

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELLE POTENZIALI FONTI DI RUMORE**

L'impianto idroelettrico oggetto di studio, come detto precedentemente, sfrutta l'energia dell'acqua per produrre energia elettrica.

Queste tipologie di impianti vengono progettati di volta in volta in base a particolari condizioni al contorno (salto, portata, ecc.) e, pertanto, ogni impianto presenta caratteristiche dimensionali e di esercizio esclusive. *Poiché la rumorosità totale deriva dall'accoppiamento e dall'esercizio degli elementi precedentemente elencanti, non è possibile acquisire dei valori di potenza sonora prima della realizzazione dell'impianto.*

Pertanto *ai fini della previsione di impatto acustico non si può fare altro che ricorrere ad analogie con impianti "simili" per tipologia di macchinari installati.*

Le *sorgenti di rumore prese in considerazione nel nostro studio* verranno racchiuse da un *edificio* che presenta una struttura in *cemento armato con copertura a falda*, con finiture architettoniche tipiche della zona.

*Le dimensioni in pianta dell'edificio sono di (13,60 × 10,10) mt.*

Il *lay out interno* prevede uno spazio dedicato alla *parte enel* e uno spazio adibito ad *info point* allo scopo di dare informazioni utili ai visitatori in merito alla storia della centrale idroelettrica di Stiffe ed ai benefici della produzione di energia idroelettrica rinnovabile.

Nel *locale Enel*, verrà posizionata:

- 1 turbina Pelton (portata massima =  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ; velocità = 600 rpm), con relative apparecchiature;
- 1 generatore sincro Marelli (potenza nominale = 1320 KVA; tensione = 690 V);
- 1 valvola a farfalla (diametro nominale DN600; pressione nominale = PN16);
- 1 centralina oleodinamica;
- 1 trasformatore di macchina (potenza nominale 1600 KVA) marca OCREV, SEA;
- 1 trasformatore servizi ausiliari (potenza nominale 50 KVA) marca OCREV, SEA;
- 1 trasmettitore di livello a ultrasuoni marca Siemens, modello SITRANS Probe LU;
- 1 misuratore di portata comprendente di trasduttore e rilevatore di misura a ultrasuoni marca Siemens, modello SITRANS FS230;
- quadri di distribuzione BT;
- quadro generale BT;
- quadri di media tensione e di controllo;

*Le pareti della centrale saranno debitamente insonorizzate per minimizzare l'impatto acustico della centrale sul territorio circostante.*

L'acqua, una volta turbinata, verrà scaricata in una *vasca interrata* realizzata al di *sotto della turbina* stessa e recapitata al Rio La Foce attraverso un canale con fondo in cls e pareti rivestite in pietrame largo 1.7 m e pendenza pari al 1%.

Quale opera di mitigazione ambientale si prevede di realizzare, lungo il canale di scarico, un laghetto di superficie pari a circa 100 mq e profondità di circa 70 cm utile alla riproduzione degli *anfibi autoctoni e la piantumazione lungo il perimetro del laghetto di piante idrofile utili alla creazione di un microabitat per i macroinvertebrati.*



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

**Il potenziale ricettore sensibile più vicino alla centrale idroelettrica è posto in classe III e si trova a circa 65,00 m, (Trattoria Al Chicchirichi).**

Per avere i dati utili ad una previsione di impatto acustico occorre ancora considerare il clima acustico esistente nell'area oggetto dello studio.

Le principali sorgenti di rumore caratterizzanti il clima acustico ante operam dell'area di studio, sono rappresentate da:

- rumore dovuto allo scorrimento dell'acqua nel torrente Rio La Foce ;
- attività di **lavorazioni agricole** effettuate nei campi circostanti;
- **traffico veicolare di mezzi leggeri e pesanti (autobus di turisti)** circolante sulla viabilità esistente;

Il clima acustico esistente nell'area di studio ante operam è stato misurato attraverso alcuni rilievi fonometrici i cui risultati sono riportati nelle tabelle precedenti.

**La valutazione dell'impatto ambientale in relazione al fattore rumore necessita di un'attenta verifica post-costruzione dell'opera, al fine di verificare che le emissioni sonore previste in progetto rientrino nei limiti dalla normativa vigente e nel caso eccedessero i limiti prestabiliti, per adottare i necessari accorgimenti tecnici di ulteriore insonorizzazione.**

Dall'analisi di funzionamento dell'impianto in progetto si deduce che le sorgenti di emissione sonora sono presenti unicamente nel fabbricato della centrale, che dovrà essere costruito in modo che l'emissione sonora prodotta sia inferiore ai limiti previsti del clima acustico presso i ricettori sensibili.

Per la caratterizzazione acustica completa di una sorgente occorrerebbe conoscere:

- il livello di pressione ponderato in scala A ( $L_{eq}(A)$ );
- lo spettro di emissione sonora in terzi di banda di ottava;
- il riconoscimento o meno di componenti tonali o impulsive.

Purtroppo tutti questi dati non sono disponibili a priori, in quanto le ditte produttrici di macchine forniscono come dato di emissione acustica solo il livello di pressione equivalente ponderato in scala A.

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

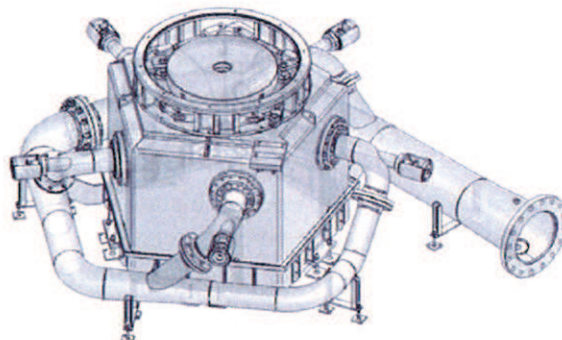
Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

L'impianto idroelettrico oggetto di studio, come detto precedentemente, sfrutta l'energia dell'acqua per produrre energia elettrica mediante una turbina idraulica Pelton, ad asse verticale.

Le principali caratteristiche della turbina sono le seguenti:



Asse: Verticale

Portata massima:  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocità: 600 rpm

Velocità di fuga: 1080 rpm

Diametro girante: 725 mm

La produzione di energia elettrica avviene tramite la turbina ed in essa il rumore viene prodotto dal flusso dell'acqua attraverso:

- il condotto di alimentazione dei boccali;
- dall'efflusso dell'acqua attraverso la sezione dell'otturatore;
- dall'urto dell'acqua sulla pala.

A seconda del carico richiesto dall'alternatore è possibile variare la potenza erogata dalla macchina variando la sezione di efflusso e quindi la portata dell'acqua mediante lo scorrimento assiale di un otturatore a spina; questo può compromettere una variazione della rumorosità dovuta alla turbina.

Le principali sorgenti di rumore dell'impianto sono:

- la turbina Pelton;
- gli organi meccanici rotanti della turbina stessa (assi, cuscinetti ecc.);
- gli organi rotanti dell'alternatore ad esso accoppiato sullo stesso asse;
- il condotto di scarico dell'acqua.

Dal punto di vista acustico il rumore generato dalla turbina è dovuto principalmente all'impatto dell'acqua sulle pale e dall'eventuale rumore dovuto alla rotazione della girante.



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

I dati di rumore sulle turbine dalle ditte costruttrici danno l'emissione sonora della macchina a vuoto e quindi non tengono conto del rumore dell'impatto dell'acqua sulla turbina.

Il Leq (A) per una turbina idraulica Pelton, ad asse verticale della potenza (1100KW) impiegata nella nostra centrale in progetto è pari a:

- circa 60 dB(A), cui andrebbe aggiunto il rumore di impatto dell'acqua sulle pale;

Considerando anche l'impatto dell'acqua sulle pale, si ipotizza un incremento di emissione sonora pari a 5 dB(A);

- quindi un livello di emissione sonoro complessivo della turbina pari a 65 dB(A).

Si specifica che il rumore dell'impatto dell'acqua è controllabile ed eventualmente si può attenuare coprendo la carcassa della macchina con materiale fonoassorbente.

L'opera di presa ha lo scopo di incanalare l'acqua nella condotta e non comporta un aumento delle emissioni sonore rispetto all'usuale rumorosità del torrente.



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

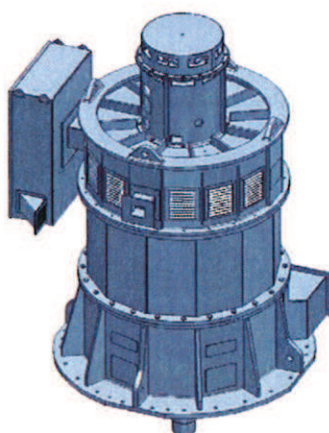
*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Per quello che riguarda il generatore di tipo sincrono :



Tipo: Sincrono

Tensione: 690 V

Frequenza nominale: 50 Hz

Velocità: 600 rpm

Numero di poli: 10

Potenza nominale: 1320 KVA

Sistema di raffreddamento: IC01

Tipo di supporto: rotolamento

Per quello che riguarda il generatore di tipo sincrono si fa riferimento a modelli aventi una potenza:

- circa 1300 KVA con  $Leq(A)$  pari a circa 82 dB(A).

Nell'eventualità che si inserisca successivamente un ventilatore centrifugo per il raffreddamento del locale si ipotizzerà una portata pari a 0,5 m/s con un  $Leq(A)$  pari a 80 dB(A).

Le altre apparecchiature previste all'interno del fabbricato, quadri elettrici, quadri di comando, centralina elettrica non costituiscono sorgenti sonore.

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Per quello che riguarda il trasformatore di macchina :



Marca: Ocrev, SEA

Potenza nominale: 1600 KVA

Tensione nominale primario: 20 KV

Tensione nominale secondario: 0,69 KV

Frequenza: 50 Hz

Installazione: Outdoor

Sistema di raffreddamento: ONAN

Per quello che riguarda il trasformatore servizi ausiliari :

Marca: Ocrev, SEA

Potenza nominale: 50 KVA

Tensione nominale primario: 0,69 KV

Tensione nominale secondario: 0,4 KV

Frequenza: 50 Hz

Installazione: Indoor

Sistema di raffreddamento: AN

Il trasformatore avente una potenza complessiva pari a 1600KVA, ha un'emissione:

➤ Leq(A) pari a 32 dB(A)

quindi può essere installato all'interno del fabbricato senza particolari misure di insonorizzazione.



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Per stabilire il clima acustico complessivo all'interno del fabbricato della centrale si procede a sommare l'emissione delle varie sorgenti sonore individuate.

Poiché non sono noti gli spettri di emissione per bande in terzi di ottava delle varie sorgenti esaminate, e quindi non è possibile riconoscere la presenza di componenti tonali di rumore, cautelativamente si incrementa il livello di emissione di ciascuna sorgente di 3 dB(A).

I livelli equivalenti di emissione sonora ponderata in scala "A" considerati per il calcolo del livello di pressione sonora complessivo all'interno del fabbricato sono dunque i seguenti:

- Turbina Pelton: **68 dB(A)**
- Generatore di tipo sincrono: **85 dB(A)**
- Ventilatore centrifugo: **83 dB(A)**

Il rumore complessivo all'interno della centrale si ottiene facendo ricorso alla seguente formula:

$$L_{tot.} = 10 \log_{10} ( 10^{L1/10} + 10^{L2/10} + ..... + 10^{Ln/10} )$$

Il livello totale di pressione sonora ponderata in scala A per la centrale in esercizio risulta:

$$L_{tot.} = 10 \log_{10} ( 10^{68/10} + 10^{85/10} + 10^{83/10} ) = \mathbf{87,2 \text{ dB(A)}}$$

Per abbattere tale impatto occorre lavorare sui requisiti acustici passivi dell'edificio in calcestruzzo che ospiterà la centrale.

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA**

Come anticipato in premessa, l'attuazione del presente progetto **non va assolutamente ad alterare le emissioni acustiche della zona.**

Le sorgenti di rumore derivanti dalla costruzione della Centrale Idroelettrica, non andranno ad incrementare il rumore nei ricettori oggetto di studio.

Ciò nonostante la presente **valutazione previsionale** è svolta sia sulla base di considerazioni qualitative **basate su ipotesi e calcoli teorici**, sia sui **risultati di una campagna di misure fonometriche** realizzate per validare i risultati ottenuti nella prima fase puramente teorica e verificare gli effettivi impatti acustici generati presso i ricettori sensibili ubicati in **località Stiffe.**

La campagna di misurazioni del rumore di fondo dell'area (rilievi fonometrici), è stata effettuata nel mese di aprile e dunque sia in assenza di turisti che di attività di alpeggio, rendendo tale rilievo valido anche per il periodo notturno.

La campagna di misurazioni dimostra che il rumore di fondo dell'area si attesta (vedi misura P1) attorno **50,0 dB(A).**

Il clima acustico cambia però connotazione in prossimità del torrente Rio La Foce.

Qui (vedi misure P2 e P3) lo scorrere delle acque produce un **rumore che in prossimità del torrente si attesta attorno a 79,6 dB(A) e 57,8 dB(A)**, per poi scemare a mano a mano che ci si allontana dai corsi d'acqua (vedi misura P4) a **46,0 dB(A).**

La centrale idroelettrica verrà costruita per ovvi motivi in prossimità del torrente.

Non è stato possibile individuare i valori limiti massimi del livello sonoro equivalente (LAeq) riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio comunale perché, nel Comune di San Demetrio Né Vestini (AQ), dove è ubicato l'insediamento, **non è stata ancora effettuata la zonizzazione acustica** di cui all'art.2 del D.P.C.M. 14/11/97 e successive modifiche e/o integrazioni. Conformemente alla delibera della Giunta Regionale n.770/P del 14/11/2011 parte II, art.2 comma 6:

- il tecnico dovrà formulare un'ipotesi di individuazione delle classi acustiche sulla base dei criteri tecnici stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art.2 comma 1, della legge regionale n.23 del 17/07/2007.

Sulla base dell'analisi del contesto urbanistico della zona, si ritiene che l'area di collocazione della Centrale, possa essere classificata in Zona III "aree di tipo misto".

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.



## DOTT. LEONE DOMENICO

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Per quanto riguarda la zona dove verrà localizzata **l'opera di presa, la camera di carico ed il tratto della condotta forzata,** all'ingresso delle grotte di Stiffe, si ritiene opportuno classificarla **Zona I "aree particolarmente protette"**.

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione; aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate a riposo e svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc..

Per quanto riguarda il criterio di valutazione sulla **accettabilità del disturbo all'interno dell'ambiente abitativo** (cosiddetto **criterio differenziale**), occorre far riferimento ai valori limite differenziali di immissione di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/97 riassunti nella tabella seguente:

VALORI LIMITE DIFFERENZIALI		
Zonizzazione	DIURNO	NOTTURNO
Differenza massima ammessa tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo	5 dB(A)	3 dB(A)
A finestre <b>aperte</b> ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile se il rumore misurato è inferiore a:	50 dB(A)	40 dB(A)
A finestre <b>chiuse</b> ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile se il rumore misurato è inferiore a:	35 dB(A)	25 dB(A)

*Tabella 3 – Valori limite differenziali*

La valutazione del livello differenziale va dunque eseguita fra i seguenti livelli sonori (rif. Allegato A del DPCM 01/03/91):

**Livello di rumore residuo  $L_r$** : è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale.

**Livello di rumore ambientale  $L_a$** : è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti.

Nel nostro caso **il limite differenziale notturno**, riferito al **ricettore R6 (Trattoria Al Chicchirichì)**, distante circa 65,0 m dall'area più prossima alla Centrale Idroelettrica, è pari a

$$49,1 \text{ dB(A)} + 3 \text{ dB(A)} = 52,1 \text{ dB(A)}$$



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

**Limite di immissione notturno:** è il limite che deve essere rispettato in prossimità del recettore sensibile più vicino.

Nel nostro caso il *recettore sensibile più vicino alla centrale idroelettrica è posto in classe III e si trova a circa 65,00 m, (Trattoria Al Chicchirichi).*

Il limite di immissione notturno da rispettare è di **50 dB(A)**.

**Limite di emissione notturno:** è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

Ai sensi dell'art. 2 del DM 14 novembre 1997 recante "determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" i limiti di emissione vanno verificati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità e dunque nel nostro caso è sempre l'abitato di Stiffe che si trova in classe III e dunque il **limite di emissione notturno** da rispettare è di **45 dB(A)**.

**Le misure svolte nel periodo diurno sono rappresentative anche del periodo notturno,** in quanto **l'unica sorgente** presente nell'area è rappresentata dal **torrente Rio La Foce**, caratterizzato da una emissione costante..

Dalle misure svolte, si può osservare, che il **livello di rumore presente, escludendo** :

- attività di **lavorazioni agricole** effettuate nei campi circostanti;
- **traffico veicolare di mezzi leggeri e pesanti (autobus di turisti)** circolante sulla viabilità esistente;

**è già superiore ai limiti di legge a causa dell'emissione dovuta allo scorrimento dell'acqua nel torrente Rio La Foce .**

Come risulta ovvio aspettarci, stante la massima portata del torrente Rio La Foce, presente nel periodo dell'anno in cui si sono effettuate le misure (primavera inoltrata), i risultati della campagna di misurazione hanno evidenziato un clima acustico migliore che non quello derivante dal clima acustico prevedibile con semplici calcoli teorici comunemente utilizzati.

Al fine di **quantificare in maniera preventiva il contributo della sorgente specifica ai ricettori abitati** si riportano di seguito alcune considerazioni di calcolo che tengono conto delle sorgenti stesse e dell'ambiente di propagazione.

Abbiamo osservato come sia possibile individuare tra tutti i ricettori indicati nella relazione, il **ricettore R6 (Trattoria Al Chicchirichi), distante circa 65,0 m dall'area più prossima alla Centrale Idroelettrica,** quello più esposto all'attività della centrale.

Pertanto si è proceduto ad un monitoraggio meticoloso in prossimità di questo ricettore R1 per meglio comprendere e sviluppare la nostra analisi previsionale di impatto acustico.

È stato riscontrato nel ricettore **R6** un:

➤ *immissione del livello sonoro equivalente*       **$Leq(A) = 49,1 \text{ dB(A)}$**

➤ *limite differenziale notturno*                       **$L_D = 52,1 \text{ dB(A)}$**



## DOTT. LEONE DOMENICO

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Questo valore riscontrato è determinato unicamente dall'emissione dovuta allo scorrimento dell'acqua nel torrente Rio La Foce.

Tale rumore non viene considerato una sorgente disturbante e nociva per la salute pubblica, quale quelle indicate nella Legge Quadro n. 447 del 26/10/95 (art.2, comma 1, lett. C).

Nell'introdurre il metodo con cui verrà valutato l'impatto acustico del costruendo impianto, è importante notare che i rilievi acustici sono stati effettuati in un periodo dell'anno caratterizzato da una media portata di acqua nel torrente Rio La Foce, e pertanto il rumore ad esso associato potrà essere sia minore che superiore negli altri periodi dell'anno.

È altresì importante sottolineare però che nei periodi estivi, l'impianto lavorerà non a regime.

L'esperienza acquisita in analoghe situazioni su corsi d'acqua a carattere torrentizio, indica che, comunque, la differenza dei valori di immissione in ambiente esterno dovuti ai corsi d'acqua, difficilmente può superare i 10÷12 dB tra una stagione e l'altra.

Si tratta comunque di valori molto elevati se paragonati al rumore emesso dalle nuove sorgenti in progetto.

Come detto precedentemente, il ricettore R6 (*Trattoria Al Chicchirichì*), distante circa 65,0 m dall'area più prossima alla Centrale Idroelettrica, è quello più esposto all'emissione sonora.

La conoscenza dei valori di pressione acustica delle fonti sonore connesse al ciclo produttivo della centrale idroelettrica, ha permesso di utilizzare un modello semplificato che utilizza la legge di propagazione del rumore in campo libero, (nella quale si determina la propagazione uniforme delle onde sonore in tutte le direzioni, cioè in ambienti aperti, senza che vi siano fenomeni di riflessione o ostacoli che condizionano la propagazione stessa), anziché ricorrere al suddetto software di previsione Soundplan.

A questo proposito *la ISO 9613-2 specifica che una sorgente estesa, o una parte di una sorgente estesa, può essere rappresentata da una sorgente puntiforme posta nel suo centro se :*

- esistono le stesse condizioni di propagazione tra le varie parti della sorgente estesa e la sorgente puntiforme ed il recettore;
- la distanza tra la sorgente puntiforme equivalente ed il recettore è maggiore del doppio della dimensione maggiore della sorgente estesa

La norma calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione *sottovento* o in condizioni di *moderata inversione al suolo*.

La pressione sonora ( $L_p$ ) in corrispondenza del ricevitore è calcolata mediante la relazione:

$$L_p = L_w - 20 \log r + 10 \log Q - 11$$

dove:

- $L_w$  è il livello di potenza sonora della sorgente;
- $Q$  è il fattore di direttività della sorgente;
- $r$  è la distanza sorgente-ricevitore;



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

L'indice di direttività ( $D = 10 \log Q$ ) si applica ogni volta che la sorgente sonora si trova collocata in prossimità di superfici che limitano lo spazio di propagazione.

Nel caso di sorgente posta in prossimità del terreno si ha il raddoppio dell'intensità acustica in corrispondenza del semispazio positivo interessato dall'onda sonora.

Considerando che il fattore di direttività ( $Q=2$ ) otteniamo:

$$D = 10 \log Q = 10 \log (2) \quad D = 3 \text{ dB}$$

Sostituendo il valore trovato nella formula relativa alla propagazione sonora in una superficie emisferica omnidirezionale, otteniamo che la pressione sonora ( $L_p$ ) in corrispondenza del ricevitore sarà espressa dalla formula:

$$L_p = L_w - 20 \log r - 8$$

Considerando il nostro **ricettore R6 (Trattoria Al Chicchirichì)**, distante circa 65,0 m dall'area più prossima alla Centrale Idroelettrica, otteniamo un livello di pressione sonora  $L_p$ :

$$L_p = 87,2 - 20 \log 65 - 8 = 43,0 \text{ dB}$$

Il livello di pressione sonora previsionale  $L_p$ , non tiene conto degli schermi acustici presenti in zona, come piante o vegetazione.

Il livello complessivo di pressione sonora sul ricettore R6, si ottiene sommando, il livello di pressione sonora dovuto alle sorgenti ubicate nel fabbricato della centrale con il clima acustico esistente determinato sul ricettore.

Se si conosce il livello di potenza acustica emessa da una sorgente sonora, è possibile calcolare il livello equivalente di pressione sonora ad una certa distanza tramite la relazione:

$$L_{eq} = L_w - (A_{div} - A_{atm} - A_{ground} - A_{screen} - A_{misc})$$

Il modello permette di calcolare l'attenuazione del rumore causata da:

- distanza;
- assorbimento da parte dell'aria atmosferica;
- influenza del tipo di suolo;
- influenza di eventuali schermature.



## DOTT. LEONE DOMENICO

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

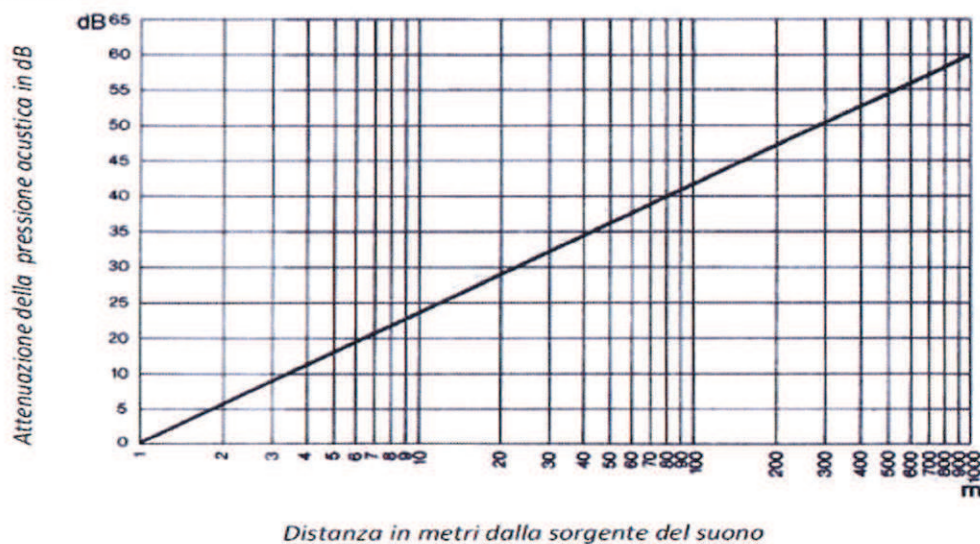
*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

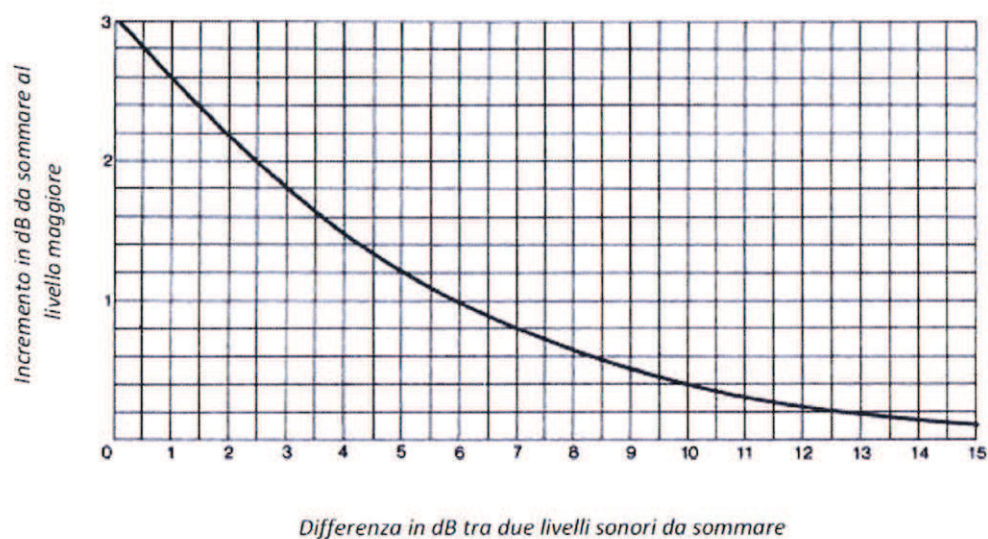
Tel. 349.8085590

Per calcolare rapidamente l'attenuazione della pressione acustica si può anche fare riferimento al grafico sottostante.



Considerando infine la modalità di valutazione della pressione acustica in un punto considerando che siano presenti più sorgenti sonore. Essendo i livelli di pressione sonora grandezze logaritmiche la formula per il calcolo del livello di pressione complessivo è la seguente:

$$L_{P_{tot}} = 10 \log ( 10^{L_{p1}/10} + 10^{L_{p2}/10} )$$



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Il valore di pressione sonora risultante si ottiene partendo dalla differenza di pressione sonora dovuta alle due sorgenti nel punto di interesse; ricavata questa si desume dal grafico l'incremento di pressione da aggiungere al livello maggiore.

Se i livelli di pressione sonora determinati dalle due sorgenti sono equivalenti si ha un incremento di 3 dB.

Consideriamo ad esempio un punto in cui una prima sorgente sonora determina una pressione acustica di 70 dB ed una seconda sorgente che invece determina una pressione acustica di 63 dB.

La differenza fra le due pressioni è pari a 7 dB a cui corrisponde, in base al grafico sopra riportato, un incremento del valore più alto di pressione di 0,8 dB.

La pressione acustica complessiva sarà pertanto pari a 70,8 dB.

Qualora si avesse a che fare con più di due sorgenti sarà necessario sommare le prime 2 sorgenti, ottenere il risultato e sommarlo alla terza e così via.

Alla luce dei risultati ottenuti possiamo affermare che nel nostro **ricettore R6 (Trattoria Al Chicchirichì)**, distante circa 65,0 m dall'area più prossima alla Centrale Idroelettrica, come anche nei ricettori R3 (fabbricato punto informativo) ed R7 (abitazione Giancarlo Staroccia), è stato riscontrato un superamento dei limiti; tale valore è determinato unicamente dal torrente Rio La Foce, che non viene considerato una sorgente disturbante e nociva per la salute pubblica, quale quelle indicate nella Legge Quadro n.447 del 26/10/95 (art.2, comma 1, lett.c).



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **CARATTERISTICHE TECNICHE COSTRUTTIVE DELLA CENTRALE IDROELETTRICA**

L'edificio che ospiterà la turbina e le relative apparecchiature verrà realizzato in un'area pianeggiante immediatamente a valle dell'abitato di Stiffe, a pochi metri dal Rio La Foce. Catastalmente l'edificio di centrale si trova all'interno del comune di San Demetrio Ne' Vestini

➤ foglio n° 38 particella 409, la quota dell'area è variabile tra i (560,50 ÷ 561,50) mt.

L'edificio presenta una struttura in cemento armato con copertura a falda, con le finiture architettoniche tipiche della zona.

Le dimensioni in pianta dell'edificio sono di (13,60 × 10.10) mt.

Il lay out interno prevede uno spazio dedicato alla parte enel e uno spazio adibito ad info point allo scopo di dare informazioni utili ai visitatori in merito alla storia della centrale idroelettrica di Stiffe ed ai benefici della produzione di energia idroelettrica rinnovabile.

Nel locale Enel, verrà posizionata:

- 1 turbina Pelton (portata massima = 1,1 m<sup>3</sup>/s; velocità = 600 rpm), con relative apparecchiature;
- 1 generatore sincro Marelli (potenza nominale = 1320 KVA; tensione = 690 V);
- 1 valvola a farfalla (diametro nominale DN600; pressione nominale = PN16);
- 1 centralina oleodinamica;
- 1 trasformatore di macchina (potenza nominale 1600 KVA) marca OCREV, SEA;
- 1 trasformatore servizi ausiliari (potenza nominale 50 KVA) marca OCREV, SEA;
- 1 trasmettitore di livello a ultrasuoni marca Siemens, modello SITRANS Probe LU;
- 1 misuratore di portata comprendente di trasduttore e rilevatore di misura a ultrasuoni marca Siemens, modello SITRANS FS230;
- quadri di distribuzione BT;
- quadro generale BT;
- quadri di media tensione e di controllo;

Le pareti della centrale saranno debitamente insonorizzate per minimizzare l'impatto acustico della centrale sul territorio circostante.

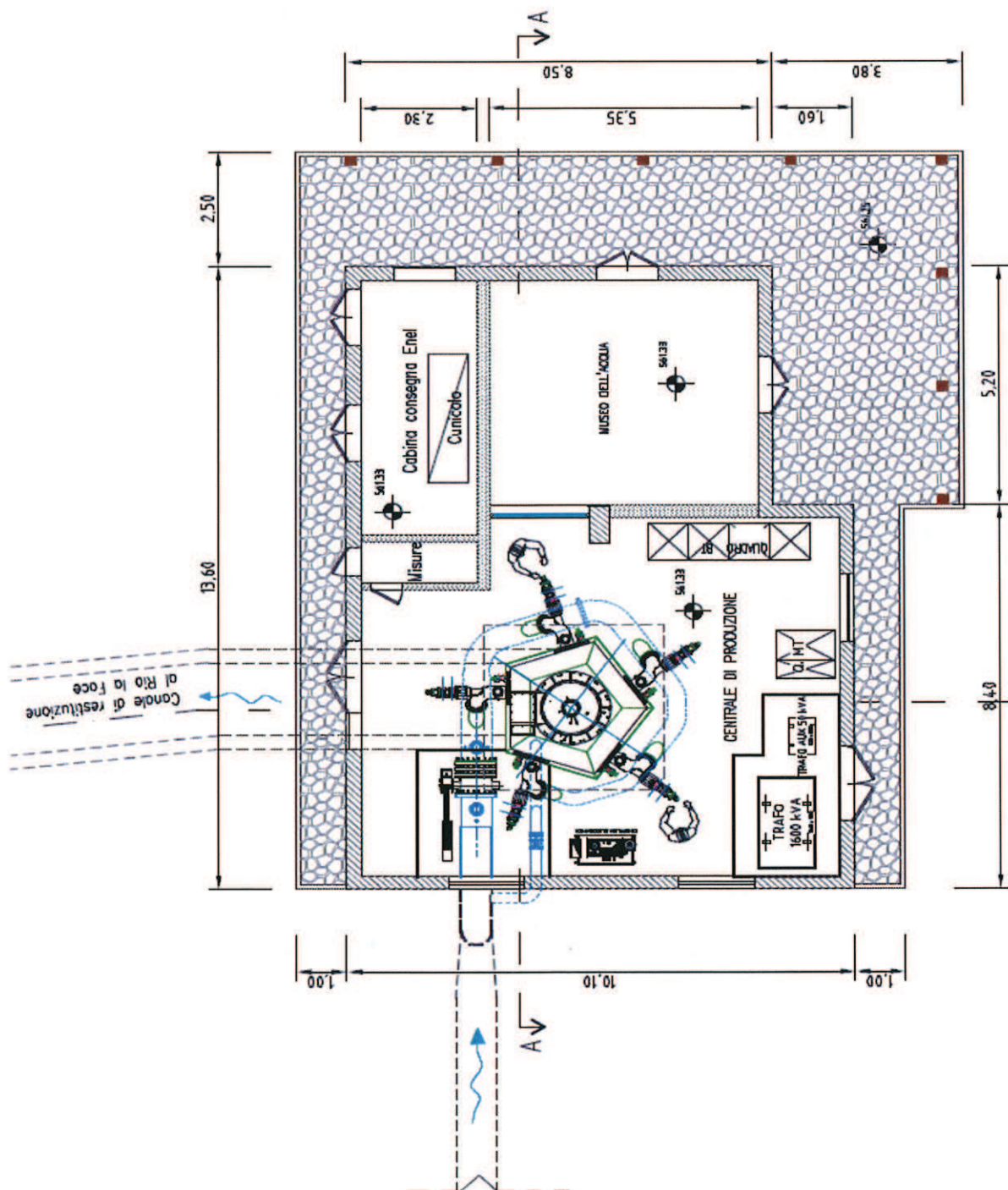
L'acqua, una volta turbinata, verrà scaricata in una vasca interrata realizzata al di sotto della turbina stessa e recapitata al Rio La Foce attraverso un canale con fondo in cls e pareti rivestite in pietrame largo 1.7 m e pendenza pari al 1%.

Quale opera di mitigazione ambientale si prevede di realizzare, lungo il canale di scarico, un laghetto di superficie pari a circa 100 mq e profondità di circa 70 cm utile alla riproduzione degli anfibi autoctoni e la piantumazione lungo il perimetro del laghetto di piante idrofile utili alla creazione di un microabitat per i macroinvertebrati.

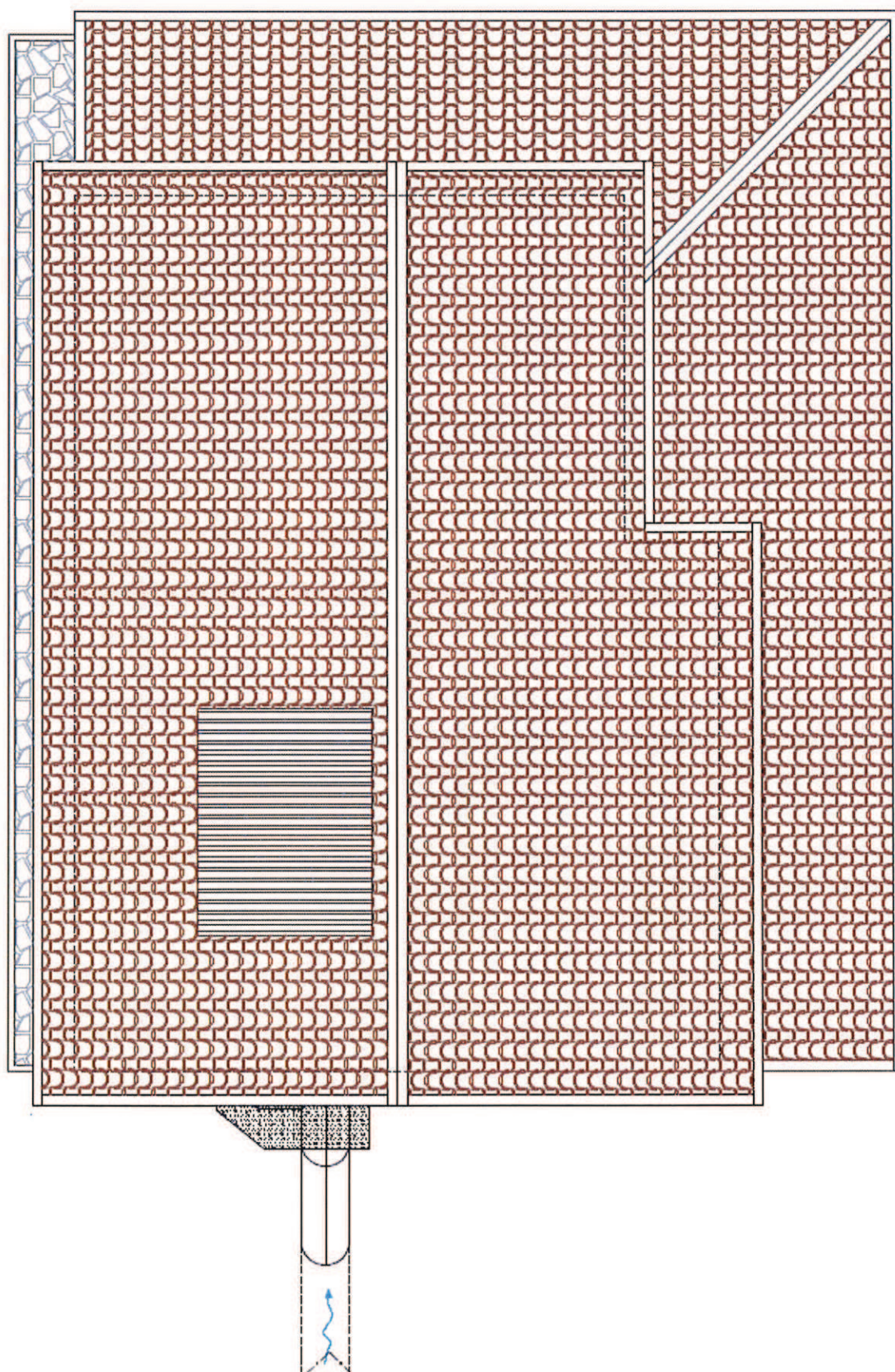




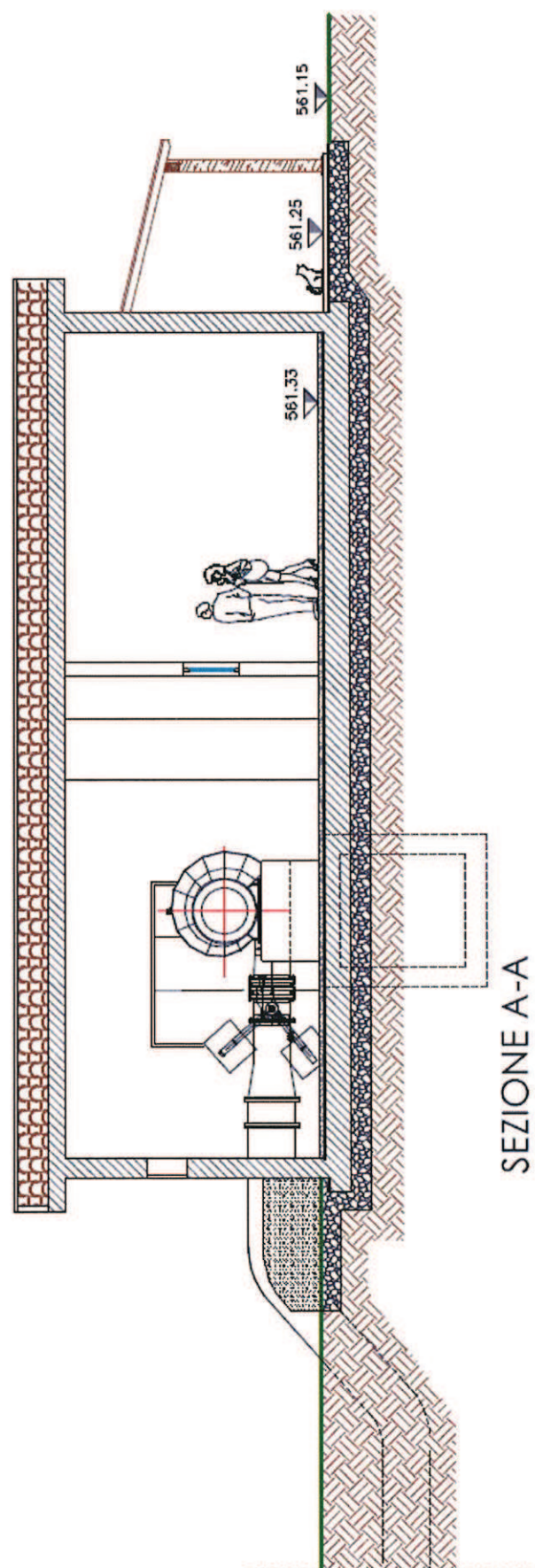




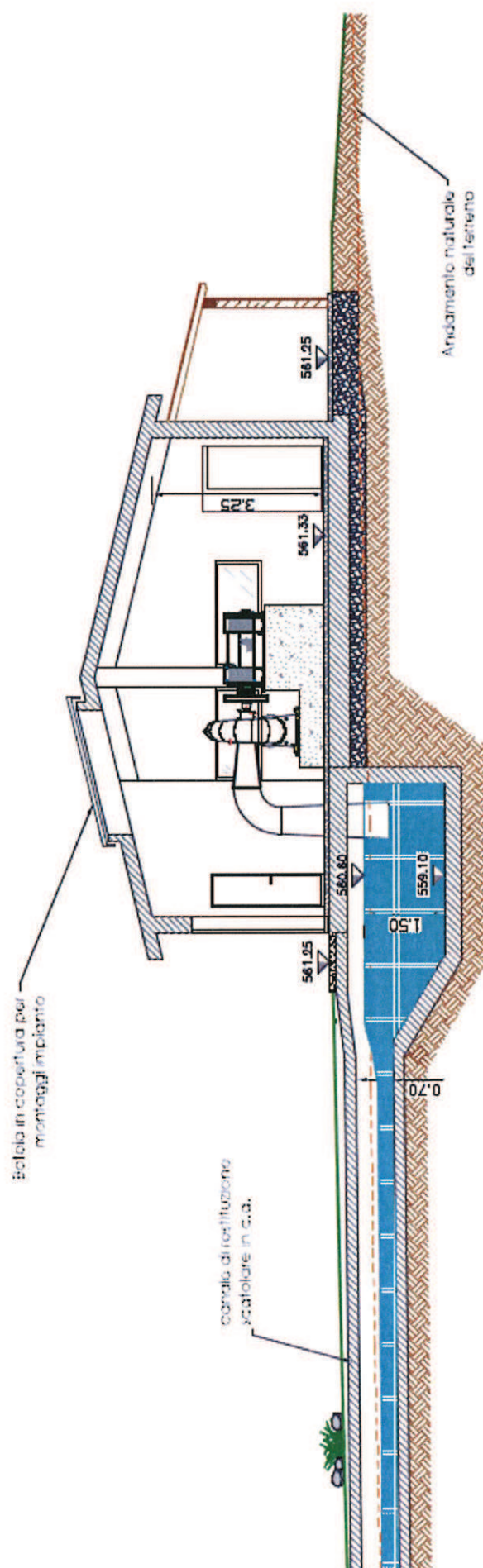






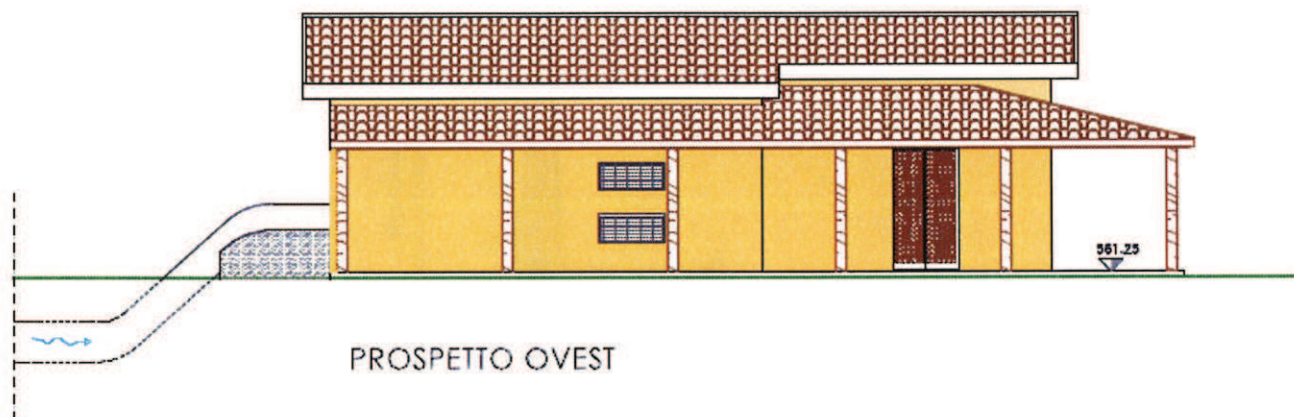


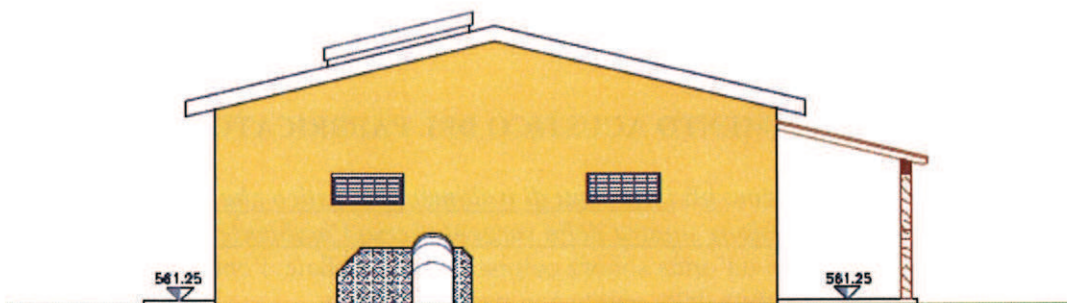
SEZIONE A-A



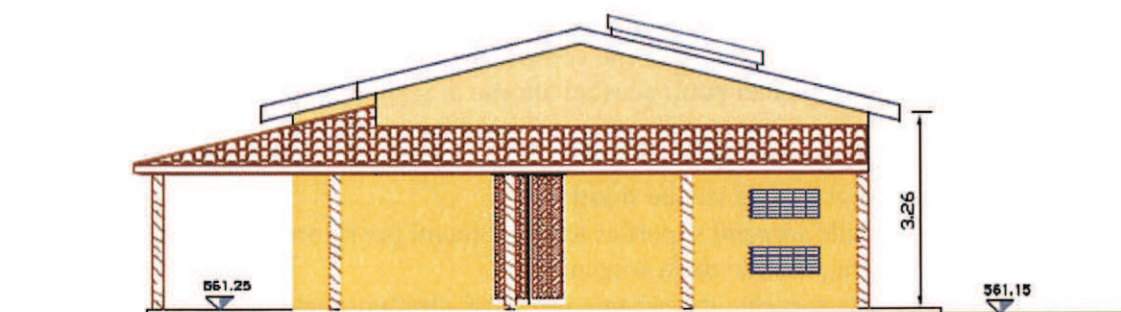
SEZIONE B-B







PROSPETTO NORD



PROSPETTO SUD



## DOTT. LEONE DOMENICO

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DEL FABBRICATO DELLA CENTRALE

In questo paragrafo esamineremo gli interventi di isolamento acustico che si possono attuare per ridurre al minimo l'emissione sonora della sorgente verso l'ambiente esterno.

In un ambiente chiuso, quando un'onda sonora colpisce una superficie, l'energia incidente viene in parte riflessa, in parte assorbita dalla parete e in parte trasmessa.

L'assorbimento acustico è l'attitudine di un sistema a non riflettere i suoni e quindi ad assorbirli. Per ogni tipo di materiale si definisce la sua capacità di assorbimento attraverso un coefficiente  $\alpha$  (alfa) che varia da:

- $\alpha = 0$  per materiali totalmente riflettenti
- $\alpha = 1$  per materiali totalmente assorbenti

L'isolamento acustico di un sistema è la sua attitudine a non trasmettere suoni verso l'esterno.

Esso è rappresentato dall'attenuazione in dB che il suono subisce nell'attraversare il sistema.

Per stabilire il grado di isolamento acustico delle pareti o dei materiali utilizzati per la realizzazione dei fabbricati è stato introdotto il concetto di potere fonoisolante, che rappresenta l'isolamento acustico misurato in laboratorio alle varie frequenze dato da un componente (in sé omogeneo) che divide due locali (di forma e dimensioni normalizzate) tra loro collegati acusticamente soltanto attraverso l'elemento di prova.

Va comunque ricordato che il l'isolamento acustico determinato da un sistema composto da diversi materiali come un fabbricato è condizionato oltre che dal potere fonoisolante delle singole parti anche da come i vari elementi sono composti ed assemblati.

Infatti, la trasmissione del rumore dall'interno verso l'esterno di un fabbricato avviene oltre che attraverso la trasmissione diretta tra elementi che compongono l'involucro edilizio, anche attraverso le varie vie parassite, quali ponti acustici attorno ai serramenti, ponti acustici negli innesti tra parete e parete e tra le pareti e il solaio o il pavimento, (etc...).

Pertanto per eliminare l'emissione nell'ambiente esterno di rumori di livello particolarmente elevato occorre agire su due fronti:

- posizionare attorno alle sorgenti superfici fonoassorbenti per ridurre l'energia dell'emissione sonora prodotto dalla sorgente;
- prevedere attorno alla sorgente disturbante una o più strutture scatolari dimensionate secondo le esigenze, separate dalle strutture esistenti in modo da evitare trasmissioni del rumore sia per via aerea, sia per via solida, sia attraverso vie parassite.

Nel nostro caso per ridurre al massimo l'emissione di rumore verso l'esterno si è deciso di operare su entrambi i fronti ovvero:

- aumentare al massimo le superfici rivestite con materiali fonoassorbenti in grado di smorzare l'energia;
- creare una struttura scatolare ad alto potere fonoisolante attorno alla sorgente disturbante costituita dalle pareti del fabbricato e dal soffitto rivestiti con materiale ad alto potere fonoisolante e fonoassorbente in modo da avere la certezza di evitare la trasmissione del rumore attraverso vie parassite.



## DOTT. LEONE DOMENICO

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova, 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Il suono emesso dalle macchine all'interno della centrale si propaga nell'aria fino ad incontrare l'elemento di separazione che divide l'ambiente interno dall'ambiente esterno.

Nella trasmissione del suono per via aerea la parete si comporta come un elemento passivo e condiziona attraverso le sue caratteristiche la trasmissione stessa del rumore permettendo il controllo e l'attenuazione del suono.

Quindi la prima condizione per poter calcolare l'attenuazione del rumore è quella di ipotizzare che non vi sia una trasmissione diretta dell'aria verso l'esterno ad esempio attraverso aperture, quindi si ipotizza che nelle condizioni di esercizio tutte le aperture saranno mantenute chiuse.

Per dimensionare l'isolamento acustico del fabbricato occorre calcolare la differenza del livello di pressione sonora che si deve avere tra l'interno e l'esterno del fabbricato.

Tale differenza di pressione sonora è data dalla differenza tra la pressione sonora incidente e la pressione sonora trasmessa.

La pressione sonora incidente risulta pari a quella emessa dalle sorgenti, precedentemente calcolata, meno l'attenuazione del suono dovuto alla divergenza calcolata in base alla distanza media delle sorgenti dalle pareti e all'assorbimento dell'energia da parte del locale.

La distanza minima delle sorgenti dalle pareti è pari a  $r = 0,5 \text{ m}$  circa quindi per il calcolo del livello di pressione sonora che colpisce la parete si è utilizzata la seguente formula:

$$L_p = L_w + 10 \log ( Q/4\pi r^2 + 4/R )$$

dove:

- R: costante del locale che è funzione della superficie e coefficiente di assorbimento dei materiali presenti nel locale (rivestimento pareti) pari a 100 per superfici molto riflettenti;
- Q Direttiva = 1;
- R: distanza della sorgente dalla parete;
- $L_w$ : livello di potenza sonora (dB);
- $L_p$ : livello di pressione sonora (dB).

$$L_p = 87,2 + 10 \log ( 1/4\pi 0,5^2 + 4/100 ) = 82,7 \text{ dB(A)}$$

Quindi la pressione sonora incidente sulle pareti e sulla copertura del fabbricato è pari a 82,7 dB(A).

Il massimo valore di livello di emissione che si deve avere all'esterno del fabbricato è pari a 55 dB(A) diurno e 45 dB(A) notturno, (classe III). Poiché l'impianto avrà un funzionamento continuo nelle 24 h occorre considerare il limite di 45 dB(A).

Pertanto il livello di isolamento minimo che deve avere l'edificio della centrale è pari:

$$I = 87,2 - 45,0 = 42,2 \text{ dB(A)}$$



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

Quindi gli elementi architettonici che compongono l'edificio dovranno avere un potere fonoisolante pari ad almeno 42,2 dB(A).

Poiché il fabbricato contenente il gruppo di produzione sarà realizzato parzialmente fuori terra si ritiene che la propagazione sonora del rumore emesso dalle sorgenti potrà avvenire su quattro lati e dalla copertura.

Gli elementi costituenti l'edificio considerati nel calcolo delle emissioni acustiche del fabbricato della centrale sono quindi inerenti la parte fuori terra del locale macchine e in particolare:

- pareti perimetrali;
- aperture quali la porta e le finestre;
- copertura con orditura in legno.

### **ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE PARETI**

Le pareti perimetrali del locale centrale sono realizzate in cemento armato ed hanno uno spessore minimo di 30 cm, ( 0,30 m).

Per una parete di tipo omogeneo il parametro fisico che determina l'isolamento è il peso della parete per unità di superficie.

La relazione utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico della singola parete è la seguente:

$$R_w = 18 \log m + 18 \log f - 25$$

dove:

$R_w$  = potere fonoisolante espresso in dB;

$f$  = frequenza del suono incidente;

$m$  = massa della parete.

Poiché il potere fonoisolante si riduce per le basse frequenze si usa come frequenza di riferimento 100 Hz.

Le pareti perimetrali in cemento armato di spessore pari a 30 cm hanno un peso al mq pari a 750 kg/mq quindi si ottiene:

$$R_w = 18 \log 750 + 12 \log 100 - 25 = 51 \text{ dB(A)}$$

Si adotta per le pareti perimetrali realizzate in cemento armato un potere fonoisolante pari a 51 dB(A).

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE SUPERFICI VETRATE**

Le superfici vetrate saranno formate da vetri doppi del tipo 8+6+8, dove:

- 8 è lo spessore in mm del vetro interno;
- 6 è lo spessore in mm della camera d'aria;
- 8 è lo spessore in mm del vetro esterno.

Tale tipologia di vetro da prove sperimentali effettuate in laboratorio risulta avere un potere fonoisolante pari a 34 dB.

### **ISOLAMENTO ACUSTICO DELLE SUPERFICI OPACHE DELLE APERTURE**

Per le superficie opache delle aperture, *le porte*, si prevede di rivestire quest'ultimo internamente con *strato di materiale fonoassorbente costituito da pannello di tipo "Eraclit" in Legno-magnesite dello spessore di 7,5 cm.*

Il pannello "Eraclit" di spessore pari a 7,5 cm, come risulta dalle schede tecniche del materiale, ha un potere fonoisolante che varia da:

- 40 dB per le basse frequenze fino a 58 dB per le alte frequenze.

Si adotta per le superfici opache delle aperture un potere fonoisolante pari a quello dei pannelli fonoassorbenti (quindi pari a 40 dB).

### **COPERTURA IN LEGNO**

Per la copertura in legno si prevede di rivestire quest'ultima internamente con strato di materiale fonoassorbente costituito da pannello di tipo "Eraclit" in legno-magnesite dello spessore di 7,5 cm.

Il pannello "Eraclit" di spessore pari a 7,5 cm, come risulta dalle schede tecniche del materiale, ha un potere fonoisolante che varia da :

- 40 dB per le basse frequenze fino a 58 dB per le alte frequenze.

Si adotta per le superfici opache delle aperture un potere fonoisolante pari a quello dei pannelli fonoassorbenti quindi pari a 40 dB.



## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **ISOLAMENTO ACUSTICO DEL SOLAIO DI COPERTURA**

Il solaio di copertura del locale centrale è realizzato in laterocemento ed ha uno spessore minimo di circa 25 cm, ( 0,25 m).

Per un solaio di copertura di tipo omogeneo il parametro fisico che determina l'isolamento è il peso del solaio per unità di superficie.

La relazione utilizzata per il calcolo dell'isolamento acustico del solaio è la seguente:

$$R_w = 18 \log m + 18 \log f - 25$$

dove:

$R_w$  = potere fonoisolante espresso in dB;

$f$  = frequenza del suono incidente;

$m$  = massa della parete.

Poiché il potere fonoisolante si riduce per le basse frequenze si usa come frequenza di riferimento 100 Hz.

Il solaio di copertura in laterocemento di spessore pari a 25 cm ha un peso al mq pari a 300 kg/mq quindi si ottiene:

$$R_w = 18 \log 300 + 12 \log 100 - 25 = 44 \text{ dB(A)}$$

Si adotta per il solaio di copertura un potere fonoisolante pari a 44 dB(A).

## **DOTT. LEONE DOMENICO**

*Fisico specializzato in radiazioni non ionizzanti*

*Tecnico Competente in Acustica*

*Consulente Tecnico d'Ufficio del Tribunale dell'Aquila*

Via Fontenuova , 89

67100 – Paganica – L'Aquila

Tel. 349.8085590

### **CONCLUSIONI**

*La valutazione previsionale dell'area di indagine, ed in particolare il livello sonoro rilevato durante il monitoraggio effettuato in corrispondenza dei ricettori indagati, ha evidenziato il pieno rispetto dei limiti di legge.*

*Considerato che nel Comune di San Demetrio Né Vestini (AQ), dove è ubicato l'insediamento, non è stata ancora effettuata la zonizzazione acustica di cui all'art.2 del D.P.C.M. 14/11/97 e successive modifiche e/o integrazioni.*

*Considerato che le stime effettuate hanno evidenziato il rispetto dei limiti di legge di emissione e di immissione, si ritiene che l'attività in oggetto del presente studio, ovvero il progetto della centrale idroelettrica in località Stiffe, sia da ritenersi acusticamente compatibile con la normativa vigente.*

*Tuttavia essendo una valutazione di carattere previsionale e date le premesse in merito alla necessaria genericità dei dati in ingresso (la rumorosità totale deriva dall'accoppiamento e dall'esercizio degli elementi precedentemente elencanti, turbina Pelton, generatore di tipo sincro, ecc. ), per la presente relazione, si rimanda ad una verifica post operam delle suddette risultanze al fine di prescrivere ai committenti eventuali opere di mitigazione degli impatti dovute a variazioni in opera o a fenomeni non prevedibili di calcolo.*

*Pertanto successivamente alla messa in esercizio della centrale, il proponente dovrà provvedere ad effettuare misure puntuali di verifica presso le abitazioni più prossime alla centrale e sul confine di proprietà.*

*Al fine di ridurre ulteriormente l'emissione sonora nel fabbricato della centrale verso l'ambiente esterno, si allegano alla seguente relazione alcuni accorgimenti costruttivi che il committente può recepire in riferimento agli interventi di isolamento acustico dell'edificio.*

L'Aquila, 27 aprile 2016



*Leone*

*Domenico Leone*



## INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>pag.1</b>
<b>NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO</b>	<b>pag.4</b>
<b>NORMATIVA TECNICA</b>	<b>pag.5</b>
<b>INTRODUZIONE ALL'INQUINAMENTO ACUSTICO</b>	<b>pag.6</b>
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>pag.7</b>
<b>VALORI LIMITI ACUSTICI PREVISTI DALLE NORMATIVE</b>	<b>pag.10</b>
<b>STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</b>	<b>pag.13</b>
<b>METODOLOGIA DI CALCOLO PREVISIONALE DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE</b>	<b>pag.14</b>
<b>IL MODELLO PREVISIONALE SOUNDPLAN</b>	<b>pag.15</b>
<b>DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ</b>	<b>pag.18</b>
<b>EDIFICIO CENTRALE</b>	<b>pag.25</b>
<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>pag.29</b>
<b>AREA DOVE VERRÀ REALIZZATO IL PROGETTO DELLA CENTRALE DI STIFFE</b>	<b>pag.30</b>
<b>PLANIMETRIA CATASTALE E ORTOFOTO</b>	<b>pag.31</b>
<b>CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO</b>	<b>pag.32</b>
<b>INDIVIDUAZIONI DELLE SORGENTI DI RUMORE ESISTENTI</b>	<b>pag.34</b>
<b>AREA INSEDIAMENTO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA</b>	<b>pag.35</b>
<b>METODO DI RILEVAMENTO FONOMETRICO ED IDENTIFICAZIONE DE PUNTI DI MISURA</b>	<b>pag.36</b>
<b>TORRENTE RIO LA FOCE IN PROSSIMITÀ DELL'AREA DOVE SORGERÀ LA CENTRALE IDROELETTRICA</b>	<b>pag.37</b>
<b>INDIVIDUAZIONI DEI PUNTI DI MISURA ANTE OPERAM</b>	<b>pag.38</b>
<b>DATI CLIMATICI PERIODO DIURNO DURANTE RILIEVO NEI PUNTI</b>	<b>pag.43</b>

<b>RISULTATI DEI RILEVAMENTI FONOMETRICI NEI PUNTI (ANTE OPERAM)</b>	<b>pag.44</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE DEI RICETTORI</b>	<b>pag.45</b>
<b>DATI CLIMATICI PERIODO DIURNO DURANTE RILIEVO NEI RICETTORI</b>	<b>pag.54</b>
<b>RISULTATI DEI RILEVAMENTI FONOMETRICI NEI RICETTORI (ANTE OPERAM)</b>	<b>pag.55</b>
<b>TRAFFICO VEICOLARE</b>	<b>pag.56</b>
<b>RUMORE IMMESSO DAL TRAFFICO</b>	<b>pag.58</b>
<b>RILIEVO FONOMETRICO DEL LIVELLO DI RUMORE EMESSO DA UNA AUTOVETTURA</b>	<b>pag.63</b>
<b>RILIEVO FONOMETRICO DEL LIVELLO DI RUMORE EMESSO DA UN TRATTORE</b>	<b>pag.64</b>
<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DELLE POTENZIALI FONTI DI RUMORE</b>	<b>pag.65</b>
<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA</b>	<b>pag.72</b>
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE COSTRUTTIVE DELLA CENTRALE IDROELETTRICA</b>	<b>pag.79</b>
<b>CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DEL FABBRICATO DELLA CENTRALE</b>	<b>pag.87</b>
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>pag.92</b>









**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

No: CDK1601951

Page 1 of 29

**CALIBRATION OF**Sound Level Meter: Brüel & Kjær Type 2238  
Microphone: Brüel & Kjær Type 4188No: 2231497 Id: -  
No: 2230933**CUSTOMER**CSA SAS  
Località Boschetto di Pile  
67100 L'Aquila  
AQ, Italy**CALIBRATION CONDITIONS**Preconditioning: 4 hours at  $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ Environment conditions: Pressure:  $101,3\text{kPa} \pm 3\text{kPa}$ . Humidity: 25% - 70% RH. Temperature:  $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ .**SPECIFICATIONS**

The Sound Level Meter Brüel & Kjær Type 2238 has been calibrated in accordance with the requirements as specified in IEC 60651 and 60804 type 1. The accreditation assures the traceability to the international units system SI.

**PROCEDURE**

The measurements have been performed with the assistance of Brüel & Kjær Sound Level Meter Calibration System 3630 with application software type 7763 (version 6.0 - DB: 6.01) by using procedure B&K proc 2238-4188-BZ7126.

**RESULTS**

Calibration Mode: Calibration as received.

The reported expanded uncertainty is based on the standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k = 2$  providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with EA-4/02 from elements originating from the standards, calibration method, effect of environmental conditions and any short time contribution from the device under calibration.

Date of calibration: 2017-08-21

Date of issue: 2017-08-21

  
Jonas Johannessen  
Calibration Technician  
Erik Bruus  
Approved Signatory