

D.8 – IDENTIFICAZIONE E QUANTIFICAZIONE DEL RUMORE E CONFRONTO CON IL VALORE MINIMO ACCETTABILE PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI CHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

1.1 Aspetti normativi.

La legge n.447/1995 “*Legge quadro sull'inquinamento acustico*” all'art.8 prevede che l'autorizzazione alla realizzazione d'infrastrutture adibite ad attività produttive sia rilasciata dopo la fornitura di una previsione d'impatto acustico.

Scopo del presente lavoro è quello di fornire un'adeguata documentazione di previsione d'impatto acustico come richiesto dalla normativa.

La previsione d'impatto acustico tiene conto delle seguenti normative:

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 “*Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*”.
- Legge 26 ottobre 1995, n.447 “*Legge quadro sull'inquinamento acustico*”.
- Decreto 11 Dicembre 1996 “*Applicazione del Criterio Differenziale per gli impianti a Ciclo Produttivo Continuo*”.
- D.P.C.M. 14 marzo 1997 “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”.

1.2 Classificazione acustica del territorio

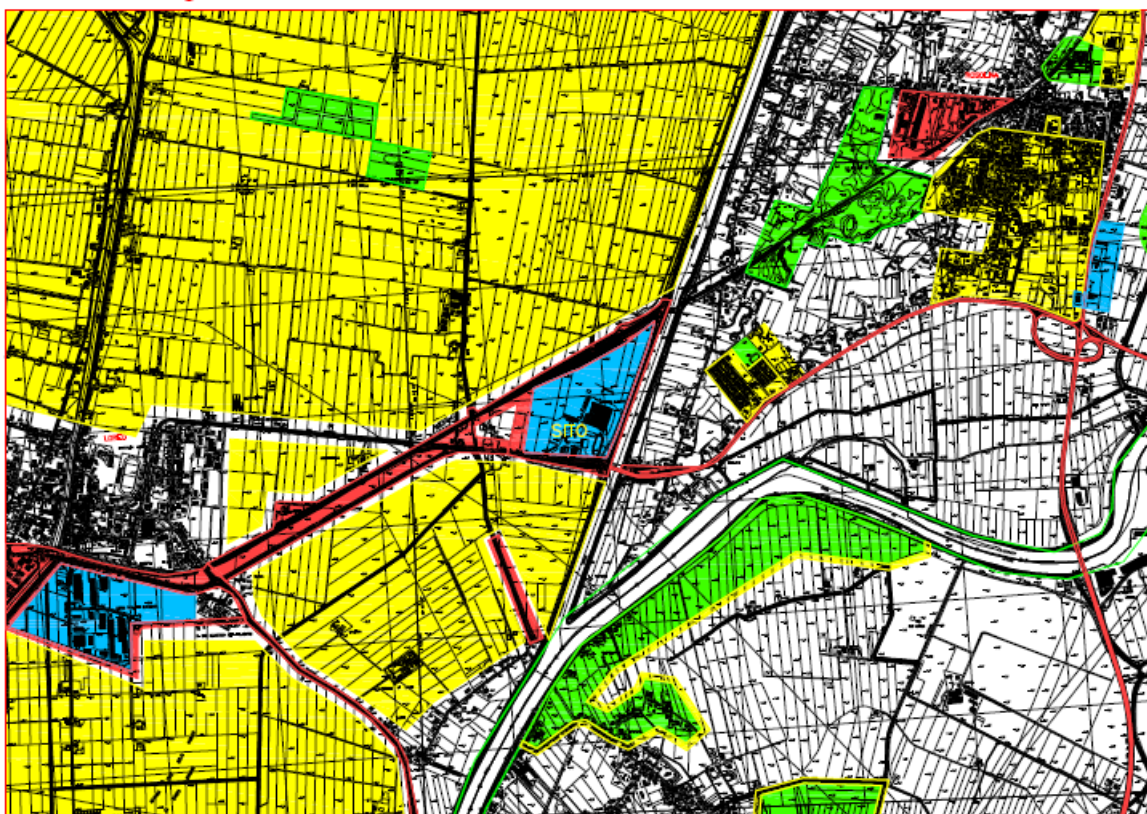
La Centrale CCGT sarà realizzata in Comune di Loreo in un'area interamente classificata dal P.R.G. : Zona D1 – Zona Artigianale e industriale con P.di L. approvato.

Il Consiglio Comunale di Loreo ha classificato acusticamente l'area con delibera n.37 del 06-09-2002.

In relazione al Piano di Zonizzazione Acustica approvato l'area risulta di Classe V “prevalentemente industriale” .







In Fig.1 viene riportato il Piano di zonizzazione acustica del Comune di Loreo associato ai Piani dei Comuni limitrofi di Rosolina e Porto Viro.

Fig.1 - PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO



La Legenda che indica i limiti di emissione/immissione in funzione delle aree è riportata di seguito

LEGENDA

Classe	Descrizione	Grafia	Limiti di immissione (dBA)		Limiti di emissione (dBA)	
			notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)	diurno (06.00-22.00)
I	aree particolarmente protette		40	50	35	45
II	aree destinate ad uso prevalentemente residenziale		45	55	40	50
III	aree di tipo misto		50	60	45	55
IV	aree di intensa attività umana		55	65	50	60
V	aree prevalentemente industriali		60	70	55	65
VI	aree esclusivamente industriali		70	70	65	65

1.3 Caratterizzazione sonora delle sorgenti acustiche

La simulazione è stata effettuata utilizzando un sistema di riferimento cartesiano con ascissa da 0 → + 2.000 m Est e ordinata da 0 → + 1.400 m Nord (vedi Fig.3 e Fig.4).

I livelli di Potenza emissiva sonora delle sorgenti poste a varie altezze dell'impianto sono riportati nella Tabella 1 seguente:

Tabella 1

Sorgenti	Altezza emis.	Potenza emissiva (dBA)
C1 - Camino	60 m	95
C2 - Camino	60 m	95
EC1 - Edificio caldaia	15 m	95
EC2 - Edificio caldaia	15 m	95
FA1 - Filtro aspirazione	18 m	100
FA2 - Filtro aspirazione	18 m	100
LT1 - Locale trasformatori	12 m	95
LT2 - Locale trasformatori	12 m	95
SCD1 - Stazione comp./dec.	18 m	86,2
SCD2 - Stazione comp./dec.	18 m	86,2
T1- Baricentro Torri di raffr.	28 m	95

1.4 Strumenti di analisi previsionale: il modello di calcolo

Il modello di calcolo utilizzato nel seguente lavoro è NFTP Iso9613 che è un software progettato per il calcolo del rumore prodotto da sorgenti fisse o mobili, secondo quanto previsto dalla norma ISO 9613-2 “*Attenuation of sound during propagation outdoors*”.

Il software è stato sviluppato per Windows XP; il modello è dotato di un’interfaccia utente che permette un’agevole gestione della preparazione dei dati di input, del run del modello e dell’esame dei dati di output prodotti dal calcolo.

La norma ISO 9613 (prima edizione 15 dicembre 1996), intitolata “*Attenuation of sound during propagation outdoors*”, consiste di due parti:

- parte 1 : Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;
- parte 2 : General method of calculation.

La prima parte tratta con molto dettaglio l’attenuazione del suono causata dall’assorbimento atmosferico; la seconda parte tratta vari meccanismi di attenuazione del suono durante la sua propagazione nell’ambiente esterno (diffrazione, schermi, effetto suolo).

Il trattamento del suono descritto nella seconda parte è riconosciuto dalla stessa norma come “più approssimato ed empirico” rispetto a quanto descritto nella prima parte.

Scopo della ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno.

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.

In tali condizioni la propagazione del suono è curvata verso il terreno.

Le sorgenti sonore sono assunte come puntiformi e devono esserne note le caratteristiche emissive in banda d’ottava (frequenze nominali da 63Hz a 8 kHz).

Il metodo contiene una serie di algoritmi in banda d’ottava per il calcolo dei seguenti effetti:

- attenuazione per divergenza geometrica;
- attenuazione per assorbimento atmosferico;
- attenuazione per effetto del terreno;
- riflessione del terreno;
- attenuazione per presenza di ostacoli che si comportano come schermi.

In appendice sono inoltre contenuti una serie di schemi semplificati per la valutazione della attenuazione della propagazione del suono attraverso:

- zone coperte di vegetazione;
- zone industriali;
- zone edificate.

Le sorgenti sonore trattate dalla ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d'ottava (dB), in particolare :

- la potenza sonora in banda d'ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d'ottava (62,5Hz ; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz).
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

La norma specifica inoltre la possibilità di descrivere sorgenti estese, anche in movimento, rappresentandole con set di sorgenti puntiformi, ognuna con le sue caratteristiche emissive.

A questo proposito la ISO 9613-2 specifica che una sorgente estesa o una parte di 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.

Il modello di calcolo NFTPISO9613 implementa la ISO9613-2, calcolando il valore di SPL equivalente prodotto da una serie di sorgenti puntiformi poste sul territorio.

Rispetto a quanto contenuto nella ISO9613-2 nello sviluppo del modello sono state seguite le seguenti approssimazioni:

- nell'implementazione del metodo alternativo per il calcolo dell'effetto suolo, non viene considerato il termine di correzione D;
- nella valutazione degli effetti di schermo delle barriere viene considerata solo la diffrazione dagli spigoli orizzontali superiori;
- non vengono considerati effetti di riflessione, sia a causa della notevole complicazione degli algoritmi di calcolo, sia a causa delle numerose condizioni che la ISO stessa prevede per la validità dello schema proposto;

- nel caso della diffrazione da schermi non viene valutata la condizione di validità della barriera in quanto il programma è stato sviluppato per il calcolo in ambiente esterno, dove tale condizione è praticamente sempre verificata;
- la presenza di orografia non è esplicitamente trattata dalla ISO 9613-2; il programma di calcolo tratta l'orografia come una serie di ostacoli valutando quindi gli effetti di diffrazione al bordo superiore.

Le equazioni di base utilizzate dal modello sono :

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

L_p : livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f;

L_w : livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;

D : indice di direttività della sorgente w (dB);

A : attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p;

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

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

dove:

A_{div} : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica;

A_{atm} : attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{gr} : attenuazione dovuta all'effetto del suolo;

A_{bar} : attenuazione dovuta alle barriere;

A_{misc} : attenuazione dovuta ad altri effetti (descritti nell'appendice della norma).

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$L_{eq}(dBA) = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^8 10^{0.1(L_p(ij) + A(j))} \right) \right)$$

dove:

n: numero di sorgenti;

j: indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz;

A_f: indica il coefficiente della curva ponderata;

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la formula:

$$A_{div} = 20 \log(d/d_0) + 11$$

dove d è la distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri e d₀ è la distanza di riferimento.

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione:

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

dove:

D_z: attenuazione della barriera in banda d'ottava;

A_{gr}: attenuazione del terreno in assenza della barriera;

Si tenga presente che l'attenuazione provocata dalla barriera tiene già conto dell'effetto del suolo, che, pertanto, non viene ricalcolato.

Per grandi distanze e barriere alte il calcolo descritto in seguito non è però confermato dalle misure.

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:

$$D_z = 10 \log(3 + (C_2 / \lambda)) \cdot C_3 \cdot z \cdot K_{met}$$

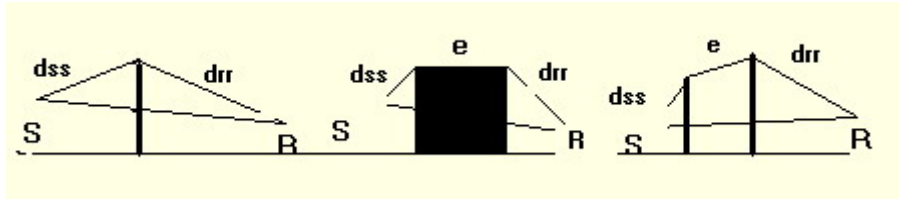
dove:

C₂: uguale a 20;

C_3 : vale 1 in caso di diffrazione semplice;

λ : lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame;

z : differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto calcolato come mostrato nelle immagini seguenti;



K_{met} : correzione meteorologica data da $K_{met} = \exp\left(-\frac{1}{2000} \sqrt{d_{ss} \cdot d_{rr} \cdot d / (2z)}\right)$;

e : distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia;

Gli effetti addizionali sono descritti nell'appendice della ISO 9613-2 e considerano un percorso di propagazione del suono curvato verso il basso con un arco di raggio pari a 5 km: tale percorso è tipico delle condizioni meteorologiche assunte come base della ISO 9613-2.

Gli effetti descritti sono:

- A_{fol} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso vegetazione;
- A_{site} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso siti industriali;
- A_{house} : attenuazione dovuta alla propagazione attraverso zone edificate.

Le varie zone descritte sopra sono inserite nel reticolo di calcolo come poligoni di quattro lati tramite le coordinate dei vertici.

Il metodo di calcolo adottato dal modello è il seguente:

- a) individuazione dei punti di attraversamento del raggio sorgente/recettore di una zona del tipo descritto sopra;
- b) calcolo del percorso curvato verso il basso con raggio di 5 km dalla sorgente al recettore;
- c) determinazione della parte di zona effettivamente attraversata in relazione alla quota del raggio e alla quota media della zona attraversata.

1.5 Clima acustico attuale

Per valutare il clima acustico attuale sono state effettuate in data 02 e 15-16 Marzo 2006 due serie di rilievi fonometrici diurni e notturni nell'intorno dell'area destinata ad ospitare la Centrale elettrica come riportato nelle specifiche relazioni di progetto (vedi B.24).

Tali dati sono stati utilizzati come fondo sonoro per la modellizzazione della propagazione del rumore della centrale.

1.6 Analisi dei risultati

L'area dove sorgerà la Centrale è classificata in Classe V : aree prevalentemente industriali secondo il Piano di zonizzazione del Comune di Loreo.

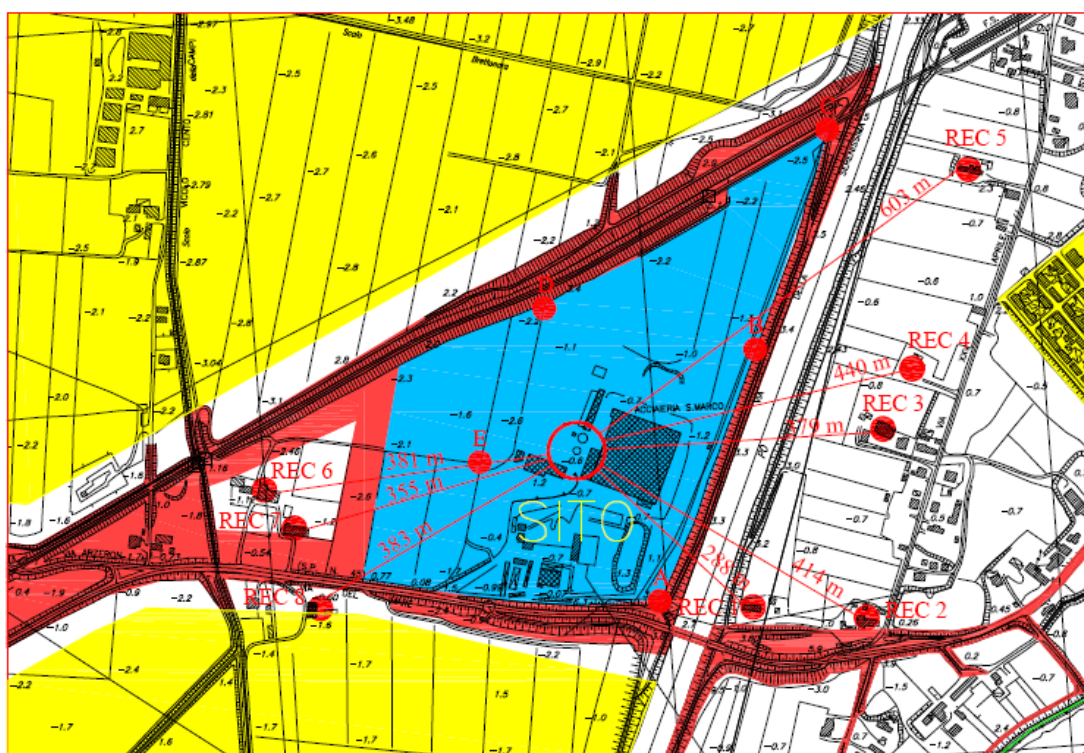
Il presente studio è stato condotto selezionando in dettaglio le sorgenti sonore dell'impianto come da Tabella 1 precedente e definendo le loro caratteristiche sia in termini di ubicazione che altezza di emissione rispetto al suolo, sia in termini di spettro di emissione sulla base dei dati di progetto.

Per valutare il contributo sonoro dell'impianto è stato utilizzato il modello simulativo precedentemente descritto per la propagazione del rumore.

L'analisi è stata effettuata sui recettori sensibili posti a diverse distanze variabili da 288-603 m dal baricentro dell'impianto a cui sono stati aggiunti cinque punti collocati sul confine dell'area dell'impianto.

I siti sensibili potenzialmente influenzati dalla realizzazione della centrale sono evidenziati nella seguente Fig.2

Fig 2 - PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL TERRITORIO - RECETTORI INTERESSATI



Nella Tabella 2 sono rappresentati, per il periodo diurno e per il periodo notturno, i valori medi di rumorosità ante-operam (desunti dalla campagna di rilievo del Marzo 2006) attribuiti ai siti sensibili oggetto di studio con relativa classe acustica di appartenenza e coordinate cartesiane.

Per i recettori di confine A-B-C-D-E sono stati presi i valori medi della campagna di monitoraggio per facilitare l'elaborazione.

Tabella 2

Recettori	Descrizione	Classe	Coordinate		Leq dB(A)	
			X (m)	Y (m)	Val. medi Diurno	Val. medi Notturno
Rec 1	Abitazione	III	1231	509	52,4	47,5
Rec 2	Ristorante	III	1346	486	52,4	47,4
Rec 3	Abitazione	III	1371	724	51,5	47,4
Rec 4	Abitazione	III	1423	805	51,5	47,4
Rec 5	Abitazione	III	1522	1049	51,5	47,0
Rec 6	Abitazione	III	584	712	51,8	47,3
Rec 7	Abitazione	III	632	650	52,4	47,4
Rec 8	Abitazione	III	659	552	52,4	47,4

L'applicazione del modello di simulazione acustica adottato ha dato i seguenti risultati riportati nella seguente Tabella 3

Tabella 3 – Valutazione emissioni

Punti di confine	Classe	Livello stimato a 2m di altezza (solo Centrale) dBA	Valore limite notturno	Valore limite diurno
A	V	50,62	55 dBA	65 dBA
B	V	49,22	55 dBA	65 dBA
C	V	49,54	55 dBA	65 dBA
D	V	50,57	55 dBA	65 dBA
E	V	50,84	55 dBA	65 dBA

I valori rilevati per i punti di confine della zona industriale essendo l'impianto a ciclo continuo, sono stati confrontati in particolare con i valori limite normati per il periodo di riferimento notturno del Piano di zonizzazione attuale (valori più restrittivi di quelli diurni) **Valore limite di emissione notturno Classe V : 55 dBA** constatandone il rispetto del limite previsto.

La valutazione degli impatti post operam come da rappresentazione grafica degli allegati delle successive Fig.3 e Fig.4 è stata ottenuta sommando al livello sonoro misurato durante la campagna di rilevamento acustico del Marzo 2006 in corrispondenza di ogni recettore considerato, quello stimato con le simulazioni matematiche effettuate riferite al contributo della centrale termoelettrica.

Nelle tabelle seguenti è riportata la stima del Leq post operam con l'impianto ruotato e le torri di raffreddamento, poste a Nord dell'unità principale e 50 m dal confine della ferrovia, nei periodi di riferimento diurno e notturno, presso i recettori sensibili oggetto dei rilievi fonometrici ante operam.

Tabella 4 – Previsione del modello post operam (diurno)

Periodo di riferimento diurno				
Recettori	Classe di appartenenza (Zonizzazione acustica vigente)	Scenario attuale (senza opera) dBA	Scenario con l'opera dBA	Differenziale
Rec 1	III	52,4	53,5	1,1
Rec 2	III	52,4	52,9	0,5
Rec 3	III	51,5	53,1	1,6
Rec 4	III	51,5	52,8	1,3
Rec 5	III	51,5	52,5	1,0
Rec 6	III	51,8	52,7	0,9
Rec 7	III	52,4	52,8	0,4
Rec 8	III	52,4	52,8	0,4

Tali valori rispettano tutti il criterio del valore limite differenziale diurno di **5 dBA** nonché il valore limite di immissione diurno **Classe III 60 dBA**.

Tabella 5 - Previsione del modello post operam (notturno)

Periodo di riferimento notturno				
Recettori	Classe di appartenenza (Zonizzazione acustica vigente)	Scenario attuale (senza opera) dBA	Scenario con l'opera dBA	Differenziale
Rec 1	III	47,5	50,0	2,5
Rec 2	III	47,4	48,7	1,3
Rec 3	III	47,4	49,4	2,0
Rec 4	III	47,4	48,7	1,3
Rec 5	III	47,0	47,8	0,8
Rec 6	III	47,3	48,4	1,1
Rec 7	III	47,4	48,6	1,2
Rec 8	III	47,4	48,6	1,2

Tali valori rispettano tutti il criterio del valore limite differenziale notturno di **3 dBA** nonché il valore limite di immissione notturno **Classe III 50 dBA**.

Le rappresentazioni grafiche delle elaborazioni effettuate del valore totale del livello sonoro diurno e notturno dell'impianto in funzione sono riportate di seguito in Fig.3 e Fig.4 e danno una stima del rumore mediante curve di isolivello alla quota di 2 m dal piano campagna.

Fig.3 Simulazione diurna

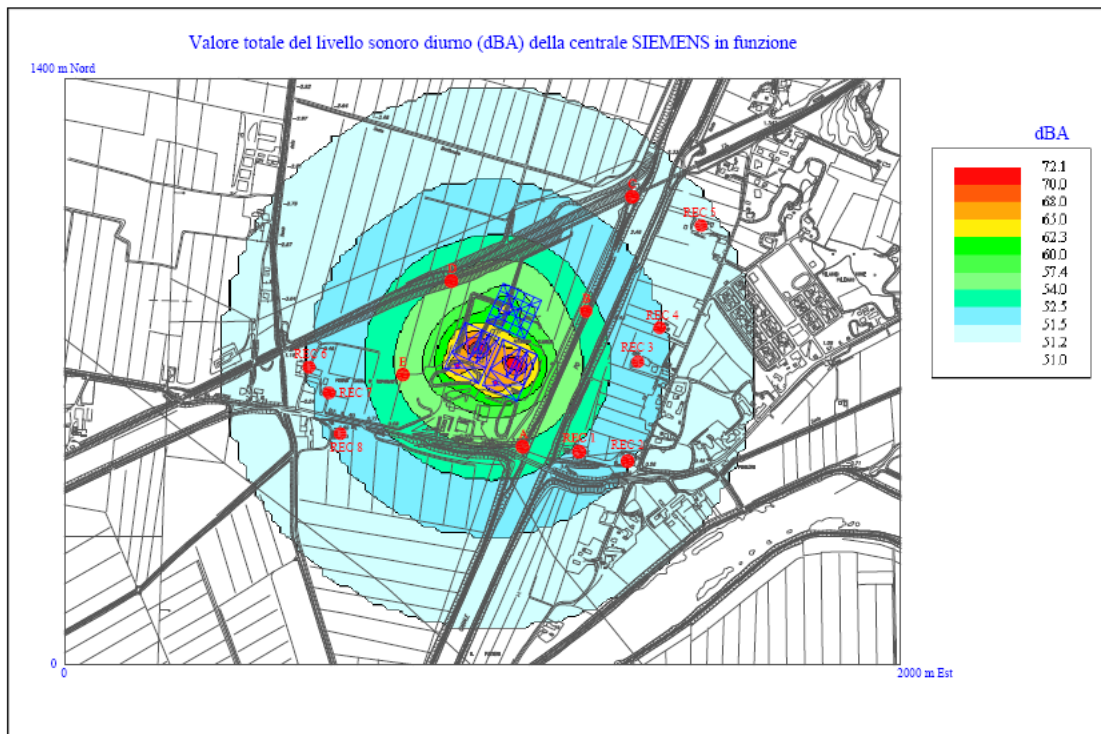


Fig.4 Simulazione notturna

