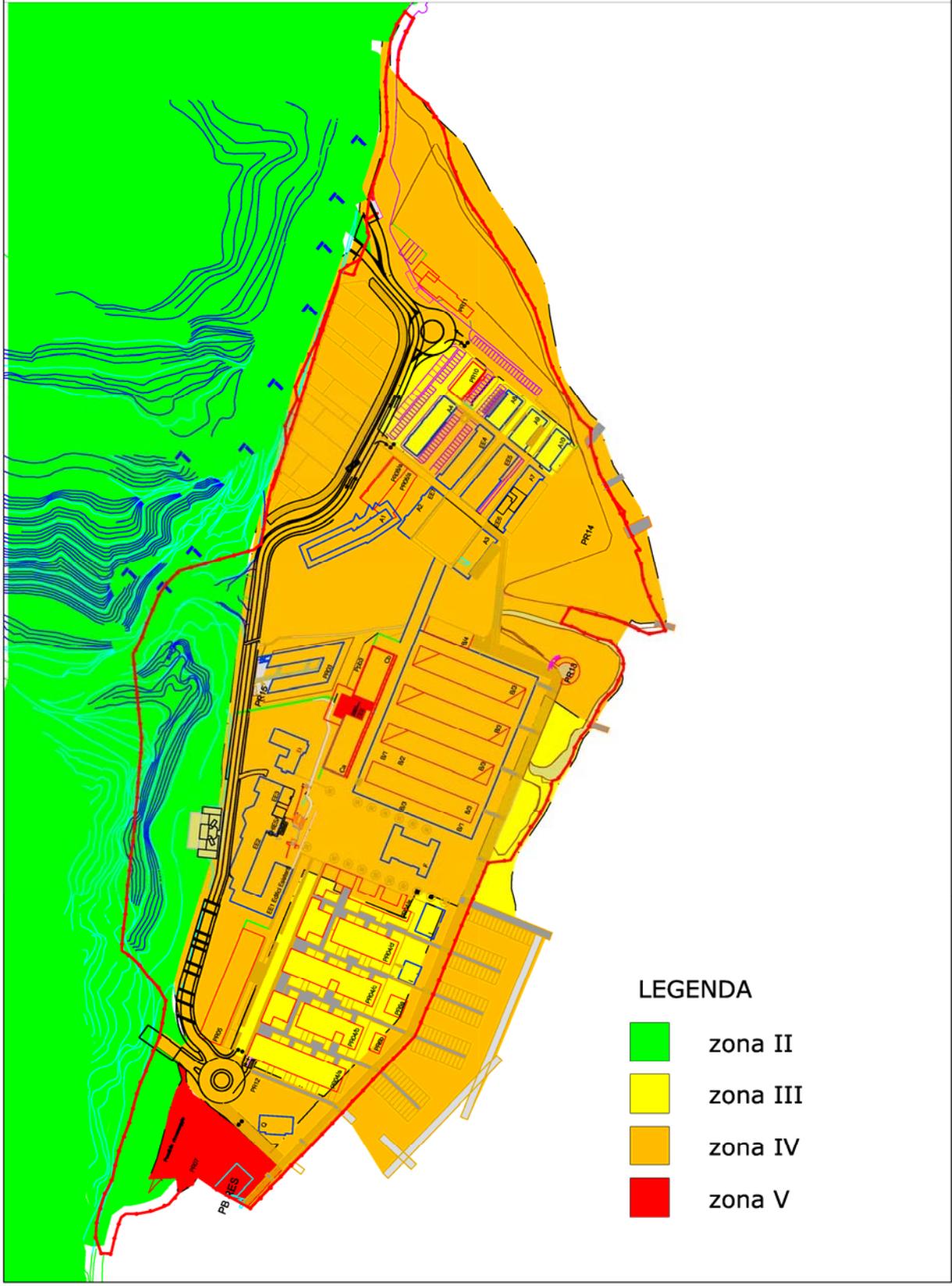


Fig. 26 – Proposta di classificazione acustica di Campione del Garda. Versione 1

PROPOSTA DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA RELATIVA ALLA VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO PRESENTATA IN DATA 23.07.2009 ED IN CORSO DI AUTORIZZAZIONE

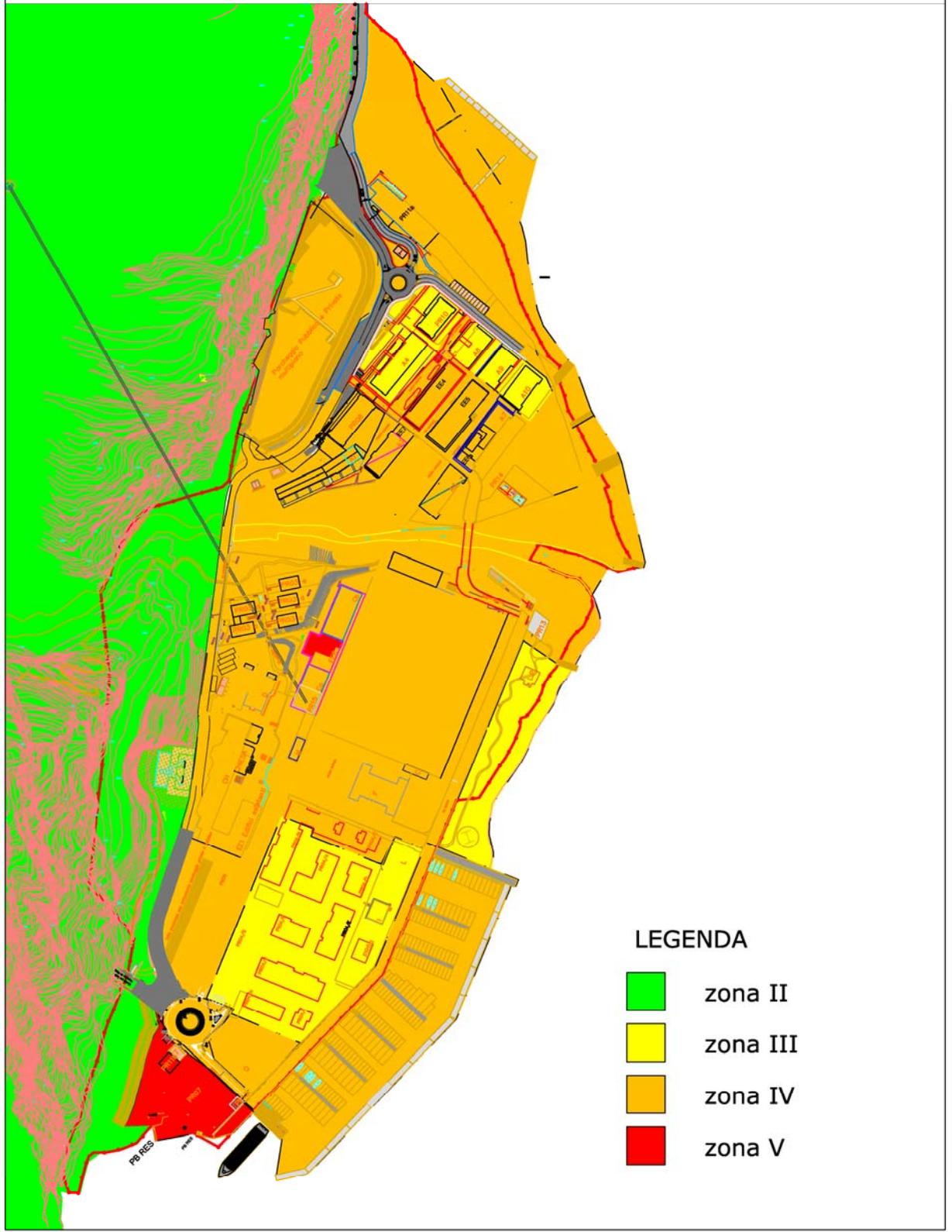


Fig. 27 – Proposta di classificazione acustica di Campione del Garda. Versione 2

8. Mitigazione delle emissioni sonore della centrale

Dal confronto fra i risultati ottenuti dai rilievi fonometrici (cap. 5) ed i valori limiti derivanti dalla classificazione acustica del territorio. Si evince che questi ultimi potrebbero venire superati, nel periodo notturno, presso i ricettori posti immediatamente a monte della Centrale.

Anche verso l'albergo è stata rilevata una emissione sonora non trascurabile, ma in questo caso essa fuoriesce tutta attraverso il portone di accesso alla Centrale, che è fatiscente e non garantisce un adeguato fonoisolamento, come mostrato nella seguente fotografia.



Fig. 28 – Portone in acciaio e vetro di accesso alla centrale idroelettrica.

Il rumore che si propaga verso monte, invece, fuoriesce dalle grandi vetrature del locale turbina, che sono realizzate con serramenti metallici antiquati, che montano vetri monolitici sottile, e presentano alcune aperture, in quota, su cui sono installati degli antichi ventilatori assiali, forniti anch'essi di una quota di rumore rilevante.

L'esame del locale turbina, invece, ha mostrato che la macchina in esame, pur antica, è in condizioni operative molto buone, ed è installata a regola d'arte su una fondazione massiva opportunamente dimensionata. Questo spiega l'assenza di problemi vibrazionali, e sostanzialmente esclude la possibilità di effettuare interventi diretti sulla macchina, che è già funzionante in condizioni ottimali.

Le seguenti foto mostrano il locale turbina e le vetrate corredate di ventilatori di estrazione.



Fig. 29 –Interno della sala machine della centrale idroelettrica.

Gli interventi da attuare, pertanto, a giudizio degli scriventi, sono i seguenti:

- Sostituzione del portone di accesso rivolto verso il costruendo albergo, con un portone ad alto isolamento, possibilmente realizzando una doppia chiusura, con una ulteriore porta al termine del corridoio di accesso al locale macchine, in modo che anche durante le frazione temporale in cui il portone viene aperto per l'accesso del personale, il rumore proveniente dal locale macchine stesso non trovi una via di propagazione diretta verso l'esterno.
- Sostituzione delle vetrate della sala turbina, utilizzando lastre di vetro stratificato di sicurezza, di adeguato spessore (almeno 10mm, meglio 12mm), con montaggio a perfetta tenuta d'aria, ed eliminando ogni possibile apertura.
- Eliminazione dei 4 ventilatori di estrazione aria posizionati sulle vetrate stesse, in modo da non avere alcuna ulteriore sorgente di rumore, e che non vi siano vie di fuga sulla intera facciata. La funzione di estrazione aria calda, necessaria solo durante il funzionamento estivo, può essere espletata tramite ventilatori da installare nel “camino” di aerazione già esistente in corrispondenza del varco di accesso al locale macchine. Poiché' si tratta di un cavedio avente una sezione di parecchi metri quadrati, è possibile installare macchine dotate di giranti a bassa velocità, con bassa prevalenza e grande portata, che fanno poco rumore. Il dimensionamento di tali macchine di estrazione aria esula tuttavia dalla compostezza degli scriventi, e deve venire effettuato da personale tecnico di fiducia della Centrale stessa.

9. Conclusioni

Sulla base dei rilievi effettuati, la Centrale Idroelettrica di Campione del Garda genera livelli vibrazionali trascurabili.

Viceversa, i livelli sonori prodotti nel circondario sono significativi. Anche adottando sistematicamente una assegnazione dei ricettori in classe IV (la più alta possibile compatibile con una destinazione d'uso residenziale o alberghiera), si possono prevedere significativi superamenti del limite di immissione notturno (pari a 55 dBA).

E' pertanto necessario che vengano attuati opportuni interventi finalizzati all'incremento delle prestazioni fonoisolanti dell'involucro edilizio della centrale, in particolare con il rifacimento delle grandi vetrate della sala turbina, eliminando i ventilatori installati sulle stesse, e sostituendo il portone d'ingresso della centrale.

Parma, 27 aprile 2010

Ing. Angelo Farina

Tecnico Competente in acustica ai sensi della
legge n.447/1995

Regione Emilia Romagna DD 11394/98



Ing. Enrico Armelloni

Tecnico Competente in acustica ai sensi della
legge n.447/1995

Regione Emilia Romagna DD 1947/01

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink, which appears to read "Enrico Armelloni".