CONSORZIO DI BONIFICA N°5 TOSCANA COSTA
Istituito ai sensi della Legge Regionale 79/2012

SEDE LEGALE: **Via degli Speziali 17 – Loc. Venturina Terme 57021 CAMPIGLIA MARITTIMA (LI)**
Telefono: +39 0565 85761 *Fax:* +39 0565 857690 *Posta Certificata*: cbaltamaremma@cert.it - consorzio pec@collinelivornesi.it
C.F.01779220498 *Sito web*: www.cbtoscanacosta.it

Valutazione previsionale impatto acustico

Sistemazione idraulica Fosso Corniaccia

(L. 447/95 - LR 89/98 – DGRT 857/13)

Tecnico competente in acustica
Dr. M. Caramelli

Follonica, 16/12/2016

STUDIO TECNICO DI CONSULENZA E PROGETTAZIONE
STUDIO T&C

Valutazione previsionale impatto acustico

Interventi di sistemazione idraulica Fosso Corniaccia

Sommario

Sommario 2

Indice delle tabelle 3

1 Scopo ed inquadramento normativo 4

2 Norme tecniche di riferimento 4

3 Definizioni principali 5

4 Metodologia generale e semplificazioni adottate 7

5 Misurazione livello di rumore ante operam 8

51 Tecniche di misura adottate 8

5.2 Punti di misura 9

5.3 Misurazioni ante operam 11

5.4 Livelli di rumore riscontrati ante operam 11

6 Caratteristiche dei luoghi interessati dalle emissioni acustiche del cantiere 13

6.1 Dati geografici e geometrici 13

6.2 Fonti di rumore presenti nell'area 13

6.3 Classificazione acustica del territorio 14

5.4 Ricettori potenzialmente disturbati 15

7 Caratterizzazione acustica cantiere 16

7.1 Breve descrizione attività di messa in sicurezza fosso Corniaccia 16

7.2 Stima potenza sonora macchine di cantiere 16

7.3 Considerazioni in merito al traffico veicolare indotto 17

7.4 Andamento temporale emissione sonora 17

8 Propagazione del rumore generato 18

9 Stima dei livelli di pressione sonora generati dalle attività di cantiere 20

9.1 Generalità 20

9.2 Ipotesi 1 – Lavori di ringrosso argine 20

9.3 Ipotesi 2 – Lavori di realizzazione invaso 21

9.5 Divergenza geometrica livello di rumore 23

9.6 Commenti ai risultati 24

10 Valutazioni immissioni sonore e nuovo clima acustico post operam 25

11 Misure di mitigazione del rumore 26

12 Conclusioni 26

Allegato 1 – Dettaglio calcoli previsionali 27

Indice delle tabelle

Tabella 1: Misure rumore residuo punto misura n.1 11
Tabella 2: Misurazione livelli di rumore ante operam punti di misura 2 12
Tabella 3: Potenza sonora mezzi d'opera 17
Tabella 4: Parametri di calcolo ipotesi 1 21
Tabella 5: Valori di emissione stimati ai ricettori ipotesi 1 21
Tabella 6: Parametri di calcolo ipotesi 2 22
Tabella 7: Valori di emissione stimati ai ricettori ipotesi 2 22
Tabella 8: Attenuazione rumore per divergenza geometrica - 3 mezzi 23
Tabella 9: Attenuazione rumore per divergenza geometrica - 2 mezzi 24
Tabella 10: Livelli di pressione sonora post operam – Ipotesi 1 25
Tabella 11: Livelli di pressione sonora post operam – Caso standard 25

Indice delle figure

Figura 1: Zona realizzazione casse di espansione (verde) e riprofilatura alveo (giallo) 9
Figura 2: Punti misura rumore residuo 10
Figura 3: Stralcio PCCA 14
Figura 4: Potenziali ricettori 15
Figura 5: Posizionamento fonti di rumore ipotesi 1 e ricettori più disturbati 20
Figura 6: Posizionamento fonti di rumore ipotesi 2 22

Indice delle equazioni fondamentali

Equazione 1: Calcolo del livello equivalente - tecnica del campionamento 8
Equazione 2: Calcolo incertezza sul livello equivalente - incertezza di categoria A 8
Equazione 3: Calcolo livello di pressione sonora presso il ricettore 18
Equazione 4: calcolo livello di pressione sonora presso il ricettore nel senso del vento (condizioni peggiori) 19

1 Scopo ed inquadramento normativo

La presente relazione tecnica è stata redatta al fine di definire l'impatto acustico di una attività di cantiere, volta alla realizzazione della messa in sicurezza idraulica dell'alveo del Fosso della Coriaccia.

La documentazione è stata redatta ai sensi dell'articolo 8, commi 1 e 4, della Legge 447/95 e dall'articolo 12 comma 4 della Legge Regionale 89/98, anche tenendo di conto di quanto stabilito dal D. Lgs. 152/2006, in merito alla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ivi richiamata.

I suoi contenuti sono quelli indicati nell'allegato A del DGRT 857/13.

Lo scopo principale del presente documento è quello di valutare le emissioni ed immissioni delle attività di ricerca e di fornire utili indicazioni per evitare ogni possibile disturbo originato dalle attività stesse.

2 Norme tecniche di riferimento

Le misurazioni di rumore ambientale, le valutazioni tecniche ed i calcoli sviluppati nel presente documento sono stati eseguiti tenendo in considerazione i criteri previsti nelle seguenti normative tecniche (laddove applicabili):

1. Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
2. Norma UNI 11143 – 1 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di Sorgenti - Parte 1: Generalità";
3. Norma UNI 9613 – 1 "Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico"
4. Norma UNI 9613 – 2 "Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo";
5. UNI/TR 11326:2009 "Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica - Parte 1: Concetti generali
6. ISO 3744 (1994) "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane";

3 Definizioni principali

Norma UNI 11143 – 1

Area di influenza: Porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera, o di modifiche a un'opera esistente, potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione ante operam.

Clima acustico: Andamento spaziale e temporale del rumore presente in un determinato sito.

Impatto acustico: Variazione del clima acustico indotto dalle nuove sorgenti sonore.

livello di emissione sonora: Livello di pressione sonora ponderato A rilevabile in una postazione in relazione al contributo di una specifica sorgente sonora.

livello di immissione sonora: Livello di pressione sonora ponderato A rilevabile in una postazione in relazione al contributo di tutte le sorgenti sonore acusticamente influenti.

punto di ricezione: Punto di misura in corrispondenza di un ricettore ritenuto significativo per valutare il clima acustico o gli effetti acustici in un'area.

Sorgente analoga: Sorgente sonora con le stesse caratteristiche della nuova opera per potenzialità, dimensioni, tipologia e tecnologia costruttiva.

Norma UNI 9613 – 2

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, L_{AT}: Livello di pressione sonora, in decibel, definito dall'equazione (1):

$$L_{AT} = 10\lg\left\{\left[(1/T)\int_0^T p_A^2(t)\,dt\right]/p_0^2\right\}\text{dB}$$

dove:

$p_A(t)$: è la pressione sonora istantanea ponderata A, in pascal;

p_0: è la pressione sonora di riferimento (= 20×10^{-6} Pa);

T: è un dato intervallo di tempo, in secondi.

La ponderazione A della frequenza è quella specificata nella IEC 651 per i misuratori di livello sonoro.

livello continuo equivalente di pressione sonora per banda di ottava nel senso del vento, $L_{fT(DW)}$: Livello di pressione definito dall'equazione:

$$L_{fT}(DW) = 10\lg\left\{\left[(1/T)\int_0^T p_f^2(t)\,dt\right]/p_0^2\right\}dB$$

dove:

$p_f(t)$: è la pressione sonora istantanea nel senso del vento per banda di ottava, in pascal, e l'indice f rappresenta la frequenza centrale di un filtro per bande di ottava.

UNI/TR 11326:2009

misurando: Grandezza che s'intende sottoporre a misurazione.

risultato di misura: Insieme di valori della grandezza attribuiti ad un misurando congiuntamente a ogni altra informazione pertinente disponibile.

incertezza (di misura): Parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando.

4 Metodologia generale e semplificazioni adottate

Le procedure per la **misurazione** del clima acustico *ante opera* e la **stima** di quello *post operam* sono le seguenti:

1. Misura del livello del rumore esistente (***caratterizzazione acustica ante operam***, così come descritto nel capitolo 5 della UNI EN 11143 – 1:2005 e norma UNI EN 11143 – 5: 2005)
2. Definizione di un modello geometrico e geografico adeguato dell'area interessata dal fenomeno acustico;
3. Definizione delle caratteristiche delle fonti di emissione sonora future (potenza sonora macchine di cantiere);
4. Scelta dei parametri meteo climatici adeguati per descrivere la propagazione del rumore nel periodo di realizzazione dell'opera;
5. Esecuzione della routine di calcolo.

L'output di tale processo è rappresentato da una tabella che evidenzia **il livello di pressione sonora previsto in alcuni punti dello spazio (ricettori), così generato dalle attività di cantiere.**

Al fine di valutare il **rumore globale presente nell'area,** si procederà ad effettuare la somma energetica delle emissioni stimate come sopra descritto con il rumore ambientale misurato ***ante operam***.

Il livello ottenuto rappresenta il livello di rumore ambientale ***post operam***.

Lo standard utilizzato dal software previsionale per il calcolo del rumore generato dalle nuove sorgenti di rumore è la norma Norma UNI 9613 – 2.

Per lo sviluppo dei calcoli necessari, sono state formulate ipotesi semplificative, sempre giustificate dalle normative tecniche citate nel capitolo.

Esse saranno evidenziate ogni qualvolta si renda necessario la loro introduzione.

5 Misurazione livello di rumore ante operam

51 Tecniche di misura adottate

Per la misura del clima acustico dei luoghi, si è adottata la tecnica del "micro campionamento", così come definita nel **§ 6.4 della norma UNI TR 11326:2009**.

Nei punti di misura prescelto si è proceduto alla realizzazione di alcuni campionamenti, tra loro statisticamente indipendenti, di durata opportuna, pari a 30' (t_i).

Il livello equivalente è stato calcolato con la seguente formula:

$$L_{Aeq,T} = 10 \times \lg\left[\frac{1}{TM}\sum_{i=1}^{M} t_i \times 10^{(L_{Aeq,ti}/10)}\right]$$

Equazione 1: Calcolo del livello equivalente - tecnica del campionamento

Dove:

L_{AeqTi} = Livello equivalente dell'i-esima misura
t_i = durata dell'i-esima misura
TM = somma dei t_i (totale tempo di misura)

L'incertezza sul valore di $L_{Aeq,T}$, definito con l'equazione (1), è stato calcolato con metodi statistici (incertezza di Categoria A).

Si è effettuato, pertanto, al calcolo della varianza, facendo ricorso all'equazione seguente (**§ 4.6 della norma UNI TR 11326:2009**).

$$s^2(q_k) = \frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n}(q_k - \bar{q})^2$$

Equazione 2: Calcolo incertezza sul livello equivalente - incertezza di categoria A

La radice quadrata della varianza (lo scarto tipo o deviazione standard) rappresenta l'incertezza tipo di categoria A.

Moltiplicando l'incertezza tipo ottenuta per l'opportuno "fattore di copertura" si ottiene la cosiddetta "incertezza estesa U", ovvero "*La miglior stima del valore attribuibile al misurando Y è y e che ci si aspetta che l'intervallo di valori da y - U a y + U comprenda una gran parte della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili ad Y.*" (**§ 4.10 della norma UNI TR 11326:2009)**

5.2 Punti di misura

I lavori di sistemazione idraulica del Fosso Corniaccia saranno un'area compresa tra la via Aurelia a sud e via Rossellini a nord, nei pressi del centro abitato di Venturina. La foto aerea che segue, evidenzia nel dettaglio la zona di intervento:

Figura 1: Zona realizzazione casse di espansione (verde) e riprofilatura alveo (giallo)

Si evidenzia che i ricettori più prossimi sono ubicati a est rispetto alla zona di intervento, mentre l'insediamento a nord (via Rossellini) risulta essere più distante, e quindi potenzialmente meno disturbato dalle attività di cantiere.

Al fine di valutare il livello di rumore ante operam, si sono effettuate misure fonometriche nei punti di seguito descritti.

Punto di misura 1: Sull'alveo del Fosso Corniaccia, in direzione degli insediamenti abitativi.

Punto di misura 2: In facciata alle abitazioni prospicienti via Rossellini

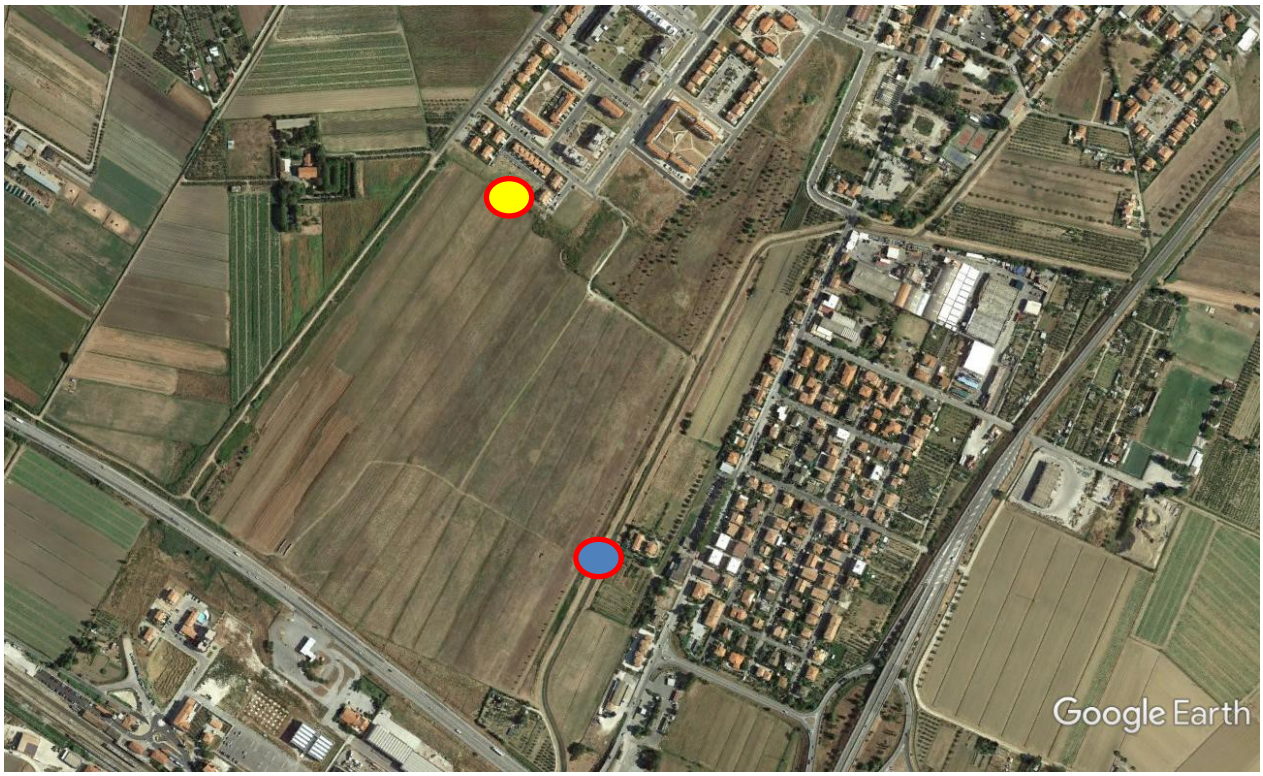

Figura 2: Punti misura rumore residuo

Punto 1

Punto 2

5.3 Misurazioni ante operam

Le misurazioni, condotte secondo le norme internazionali universalmente accettate da personale qualificato ed esperto, sono state effettuate con fonometro e catena di misura di classe I, nello specifico:

- **Fonometro analizzatore Norsonic 140** - numero di serie 1403248
- **Microfono da campo libero Norsonic 1225** – numero di serie 91963
- **Calibratore Norsonic**

La catena di misura è stata sottoposta a calibrazione prima e dopo ciascuna campagna di misura, in nessun caso si sono riscontrati scostamenti superiori a 0.5 dB.

L'intera catena di misura è stata sottoposta a taratura, presso centro SIT, nel Maggio 2016.

Le misure sono state effettuate nel rispetto dei criteri tecnici previsti dal D.M. 16/03/1998, ai quali si rimanda per i dettagli.

Tutte le misure sono state effettuate, in assenza di eventi meteo negativi, nel periodo diurno.

5.4 Livelli di rumore riscontrati ante operam

Le tabelle che seguono, riportano i risultati delle misurazioni effettuate, nonché il calcolo del valore medio per ciascuna postazione di misura e dell'errore ad essa associato.

	ID Misura	Data	Orario Inizio	Durata *min.*	Leq *dB (A)*	LS_{MAX} *dB (A)*	LS_{MIN} *dB (A)*	L_{95} *dB (A)*	Penalizzaz.
Punto misura 1	1	15/12/2016	09:30	30	45,0	57,1	38,6	39,9	No
	2	15/12/2016	11:00	30	44,8	60,9	37,7	39,3	No
	3	15/12/2016	14:00	30	46,6	61,4	35,3	39,2	No
	Valore medio				45,5	Limiti diurni immissioni	65,0		
	Incertezza tipo categoria A				1,0				
	Incertezza estesa con livello di fiducia del 95%				1,9				

Tabella 1: Misure rumore residuo punto misura n.1

	ID Misura	Data	Orario Inizio	Durata *min.*	Leq *dB (A)*	LS_{MAX} *dB (A)*	LS_{MIN} *dB (A)*	L_{95} *dB (A)*	Penalizzaz.
Punto misura 2	1	12/12/2016	10:15	30	46,3	59,2	40,2	40,3	No
	2	12/12/2016	11:45	30	44,8	60,6	39,2	40,0	No
	3	13/13/2016	15:00	30	47,2	61,0	41,3	41,2	No
	Valore medio				46,2	Limiti diurni immissioni	65,0		
	Incertezza tipo categoria A				1,2				
	Incertezza estesa con livello di fiducia del 95%				2,4				

Tabella 2: Misurazione livelli di rumore ante operam punti di misura 2

6 Caratteristiche dei luoghi interessati dalle emissioni acustiche del cantiere

6.1 Dati geografici e geometrici

L'orografia della zona di intevento si presenta praticamente piatta, non vi sono, quindi ostacoli naturali che possano essere considerati come barriere alla propagazione del rumore, nel senso inteso dal punto **7.4 della norma UNI EN 9613-2:2006**.

Il terreno, nelle varie direzioni di propagazione dell'onda sonora, si può classificare praticamente in toto come "terreno poroso", ovvero con un coefficiente G = 0 (terreno agricolo).

6.2 Fonti di rumore presenti nell'area

Le uniche fonti di rumore presenti nell'area sono le due vie di comunicazione di seguito elencate:

1) SS1 – Aurelia Vecchia
2) Viabilità locale

6.3 Classificazione acustica del territorio

Di seguito, si riporta la classificazione acustica del territorio interessato dalle lavorazioni previste:

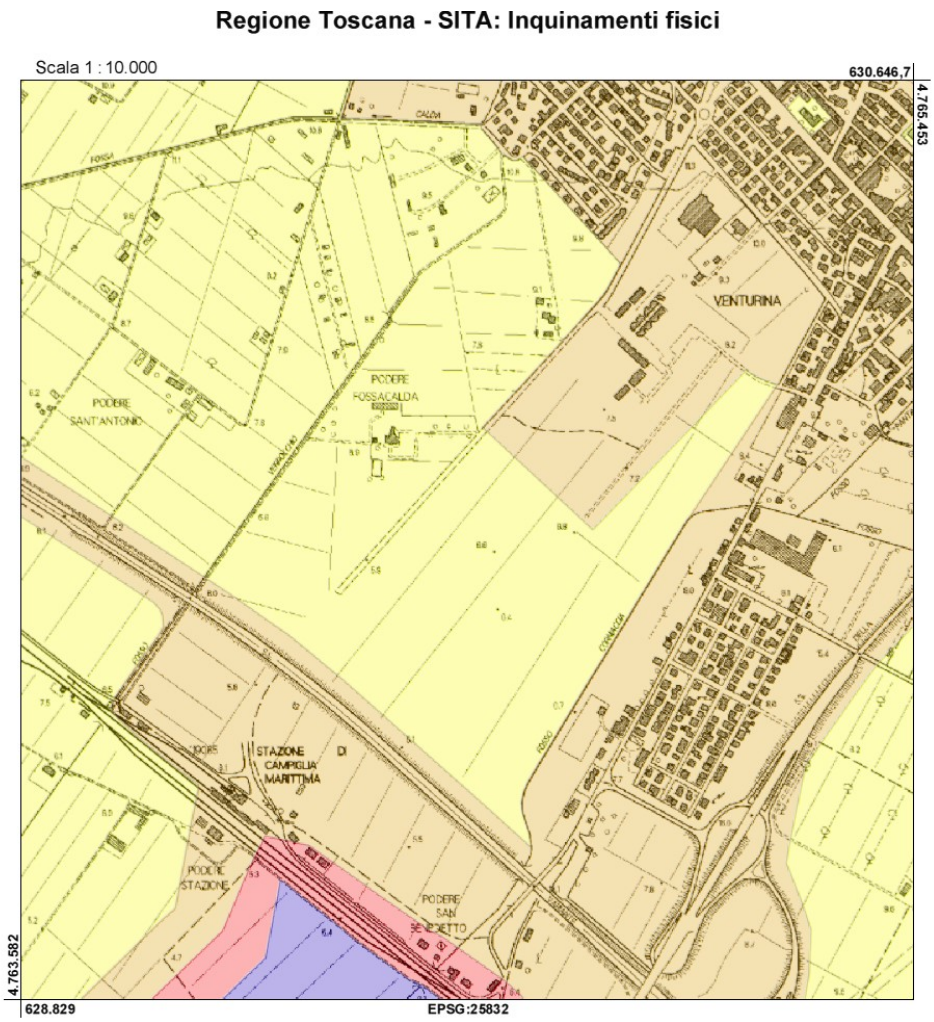

Figura 3: Stralcio PCCA

Tutti gli interventi programmati ricadono in classe IV.

I ricettori considerati ricadono in classe VI, pertanto i limiti stabiliti per questa area sono:

	Emissione dB (A)	Immissione dB (A)	Differenziale dB (A)
Diurno	60	65	5

5.4 Ricettori potenzialmente disturbati

I ricettori potenzialmente disturbati sono le civili abitazioni che, a varie distanze, si trovano sua nord e ad est delle zone di intervento, evidenziati nella foto aerea che segue:

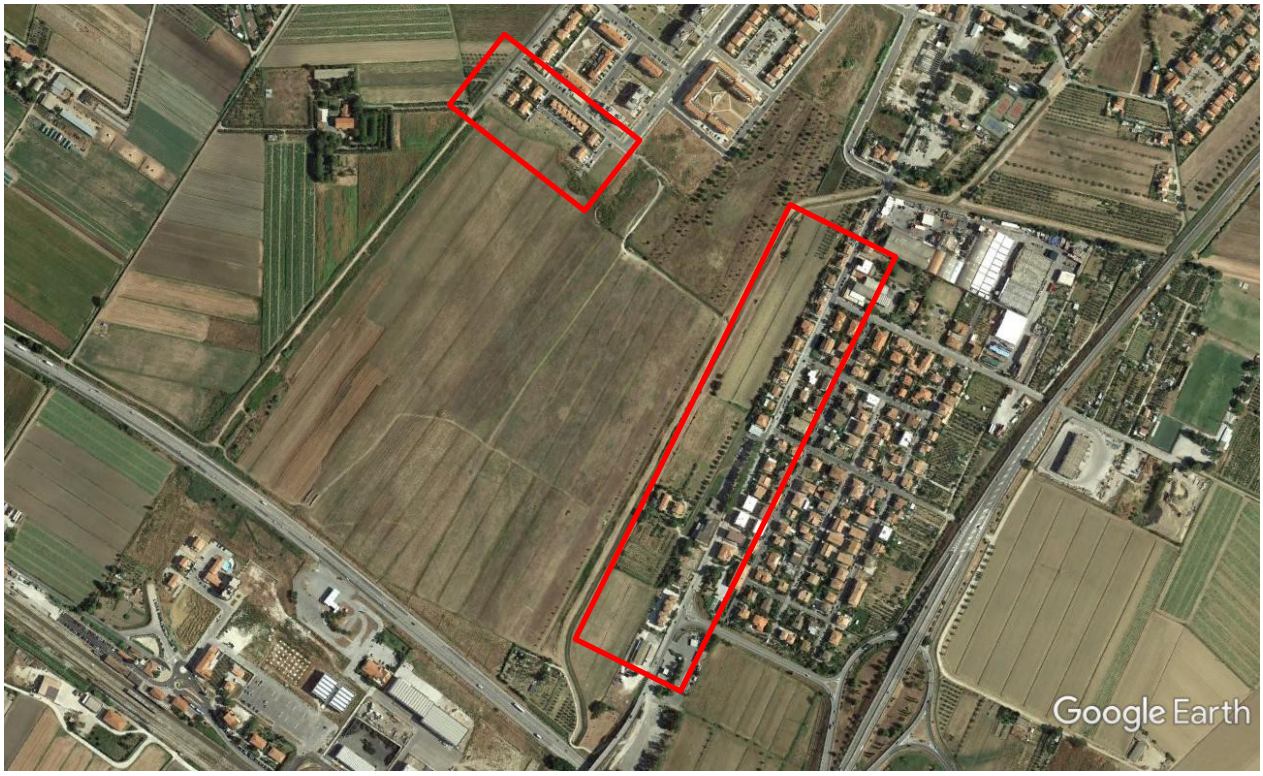

Figura 4: Potenziali ricettori

7 Caratterizzazione acustica cantiere

7.1 Breve descrizione attività di messa in sicurezza fosso Corniaccia

Rimandando ai dettagli progettuali per una più accurata descrizione delle attività da svolgersi, in questa sede possono essere indicate due tipologie di interventi:

1) Cassa d'espansione (superficie prevista: 12 ha circa)
2) Tratto di risagomatura del Fosso Corniaccia (evidenziato)

In tutti i casi, si eseguiranno opere di sterro e riporto, che comporteranno l'utilizzo intensivo di mezzi d'opera (escavatori, pale e camion). Questi saranno le uniche fonti di rumore significative in ambito del cantiere.

7.2 Stima potenza sonora macchine di cantiere

Al momento della redazione della presente relazione, non è noto il parco mezzi che sarà utilizzato per la realizzazione dell'opera.

Tuttavia, le Normative Europee stabiliscono che il livello massimo potenza sonora dei mezzi d'opera non possa superare un valore dato, funzione della potenza del motore, come si evince dalla tabella che segue (tratta da DIRETTIVA 2000/14/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO - sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto):

Tipo di macchina	Potenza netta installata P in kW Potenza elettrica P_{el} in kW (1) Massa dell'apparecchio m in kg Ampiezza di taglio	Livello ammesso di potenza sonora L_{WA} in dB(A)/1 pW	
		Fase I A partire dal 3 gennaio 2002	Fase II A partire dal 3 gennaio 2006
Mezzi di compattazione (rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocostipatori)	P ≤ 8	108	105
	8 < P ≤ 70	109	106
	P > 70	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P
Apripista, pale caricatrici, terne cingolati	P ≤ 55	106	103
	P > 55	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P
Apripista, pale caricatrici, terne gommati; compattatori di rifiuti con pala caricatrice, carrelli elevatori con carico a sbalzo e motore a combustione, mezzi di compattazione, rulli statici, vibrofornitrici, compressori idraulici	P≤ 55	104	101
	P > 55	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P

Tabella 3: Potenza sonora mezzi d'opera

Cautelativamente, considerando l'uso di macchine di grande potenza, adotteremo un livello di potenza sonora pari a 110 dB per ogni mezzo impegnato nelle lavorazioni di ripristino.

7.3 Considerazioni in merito al traffico veicolare indotto

Si ritiene irrilevante il traffico veicolare indotto, consistente esclusivamente nell'arrivo e la partenza dei mezzi d'opera nell'area di intervento.

7.4 Andamento temporale emissione sonora

Le emissioni del cantiere si verificheranno esclusivamente nel periodo diurno. In modo particolare, si prevede che le lavorazioni abbiano inizio alle ore 8.00 ed abbiano termine alle ore 17.00.

8 Propagazione del rumore generato

Lo scopo fondamentale di questa valutazione previsionale è quello di stabilire l'influenza del rumore generato dalle attività di cantiere presso i ricettori.

Per ottenere questo scopo si devono tenere di conto sia delle caratteristiche della fonte di emissione, sia quelle dei luoghi ove il rumore si propaga.

La propagazione delle onde sonore è fortemente influenzata dai parametri fisici atmosferici (temperatura, umidità, pressione, velocità e direzione del vento).

Si utilizzerà, mediante l'apposito software di previsione acustica IMMI 6.3 ed a scopo cautelativo, l'equazione che fornisce la pressione sonora in bande di terze di ottava in direzione del vento, ovvero nel **caso peggiore possibile** (UNI 9613 – 2 § 9):

$$L_{f\,T} = L_W + D_C - A$$

Equazione 3: Calcolo livello di pressione sonora presso il ricettore

Dove:

L_W è il livello di potenza sonora per bande di ottava, in decibel, prodotto dalla sorgente sonora puntiforme e calcolato rispetto alla potenza sonora di riferimento di 1 pW;

Dc è la correzione di direttività, in decibel, che descrive l'entità della deviazione in una data direzione del livello continuo equivalente di pressione sonora della sorgente puntiforme, rispetto al livello di una sorgente sonora puntiforme omnidirezionale che emette una potenza sonora Lw; Dc è uguale all'indice DI della sorgente sonora puntiforme, più un indice DΩ che tiene conto della propagazione sonora entro angoli solidi di ampiezza minore di 4π sr. Per una sorgente sonora puntiforme omnidirezionale irradiante in spazio libero, Dc = 0 dB;

A è l'attenuazione per bande di ottava, in decibel, che si verifica durante la propagazione dalla sorgente sonora puntiforme al ricettore.

L'attenuazione si calcola mediante la seguente formula:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:
A_{div} è l'attenuazione dovuto alla divergenza geometrica;
A_{atm} è l'attenuazione dovuto all'assorbimento atmosferico;
A_{gr} è l'attenuazione dovuta all'effetto suolo;
A_{bar} è l'attenuazione dovuta a ostacoli;
A_{misc} è l'attenuazione dovuta ad altri effetti eterogenei (esempio, presenza di impianti industriali).

Si utilizzerà il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A nel senso del vento, sommando le medie quadratiche temporali delle pressioni sonore quadratiche medie temporali che vi contribuiscono, calcolate con le equazioni sopra viste, per ciascuna delle sorgenti sonore puntiformi, per ciascuna delle loro sorgenti immagine e per ciascuna banda di ottava, come indicato dall'equazione:

$$L_{AT}(DW) = 10\lg\left\{\sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{j=1}^{8} 10^{0,1[L_{ff}(ij)+A_f(j)]}\right]\right\} \text{ dB}$$

Equazione 4: calcolo livello di pressione sonora presso il ricettore nel senso del vento (condizioni peggiori)

dove:

n è il numero di contributi (sorgenti e percorsi);
j è un indice che indica le otto frequenze centrali di banda di ottava da 63 Hz a 8 kHz;
$\mathbf{A_f}$ rappresenta la ponderazione A normalizzata (vedere IEC 651).

I calcoli saranno effettuati ponendo gli opportuni dati di input nel sistema, desumibili dalle informazioni riportate nei capitoli precedenti.

Per una più semplice comprensione degli indici introdotti e dei concetti fisici da essi sottesi, si rimanda alla norma UNI 9613 – 2.

9 Stima dei livelli di pressione sonora generati dalle attività di cantiere

9.1 Generalità

Data la notevole estensione dell'area di intervento di realizzazione dell'invaso, e di riprofiatura degli argini, l'effetto delle emissioni sonore sui ricettori sarà variabile, in funzione della distanza delle aree di lavoro rispetto ai ricettori stessi.

Pertanto, durante le attività di cantiere, si avranno periodi nei quali le emissioni saranno assolutamente trascurabili, alternati a periodi in cui si avrà il massimo disturbo. Tale condizione di massimo disturbo si avrà, nello specifico, quando i mezzi d'opera si troveranno alla minima distanza dai ricettori.
I calcoli che seguono, pertanto, si basano sempre sull'assunto di maggior disturbo sopra descritto.

Le tabelle riportate sono riassuntive. Si rimanda all'allegato 1 per i dettagli di ciascun calcolo.

9.2 Ipotesi 1 – Lavori di ringrosso argine

In questo caso, si ipotizza la presenza di 2 mezzi d'opera intenti sagomatura dell'argine, posti all'altezza del podere isolato presente lungo l'argine stesso:

Figura 5: Posizionamento fonti di rumore ipotesi 1 e ricettori più disturbati

Parametri principali di calcolo		
Traffico pesante indotto	0	*Camion/ora*
Numero mezzi d'opera	2	-
Potenza sonora mezzi	110	*dB*
Vento	5	*m/s*
Temperatura	30	*°C*
Umidità	90	*%*

Tabella 4: Parametri di calcolo ipotesi 1

Ricettori	Contributo traffico veicolare indotto	Contributo mezzi d'opera	Totale
	dB (A)	*dB (A)*	*dB (A)*
1	0	70,6	70,6
2	0	61.6	61.6

Tabella 5: Valori di emissione stimati ai ricettori ipotesi 1

Si nota che, come è lecito attendersi, le lavorazioni sull'argine potranno interessare tutte le civili abitazioni che si trovano ad est dello stesso, naturalmente in tempi diversi, concomitanti con l'andamento delle operazioni lungo l'alveo.

9.3 Ipotesi 2 – Lavori di realizzazione invaso

Il secondo caso è strutturato considerando l'esecuzione dei lavori di sterro e riporto da eseguirsi per la realizzazione dell'invaso. Anche in questo caso, ovviamente, il disturbo maggiore sarà avvertito quanto i mezzi d'opera si troveranno nel punto dell'invaso stesso più prossimo ai ricettori.

Nel caso specifico, si è prevista la contemporanea presenza di 3 mezzi d'opera, operanti nei punti dello stesso più prossimi a Via Roberto Rossellini. Chiaramente, il livello di rumore diminuirà quando i mezzi si sposteranno dal perimetro verso l'interno dell'opera.

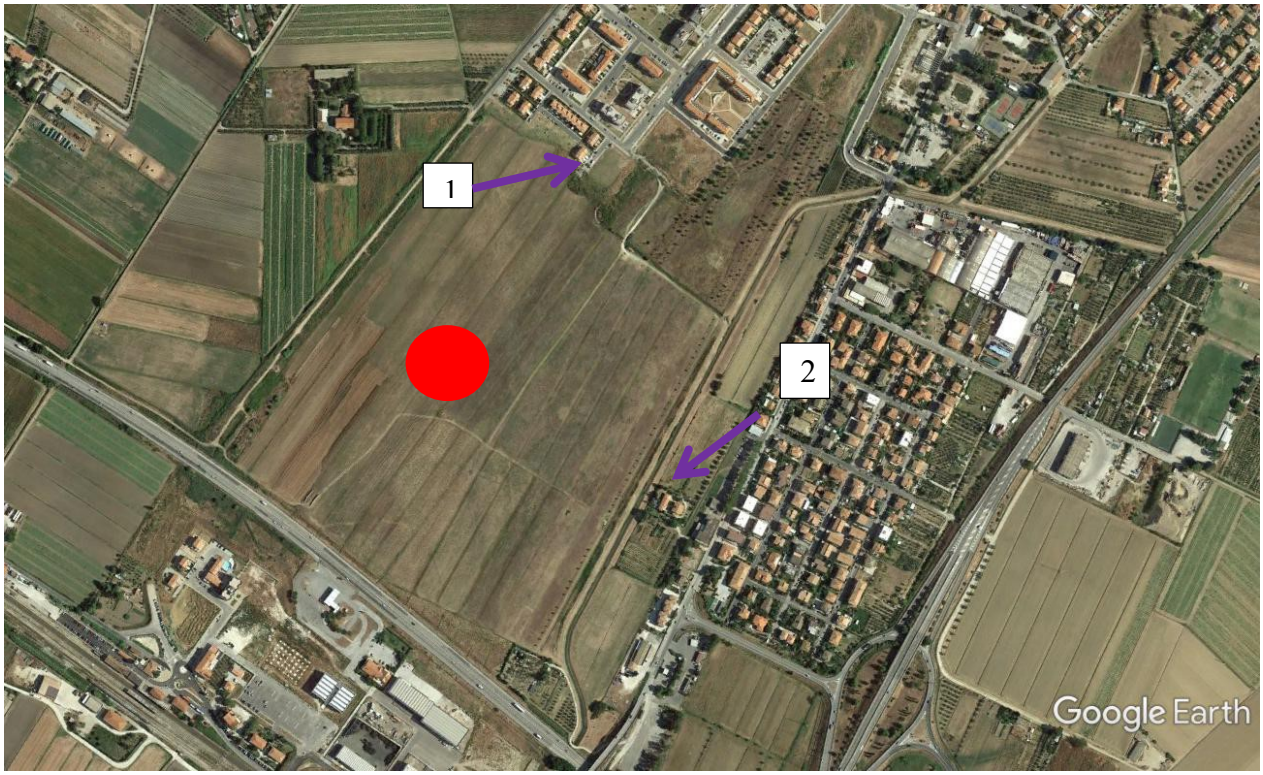

Figura 6: Posizionamento fonti di rumore ipotesi 2

Parametri principali di calcolo		
Traffico pesante indotto	0	*Camion/ora*
Numero mezzi d'opera	3	-
Potenza sonora mezzi	109	*dB*
Vento	5	*m/s*
Temperatura	30	*°C*
Umidità	90	*%*

Tabella 6: Parametri di calcolo ipotesi 2

Ricettori	**Contributo traffico veicolare indotto**	**Contributo mezzi d'opera**	**Totale**
	dB (A)	*dB (A)*	*dB (A)*
1	0	52,6	52,6
2	0	50,0	50,0

Tabella 7: Valori di emissione stimati ai ricettori ipotesi 2

9.5 Divergenza geometrica livello di rumore

Nella tabella che segue, si effettua il calcolo del livello di emissioni generato da n.3 mezzi d'opera (potenza complessiva 115.7 dB) al crescere dalle distanza dei ricettori da essi:

Distanza ricettore / Mezzi d'opera	Livello Emissioni dB(A)
10 m	83.0
20 m	77.6
30 m	73.4
40 m	70.3
50 m	68.1
60 m	66.4
70 m	65.0
80 m	63.7
90 m	62.7
100 m	61.7
110 m	60.9
120 m	60.1
130 m	59.4
140 m	58.7
150 m	58.1

Tabella 8: Attenuazione rumore per divergenza geometrica - 3 mezzi

La tabella che segue, considera 2 mezzi d'opera in azione:

Distanza ricettore / Mezzi d'opera	Livello Emissioni dB(A)
10 m	82.7
20 m	77.1
30 m	72.7
40 m	69.4
50 m	67.1
60 m	65.3
70 m	63.8
80 m	62.5
90 m	61.4
100 m	60.4

Distanza ricettore / Mezzi d'opera	Livello Emissioni dB(A)
110 m	59.5
120 m	58.7
130 m	57.9
140 m	57.2
150 m	56.6

Tabella 9: Attenuazione rumore per divergenza geometrica - 2 mezzi

Si nota che l'utilizzo di 3 mezzi d'opera (operazioni tipiche di realizzazione invaso), al fine di rispettare i limiti di emissione, è necessario che distino più di 110 m dal ricettore più prossimo.
La distanza si riduce a 110 m per le operazioni di riprofilatura dell'argine, comportando l'uso di 2 mezzi d'opera.

9.6 Commenti ai risultati

Come era lecito attendersi, il disturbo generato dalle attività di cantiere risulta fortemente condizionato dalla distanza relativa tra le fonti di rumore ed i ricettori.
Si nota, ad esempio, che i lavori di ringrosso argine comportano certamente superamenti dei limiti di emissione per tutti quei ricettori che si trovano nei pressi dell'argine est del fosso Corniaccia. Le stesse attività, di contro, non comportano superamenti per le abitazioni prospicienti via Rossellini, data la distanza fonte/ricettore (> 110 m).

Le attività di realizzazione invaso comporteranno certamente il rispetto dei limiti di emissione presso i ricettori di via Rossellini, così come presso i ricettori posti sull'argine est del fosso. L'unica eccezione è rappresentata dal podere isolato posto nei pressi dell'argine stesso.

10 Valutazioni immissioni sonore e nuovo clima acustico post operam

Avendo misurato il livello di pressione sonora attualmente presente nel periodo diurno, (misure ante operam – capitolo 5 della presente relazione tecnica), ed avendo stimato il livello di emissione sonora del cantiere (L_E – capitolo 9 della presente relazione tecnica), al fine di stimare il *livello di rumore ambientale post operam*, basterà sommare logaritmicamente il livello attualmente riscontrato con quello di emissione stimato.
I risultati del calcolo sono riportati nella tabella che segue:

	Livello dipressione sonora ante operam	Livello di emissione sonora cantiere	Livello di pressione sonora post operam	Differenza ante/post operam
Ricettore 1	46,2	70,6	70,6	24,42
Ricettore 2	46,2	61,6	61,7	15,5

Tabella 10: Livelli di pressione sonora post operam – Ipotesi 1

	Livello dipressione sonora ante operam	Livello di emissione sonora cantiere	Livello di pressione sonora post operam	Differenza ante/post operam
Ricettore 1	45,5	52,6	53,4	7,87
Ricettore 2	46,2	50,6	51,9	5,7

Tabella 11: Livelli di pressione sonora post operam – Caso standard

Si nota che il livello di rumore post operam (ossia, durante l'esecuzione delle attività di cantiere) sarà totalmente dominato dalle emissioni del cantiere stesso e che vi sarà, almeno nei casi peggiori ipotizzati, un notevole incremento di rumorosità nell'area di interesse.

11 Misure di mitigazione del rumore

I calcoli e le considerazioni sopra svolte presuppongono l'uso di mezzi d'opera che presentino la potenza sonora più alta possibile per le macchine di quella categoria.

Al fine di ridurre il disturbo, è possibile utilizzare mezzi con prestazioni acustiche migliori, ossia con potenza sonora inferiore rispetto a quella utilizzata nei calcoli, certificate dai dati contenuti nel libretto di uso e manutenzione degli stessi. Questa accortezza dovrebbe essere adottata per i lavori svolti a distanze dai ricettori inferiori rispetto a quelle indicate nelle tabelle 8 e 9 del presente documento.

Inoltre, dovranno essere rispettati scrupolosamente gli orari di lavoro eventualmente indicati nel Regolamento Comunale di Acustica, interrompendo le lavorazioni nei periodi di silenzio ivi indicati.

12 Conclusioni

In base alle considerazione ed ai calcoli svolti, si è potuto stabilire quanto segue:

1. I lavori di riprofilatura argine non consentono di rispettare i limiti di emissione, immissione e differenziali, dato che in prossimità dell'argine stesso si trovano civili abitazioni;
2. I lavori di realizzazione della cassa di espansione, seppure rispettando i limiti di emissione ed immissione nella maggior parte dei casi, in taluni momenti (lavori presso argine) potrebbero non rispettarli. Inoltre, in molti casi, potrebbe essere non rispettato il limite differenziale.

Per quanto sopra sarà necessario, oltre che il pieno rispetto delle misure di riduzione del disturbo elencate nel precedente capitolo, richiedere adeguata deroga alle emissioni acustiche, come previsto dalla vigente normativa (art. 16 DPGR 08/01/2014 n.2/R).

Allegato 1 – Dettaglio calcoli previsionali

Ipotesi 1

Calcolo del singolo punto	Punto ricevitore:	Ricettore 1		Variante emissione: Giorno
		X = 831,95	Y = 365,61	Z = 2,00
	Variante:	Variante 0		

Tipo elem. Sorgente puntiforme(ISO 9613)

Previsione rumore secondo ISO 9613 — LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet

Elemento	Etichetta	Lw / dB(A)	Dc / dB	Distanza / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LfT / dB	LfT / dB(A)	LAT tot / dB(A)
EZQi001	Mezzo 1	110,0	3,0	36,1	42,1	0,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0		68,8	
EZQi002	Mezzo 2	110,0	3,0	45,0	44,1	0,1	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		66,1	
														70,7

Calcolo del singolo punto	Punto ricevitore:	Ricettore 2		Variante emissione: Giorno
		X = 850,72	Y = 297,69	Z = 2,00
	Variante:	Variante 0		

Tipo elem. Sorgente puntiforme(ISO 9613)

Previsione rumore secondo ISO 9613 — LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet

Elemento	Etichetta	Lw / dB(A)	Dc / dB	Distanza / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LfT / dB	LfT / dB(A)	LAT tot / dB(A)
EZQi001	Mezzo 1	110,0	3,0	94,6	50,5	0,2	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0		58,3	
EZQi002	Mezzo 2	110,0	3,0	89,9	50,1	0,2	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0		58,8	
														61,6

Ipotesi 2

Calcolo del singolo punto	Punto ricevitore: Ricettore 2		Variante emissione: Giorno
	X = 831,95	Y = 365,61	Z = 2,00
	Variante: Variante 0		

Tipo elem. Sorgente puntiforme(ISO 9613)

Previsione rumore secondo ISO 9613 — LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet

Elemento	Etichetta	Lw / dB(A)	Dc / dB	Distanza / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LfT / dB	LfT / dB(A)	LAT tot / dB(A)
EZQi001	Mezzo 1	110,0	3,0	283,5	60,0	0,6	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0		47,8	
EZQi002	Mezzo 2	110,0	3,0	310,9	60,8	0,7	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0		46,9	
EZQi003	Mezzo 3	110,0	3,0	257,2	59,2	0,6	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0		48,7	
														52,6

Calcolo del singolo punto	Punto ricevitore: Ricettore 1		Variante emissione: Giorno
	X = 709,18	Y = 807,80	Z = 2,00
	Variante: Variante 0		

Tipo elem. Sorgente puntiforme(ISO 9613)

Previsione rumore secondo ISO 9613 — LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet

Elemento	Etichetta	Lw / dB(A)	Dc / dB	Distanza / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LfT / dB	LfT / dB(A)	LAT tot / dB(A)
EZQi001	Mezzo 1	110,0	3,0	367,9	62,3	0,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0		45,3	
EZQi002	Mezzo 2	110,0	3,0	363,2	62,2	0,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0		45,4	
EZQi003	Mezzo 3	110,0	3,0	381,1	62,6	0,9	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0		44,9	
														50,0