

Regione Veneto  
Provincia di Venezia  
Comune di Venezia

Raffineria Eni S.p.A.  
Nuovi impianti in progetto  
Via dei Petroli, 4  
Venezia

Valutazione di impatto acustico  
(stato di esercizio)

Relazione

				
	18/07/2007	EMISSIONE	DARIA MASSOBRIO	
	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	(TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE RICONOSCIUTO CON DECRETO N. 32169/01 DELLA REGIONE LOMBARDIA)

## SOMMARIO

1	Premessa	3
2	Riferimenti legislativi	4
3	Caratterizzazione dello stato di fatto	6
4	Analisi dello stato di progetto	13
4.1	Descrizione dello stato di progetto	13
4.1.1	Impianto Vacuum (Unità 61)	14
4.1.2	Impianto Hydrocracking	15
4.1.3	Impianto Steam Reforming	18
4.1.4	Impianto di recupero zolfo	19
4.1.5	Turbogas (Impianto Power Generation – Unità 32)	20
4.2	Simulazione dello stato di progetto	21
5	Descrizione del software utilizzato: Ramsete	26
5.1	Descrizione del programma	26
5.2	Algoritmo di calcolo	26
5.3	Parametri di calcolo utilizzati	28
6	Conclusioni	30

## PREMESSA

# 1

La finalità della presente relazione tecnica consiste nella previsione di impatto acustico all'interno dello studio di impatto ambientale per lo stato di esercizio dei nuovi impianti in progetto presso la raffineria Eni S.p.A., divisione R&M, di Venezia.

Lo studio è stato effettuato in accordo alle prescrizioni della vigente legislazione (Legge n° 447 del 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e relativi decreti attuativi nonché Legge regionale Veneto 10 maggio 1999 n. 21 "Norme in materia di inquinamento acustico"), utilizzando il software previsionale Ramsete.

## RIFERIMENTI LEGISLATIVI

# 2

I principali riferimenti legislativi considerati per lo svolgimento dell'indagine sono i seguenti:

- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", per quanto non abrogato da disposizioni successive;
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Legge regionale Veneto 10 maggio 1999 n. 21 "Norme in materia di inquinamento acustico";

Il Comune di Venezia ha approvato la classificazione acustica del territorio (con Delibera del Consiglio Comunale n. 39 del 10/02/2005, esecutiva dal 07/05/2005), per cui il territorio comunale risulta suddiviso nelle seguenti classi (secondo il D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"):

- CLASSE 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 al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.;
- CLASSE II: aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali;
- CLASSE 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;
- CLASSE IV: aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie;
- CLASSE V: aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

- CLASSE VI: aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

I relativi valori limite assoluti di immissione [Leq in dB(A)], cui faremo riferimento per le classi di interesse, sono:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempo di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

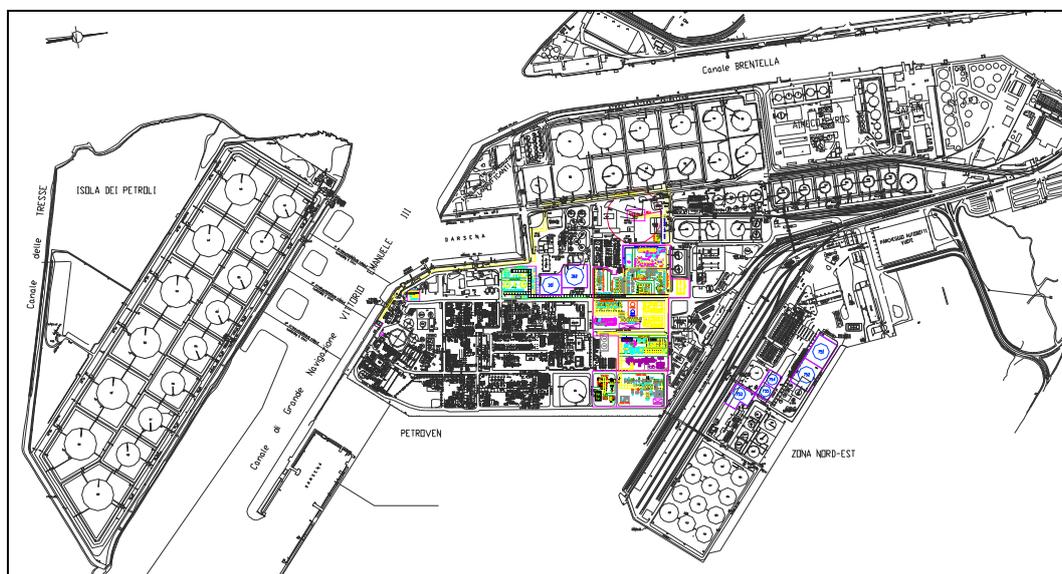
## CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI FATTO

# 3

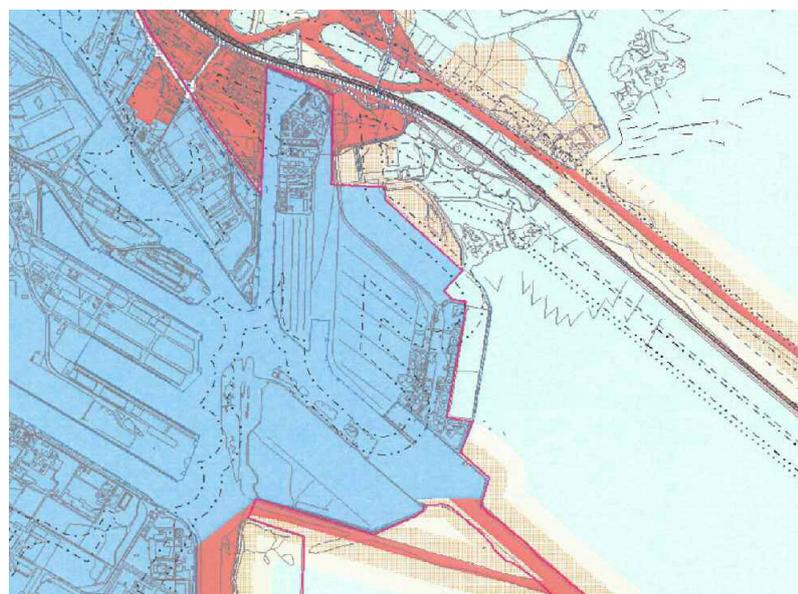
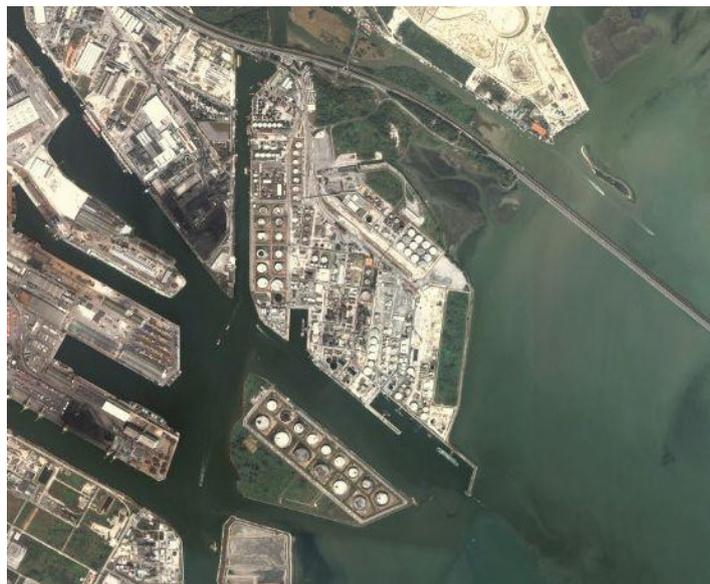
Per una corretta valutazione dell'impatto acustico degli impianti in progetto è necessaria la caratterizzazione del clima acustico ante operam.

A tale scopo sono stati utilizzati i risultati di una campagna di rilievi fonometrici effettuati da Studio "C": come input per lo stato di fatto e quindi per l'individuazione dei punti di verifica e dei relativi limiti viene utilizzato quanto indicato nella relazione tecnica riportante le misure del rumore immesso nell'area perimetrale esterna allo stabilimento e nella relativa integrazione redatte dall'ing. Paolo Giacomini rispettivamente in data 22 dicembre 2005 e 26 febbraio 2007.

Le aree su cui verranno realizzati i nuovi impianti, indicate a colori nella planimetria riportata di seguito, si trovano all'interno della esistente raffineria.



Si riportano di seguito un'ortofoto e lo stralcio della zonizzazione acustica del territorio comunale (con relativa legenda) inerenti l'area della raffineria e quelle limitrofe.



Come indicato anche dall'ing. Giacomini nella relazione e relativa integrazione sopra citate, la raffineria Eni S.p.A. di Venezia è un impianto a ciclo produttivo continuo inserito in zona VI in base alla classificazione acustica del territorio del Comune di Venezia; il monitoraggio del rumore immesso nell'area perimetrale esterna allo stabilimento, per verificare i limiti previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, è stato effettuato dall'ing. Giacomini nei giorni 25 e 26 ottobre 2005; alcune misure sono state effettuate anche in periodo notturno, all'esterno del confine della Società ENI, in assenza di traffico o di altre sorgenti non direttamente imputabili all'attività della raffineria. Tutte le misure in classe VI sono state effettuate al confine interno della proprietà, sovrastimando quindi i valori rilevati; solo in prossimità della Ditta PetroVen si è ritenuto di accedere alla proprietà adiacente. Le misure sono state effettuate conformemente a quanto previsto dal D.M. 16 marzo 1998, con il microfono a m 1.5 dal suolo e ad una distanza da ostacoli maggiore di m 1.

Di seguito si riportano alcuni stralci della relazione e della relativa integrazione dell'ing. Giacomini, con l'indicazione delle posizioni di misura e dei valori rilevati (per le aree Raffineria, Isola dei Petroli e Deposito Nord Est).

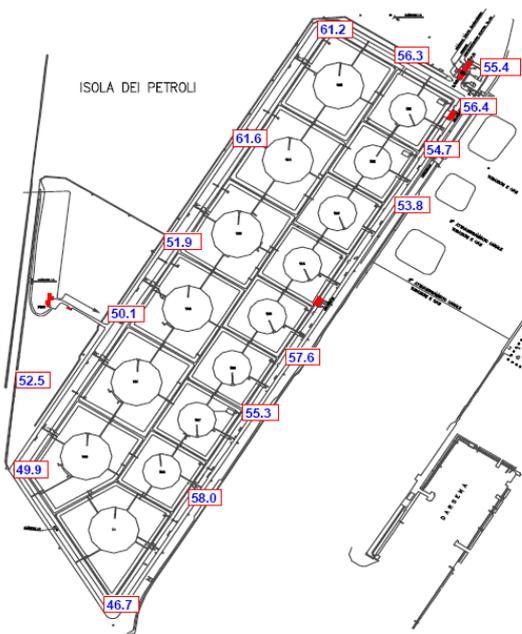
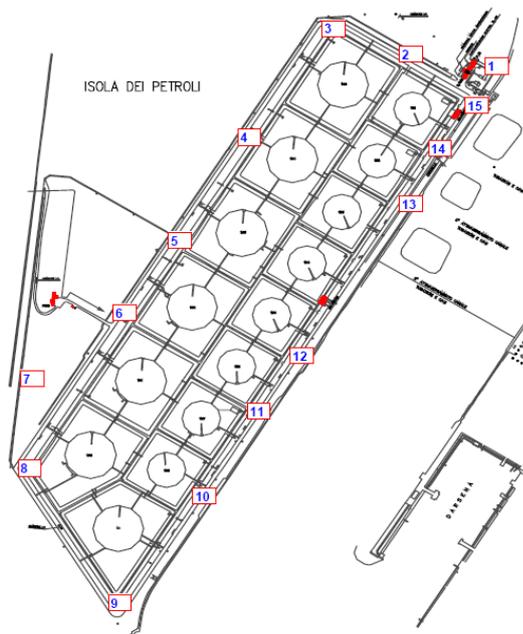
Vista dell'area della Raffineria, dell'Isola dei Petroli e del Deposito Nord Est



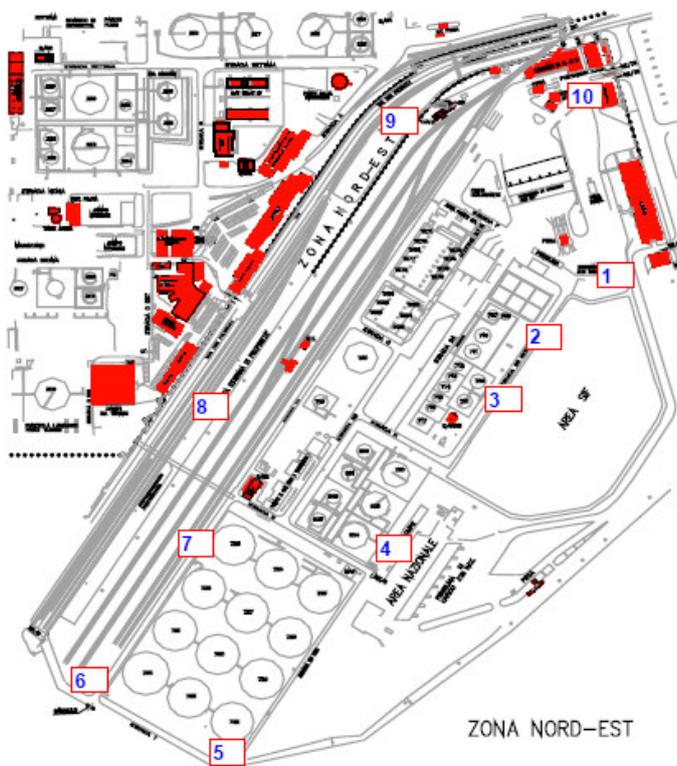


POSIZIONI DI MISURA

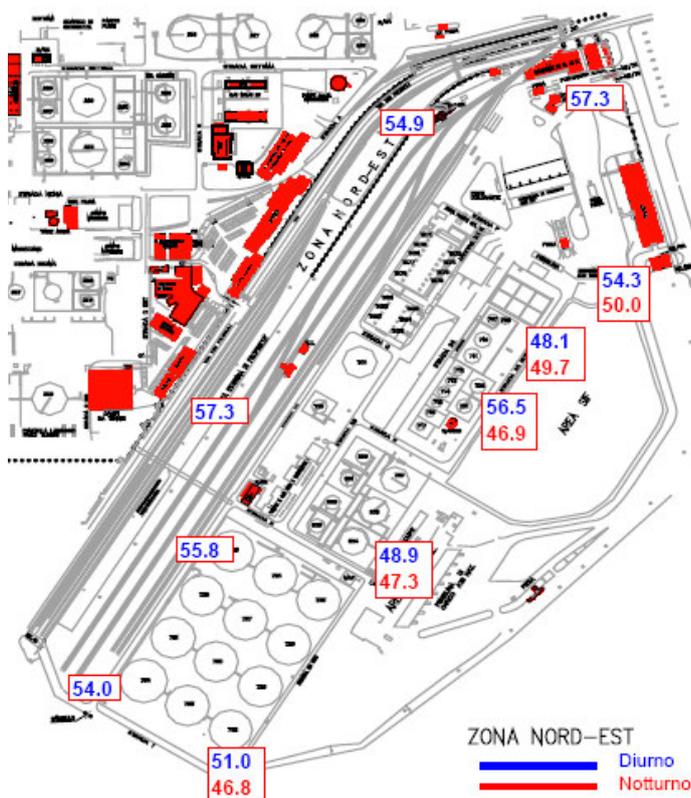
VALORI MISURATI



### POSIZIONI DI MISURA



### VALORI MISURATI



## RAFFINERIA

Posizione di misura	Classe DPCM 14/1/97	Limiti dB(A)		Valori misurati				Note
		Leq Diurno	Leq Notturno	Leq(A) Diurno	Leq(A) Arrotond. a 0.5	Leq(A) Notturno	Leq(A) Arrotond. a 0.5	
1	VI	70	70	64,4	64,5			Classe VI
2	VI	70	70	67,3	67,5			Classe VI
3	VI	70	70	61,8	62,0	50,3	50,5	Classe VI
4	V	70	60	57,5	57,5	49,6	49,5	Classe V
5	V	70	60	55,7	55,5	50,9	51,0	Classe V
6	V	70	60	55,6	55,5	50,6	50,5	Classe V
7	V	70	60	60,4	60,5	50,3	50,5	Classe V
8	VI	70	70	59,8	60,0			Classe VI
9	VI	70	70	50,4	50,5			Classe VI
10	VI	70	70	51,5	51,5			Classe VI
11	VI	70	70	49,7	59,5			Classe VI
12	VI	70	70	54,7	54,5			Classe VI
13	VI	70	70	55,9	56,0			Classe VI
14	VI	70	70	57,8	58,0			Classe VI
15	VI	70	70	64,6	64,5			Classe VI
16	VI	70	70	60,9	61,0			Classe VI
17	VI	70	70	59,5	59,5			Classe VI
18	VI	70	70	59,1	59,0			Classe VI
19	VI	70	70	61,0	61,0			Classe VI
20	VI	70	70	60,1	60,0			Classe VI
21	VI	70	70	51,8	52,0			Classe VI
22	VI	70	70	57,2	57,0			Classe VI
23	VI	70	70	56,5	56,5			Classe VI
24	VI	70	70	62,8	63,0			Classe VI
25	VI	70	70	63,4	64,0			Classe VI
26	VI	70	70	63,5	63,5			Classe VI
27	VI	70	70	63,4	63,5			Classe VI
28	VI	70	70	65,2	65,0			Classe VI
29	VI	70	70	64,8	65,0			Classe VI
30	VI	70	70	69,1	69,0			Classe VI
31	VI	70	70	65,2	65,0			Classe VI
32	VI	70	70	69,2	69,0			Classe VI
33	VI	70	70	65,3	65,5			Classe VI
34	VI	70	70	68,9	69,0			Classe VI
35	VI	70	70	63,4	63,5			Classe VI
36	VI	70	70	66,3	66,5			Classe VI
37	VI	70	70	67,4	67,5			Classe VI
38	VI	70	70	67,2	67,0			Classe VI
39	VI	70	70	68,2	68,0			Classe VI
40	VI	70	70	66,2	66,0			Classe VI
41	VI	70	70	69,1	69,0			Classe VI
42	VI	70	70	68,6	68,5			Classe VI
43	VI	70	70	63,9	64,0			Area Petroven
44	VI	70	70	64,0	64,0			Area Petroven
45	VI	70	70	56,4	56,5			Area Petroven
46	VI	70	70	59,3	59,5			Classe VI
47	VI	70	70	59,8	60,0			Classe VI
48	VI	70	70	58,5	58,5			Classe VI
49	VI	70	70	59,3	59,5			Classe VI
50	VI	70	70	56,4	56,5			Classe VI
51	VI	70	70	65,0	65,0			Area Petroven
52	VI	70	70	68,0	68,0			Area Petroven
53	VI	70	70	69,5	69,5			Area Petroven
54	VI	70	70	63,8	64,0			Area Petroven
55	VI	70	70	63,9	64,0			Area Petroven
56	VI	70	70	60,5	60,5			Area Petroven

## ISOLA DEI PETROLI

Posizione di misura	Classe DPCM 14/1/97	Limiti dB(A)		Valori misurati				Note Colori in cartografia
		Leq Diurno	Leq Notturno	Leq(A) Diurno	Leq(A) Arrotond. a 0,5	Leq(A) Notturno	Leq(A) Arrotond. a 0,5	
1	VI	70	70	55,4	55,5			Classe VI
2	VI	70	70	56,3	56,5			Classe VI
3	VI	70	70	61,2	61,0			Classe VI
4	VI	70	70	61,6	61,5			Classe VI
5	V	70	60	51,9	52,0	51,9	52,0	Classe V
6	V	70	60	50,1	50,0	50,1	50,0	Classe V
7	V	70	60	52,5	52,5	52,5	52,5	Classe V
8	V	70	60	49,9	50,0	49,9	50,0	Classe V
9	V	70	60	46,7	46,5	46,7	46,5	Classe V
10	VI	70	70	58,0	58,0			Classe VI
11	VI	70	70	55,3	55,5			Classe VI
12	VI	70	70	57,6	57,5			Classe VI
13	VI	70	70	53,8	54,0			Classe VI
14	VI	70	70	54,7	54,5			Classe VI
15	VI	70	70	56,4	56,5			Classe VI

## DEPOSITO NORD EST

Posizione di misura	Classe DPCM 14/1/97	Limiti dB(A)		Valori misurati				Note Colori in cartografia
		Leq Diurno	Leq Notturno	Leq(A) Diurno	Leq(A) Arrotond. a 0,5	Leq(A) Notturno	Leq(A) Arrotond. a 0,5	
1	V	70	60	54,3	54,5	50,0	50,0	Classe V
2	V	70	60	48,1	48,0	49,7	49,5	Classe V
3	V	70	60	56,5	56,5	46,9	47,0	Classe V
4	V	70	60	48,9	49,0	47,3	47,5	Classe V
5	V	70	60	57,0	57,0	46,8	47,0	Classe V
6	VI	70	70	54,0	54,0			Classe VI
7	VI	70	70	55,8	56,0			Classe VI
8	VI	70	70	57,3	57,5			Classe VI
9	VI	70	70	54,9	55,0			Classe VI
10	VI	70	70	57,3	57,5			Classe VI

## ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

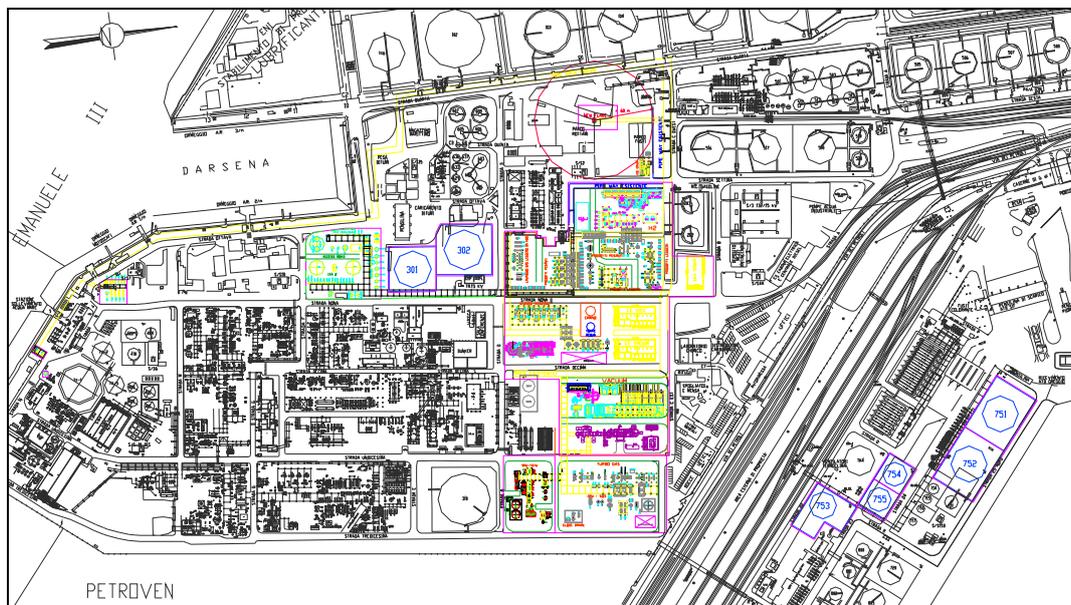
# 4

### 4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 1 Impianto Vacuum,
  - 2 Impianto Hydrocracking,
  - 3 Impianto Steam Reforming,
  - 4 Impianto di recupero zolfo,
  - 5 Turbogas con caldaia a recupero,
- oltre ad unità ausiliarie e sistemi di utilities.

Le aree di intervento sono indicate a colori nella planimetria seguente.



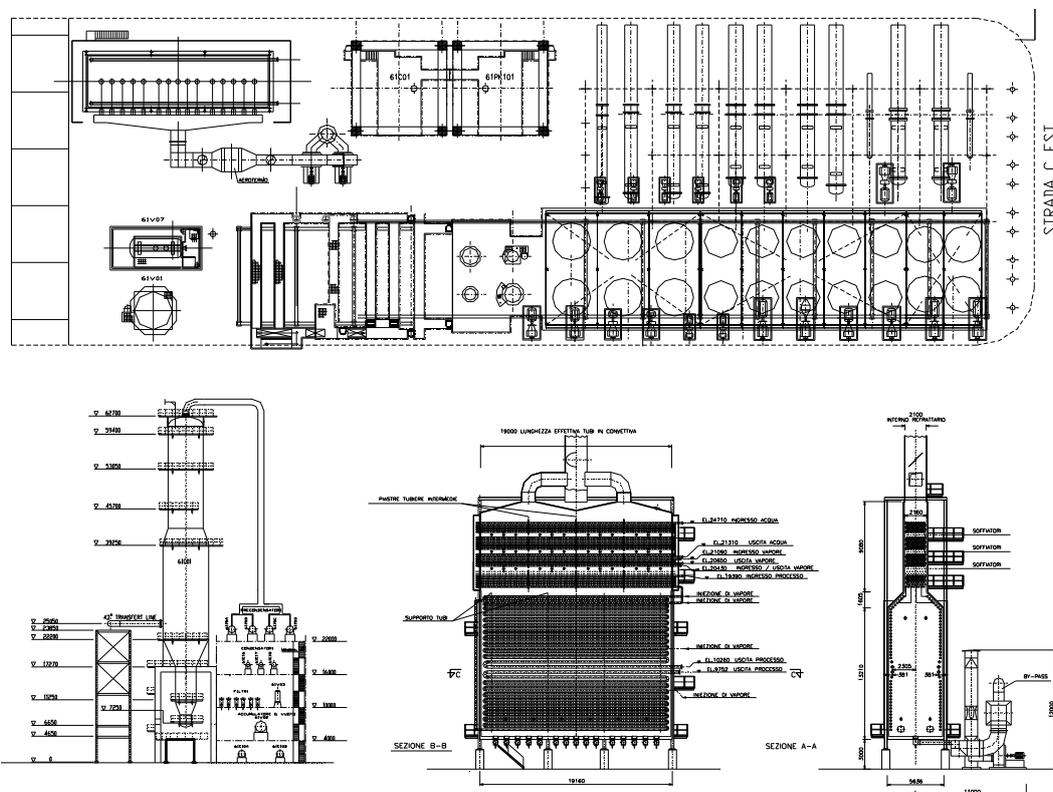
Ai fini della simulazione acustica sono stati forniti i dati di rumorosità dei seguenti impianti:

- 1 Impianto Vacuum;
- 2 Impianto Hydrocracking;
- 3 Impianto Steam Reforming;
- 4 Impianto di recupero zolfo;
- 5 Turbogas.

Tali impianti saranno attivi 24 ore su 24.

Di seguito si riportano alcuni stralci delle tavole di progetto di tali impianti con l'elenco delle sorgenti sonore ed i relativi dati di rumorosità forniti.

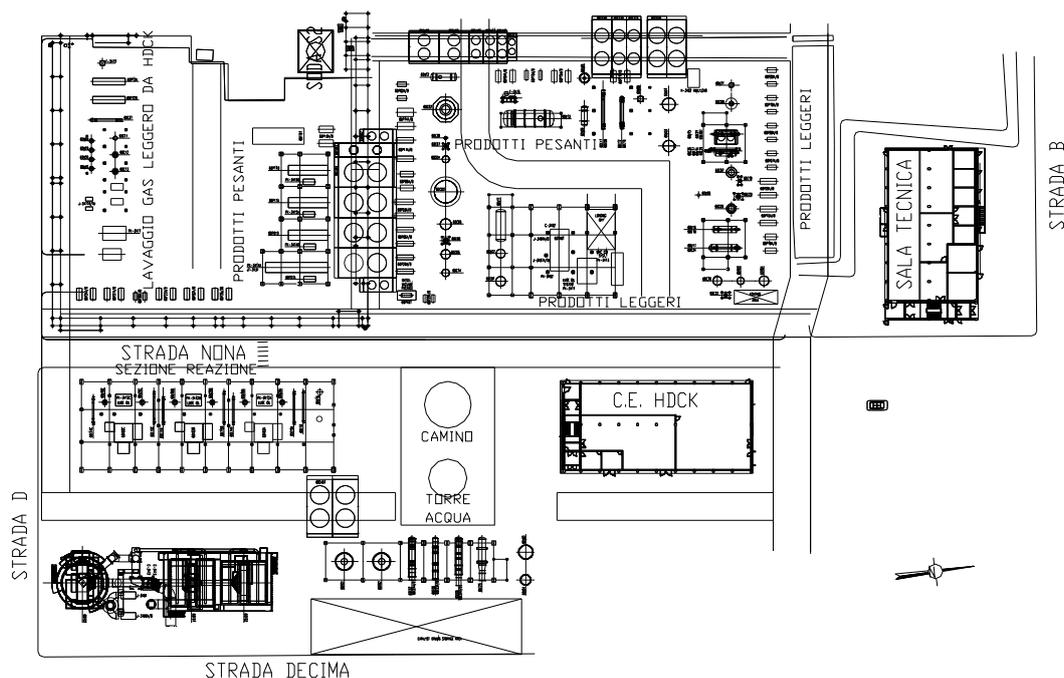
#### 4.1.1 IMPIANTO VACUUM (UNITÀ 61)

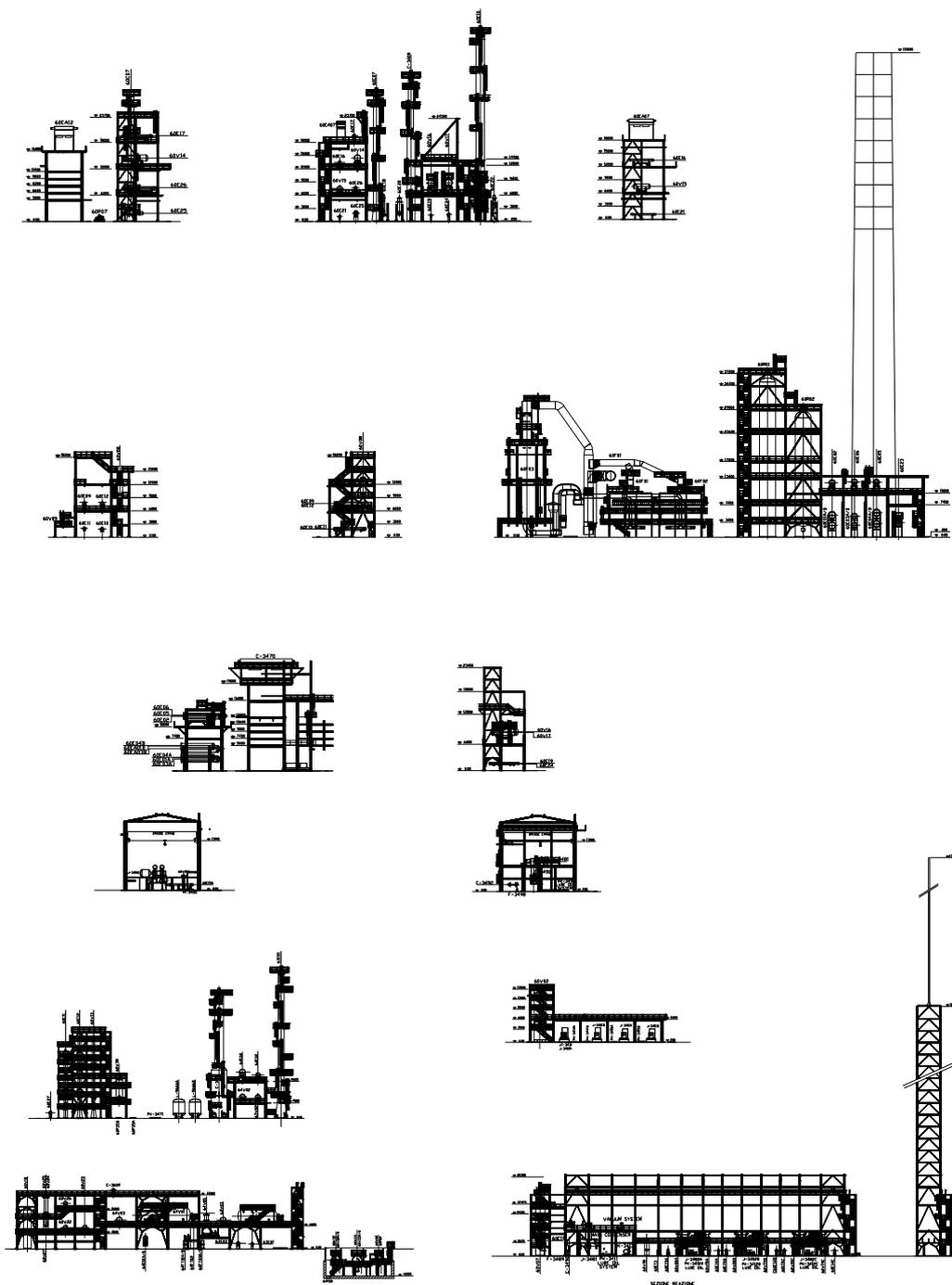


Item TAG	Descrizione	Livello di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Cod. Ramsete
61EA01A/B/C/D/E/F	LVGO Pumparound Air Cooler	80	16	BT
61EA02A/B/C/D/E/F	Air Cooler Acqua Temperata	80	16	BU
61P01A/B	Pompe di Carica	80	0	BV
61P02A/B	Pompe LVGO	80	0	BW
61P03A/B	Pompe MVGO	80	0	BX
61P04A/B	Pompe HVGO	80	0	BY
61P05A/B	Pompe Slop Wax	80	0	CZ
61P06A/B	Pompe Residuo Vacuum	80	0	CA
61P07A/B	Pompe Acqua Acida da Gruppo Vuoto	80	0	CB
61P08A/B	Pompe Idrocarburi di Testa	80	0	CC

Item TAG	Descrizione	Livello di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Cod. Ramsete
61P09A/B	Pompe Acqua Temperata	80	0	CD
61PK101	Vacuum Sistem Package:			
61E15A/B/C/D	Precondensatore gruppo vuoto	80	22	CE
61E16	Condensatore Primo stadio	80	16	CF
61E17	Condensatore Secondo stadio	80	16	CG
61E18	Condensatore Terzo stadio	80	16	CH
61J02	Eiettore primo stadio	80	16	CI
61J03	Eiettore secondo stadio	80	16	CJ
61J04	Eiettore terzo stadio	80	16	CK
61F01	Forno Vacuum	80	0	CL, CM, CN
61PK102	Sistema di preriscaldamento aria forno:			
61K01A/B	Soffiante Aria Forno	80	0	CO

#### 4.1.2 IMPIANTO HYDROCRACKING

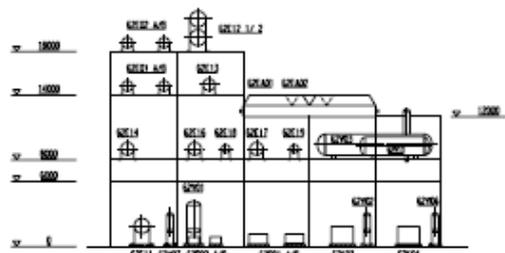
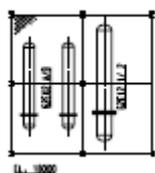
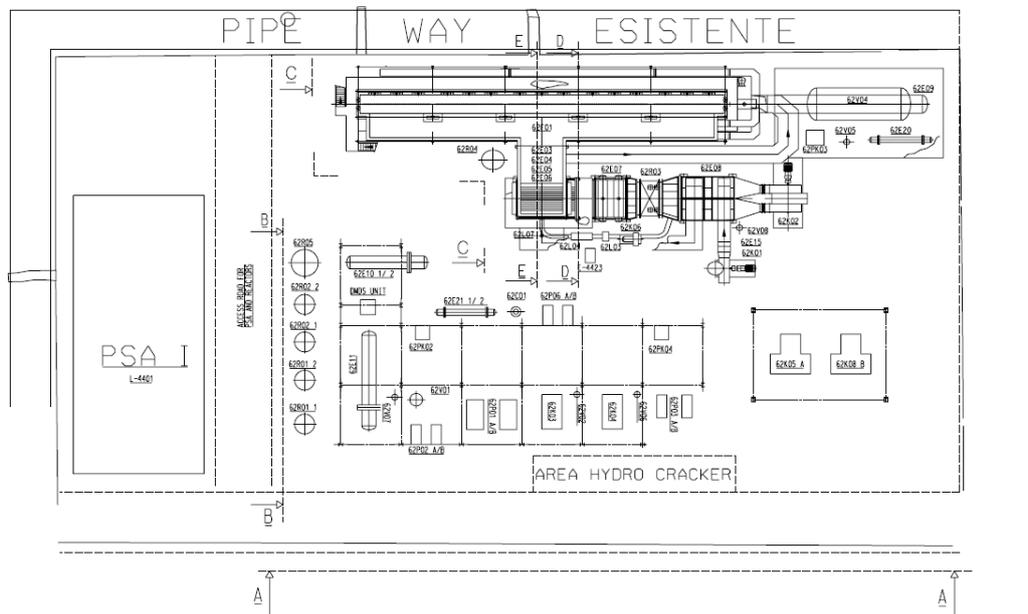




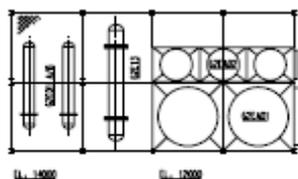
Codice	Apparecchiatura	Livello di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Potenza sonora (dBA)	Cod. Ramsete
60R01	First stage reactor	80	1.5	99	I
60R02	Second stage reactor	80	1.5	99	J
60R03	Light Naftha Sulfer Sorber	80	1.5	97	K
60R04	Heavy Naftha Sulfer Sorber	80	1.5	97	L
60TK01	Recycle Gas Compressor	80	1.5	100	M
60K02	Make up Hydrogen Compressor	80	1.5	100	N
60P01	First stage feed Pump	80	0	90	O
60P02	Product strepper Reflux Pump	80	1.5	90	P

Codice	Apparecchiatura	Livello di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Potenza sonora (dBA)	Cod. Ramsete
60P03	Fractionator Bottom Pump	83	1.5	92	Q
60P04	Heavy Naphta Pump	80	1.5	91	R
60P05	Kerosene Product Pump	80	1.5	91	S
60P06	Diesel Pump	80	1.5	92	T
60P07	Deethanizer Reflux Pump	80	0	90	U
60P08	Sponge Oil Adsorber Pump	80	1.5	90	V
60P09	Naphta Stabilizer Reflux Pump	85	1.5	92	W
60P10	Naphta Splitter Reflux Pump	80	1.5	92	X
60P11	Second Stage Feed Pump	80	1.5	92	Y
60P12	HP Lean Amine	80	1.5	94	AZ
60P13	Injection Water Pump	80	1.5	92	AA
60P14	Fractionator Reflux Pump	83	1.5	94	AB
60P15	Fractionator OVHD Light Naphta Pump	80	1.5	91	AC
60P16	Fractionator OVHD Sour Water Pump	80	1.5	90	AD
60P17	Diesel Pumparound Pump	83	1.5	92	AE
60P18	Sponge oil adsorber bottom Pump	80	1.5	90	AF
60P19	Naphta Splitter Bottom Pump	80	1.5	90	AG
60P20	Backwash Oil Pump	80	1.5	90	AH
60P21	Diesel Sponge Oil Pump	85	1.5	85	AI
60P22	LPG Settler Water Circulation Pump	80	1.5	91	AJ
60P23	Caustic Washer Circulation Pump	80	1.5	91	AK
60P24	Water Washer Feed Pump	80	1.5	91	AL
60P25	Degassing Caustic Pump	80	1.5	91	AM
60P26	Make up Caustic Pump	80	1.5	91	AN
60P27	LP Lean Amine Pump	80	1.5	91	AO
60P28	Diesel Product Pump	83	1.5	91	AP
60P29	Slop Oil Pump	80	1.5	91	AQ
60P30	Hot Well Water Pump	80	1.5	91	AR
60EA01	HHPS Vapor Air Cooler	80	5	100	AS
60EA02	CLPS Feed Air Cooler	80	16	100	AT
60EA03	Product Stripper OVHD Air Cooler	80	4	100	AU
60EA04	Fractionator OVHD Air Cooler	80	20	100	AV
60EA05	Unconverted Oil Air Cooler	80	20	90	AW
60EA06	Start-up Air Cooler	80	20	100	AX
60EA07	Deethanizer OVHD Air Cooler	80	20	95	AY
60EA08	Naphta Stabilizer OVHD Air Cooler	80	20	98	BZ
60EA09	Naphta Splitter OVHD Air Cooler	83	16	100	BA
60EA10	Backwash Air Cooler	80	20	98	BB
60EA11	Sponge Oil Air Cooler	80	20	90	BC
60EA12	Light Naphta Air Cooler	80	20	98	BD
60EA13	Heavy Naphta Air Cooler	80	20	97	BE
60EA14	Kerosene Air Cooler	80	20	98	BF
60EA15	Diesel Air Cooler	80	20	98	BG
60EA16	Diesel Vacuum Drier Air Cooler	80	20	98	BH
60F01	First-Stage Furnace	80	3	101	BI
60F02	Second-Stage Feed Furnace	80	3	101	BJ
60F03	Fractionator Feed Furnace	80	3	96	BK

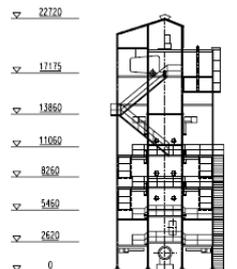
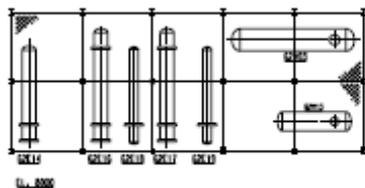
4.1.3 IMPIANTO STEAM REFORMING



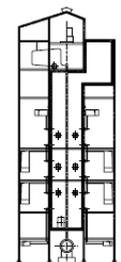
SEZIONE A-A



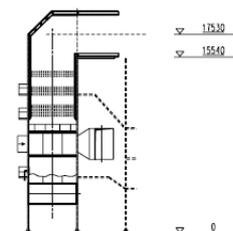
SEZIONE B-B



SEZIONE C-C



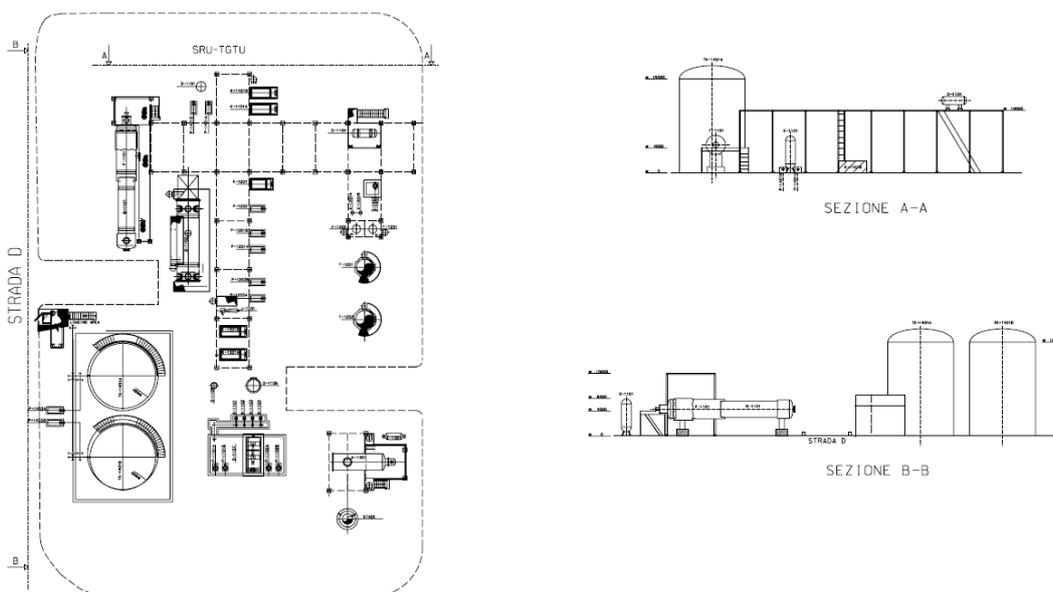
SEZIONE D-D



SEZIONE E-E

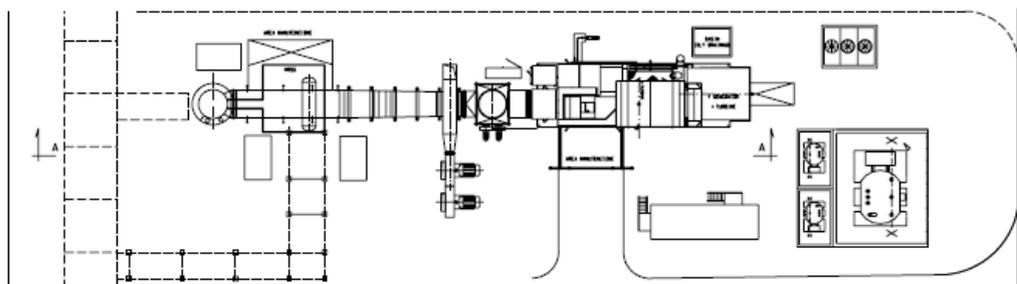
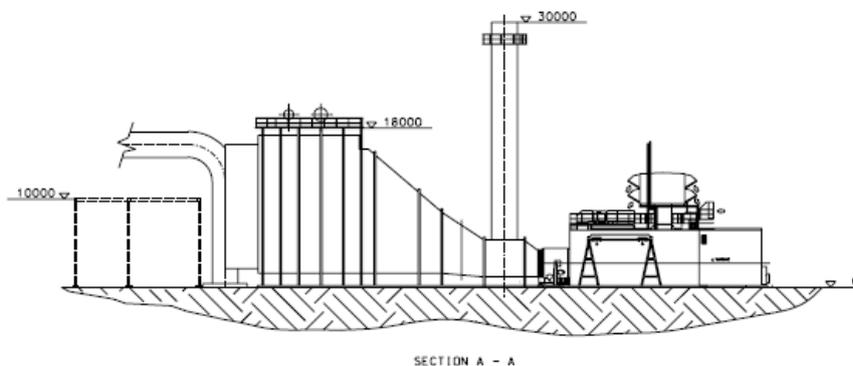
Codice	Apparecchiatura	Livello di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Potenza sonora (dBA)	Cod. Ramsete
62E06	Seconda Bobina di preriscaldamento aria	80	5	103.6	BL
62E08	Prima Bobina di preriscaldamento aria	80	5	98.5	BM
62EA01	Air cooler	80	12	102.5	BN
62K05	Compressore di riciclo idrogeno	85	1.5	103.7	BO
62K01	Ventilatore aria di combustione	80	1.5	99.4	BP
62K02	Ventilatore Flue gas	80	1.5	100.5	BQ
62P01	Pompa BFW	80	1.5	97.7	BR
62P02	Pompa condensato di processo	80	1.5	96.8	BS

#### 4.1.4 IMPIANTO DI RECUPERO ZOLFO



Codice	Apparecchiatura	Livelli di Pressione sonora @ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Potenza sonora (dBA)	Cod. Ramsete
F1101	Brucciatori e camera di reazione	80	4	100.5	A
K1101	Compressori d'aria	80	0	100.6	B
P1101	Pompe zolfo	85	0	90	C
P1202	Pompe alimentazione acqua	85	1.5	90	D
K1301	Compressore gas processo	85	1.5	102	E
1201	Pompe circolazione acqua	85	1.5	90	F
1203	Pompe rilancio ammina	85	1.5	90	G
H1301	Brucciatori inceneritore	80	1.5	99.9	H

#### 4.1.5 TURBOGAS (IMPIANTO POWER GENERATION – UNITÀ 32)

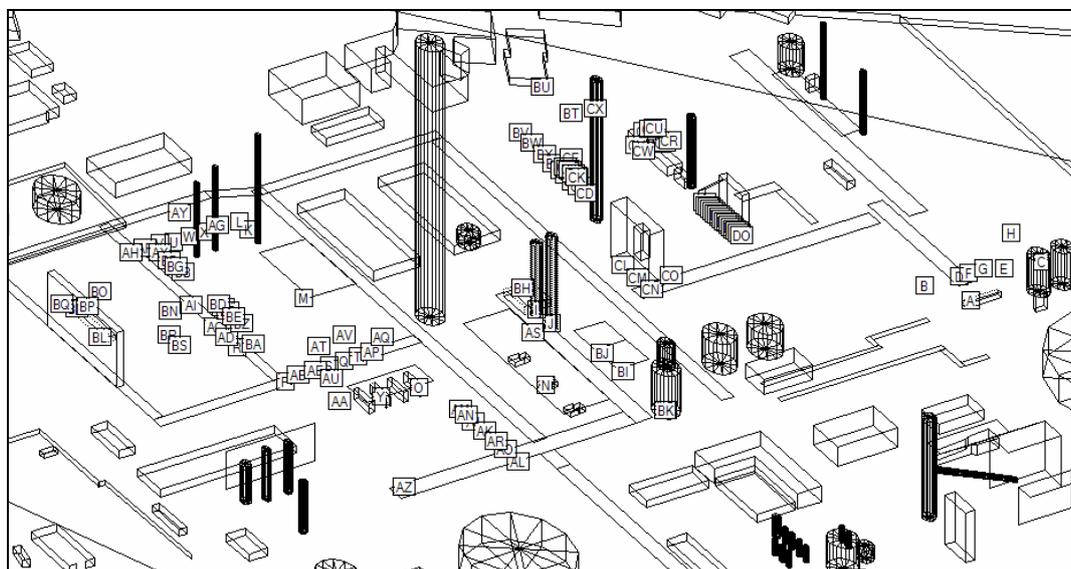
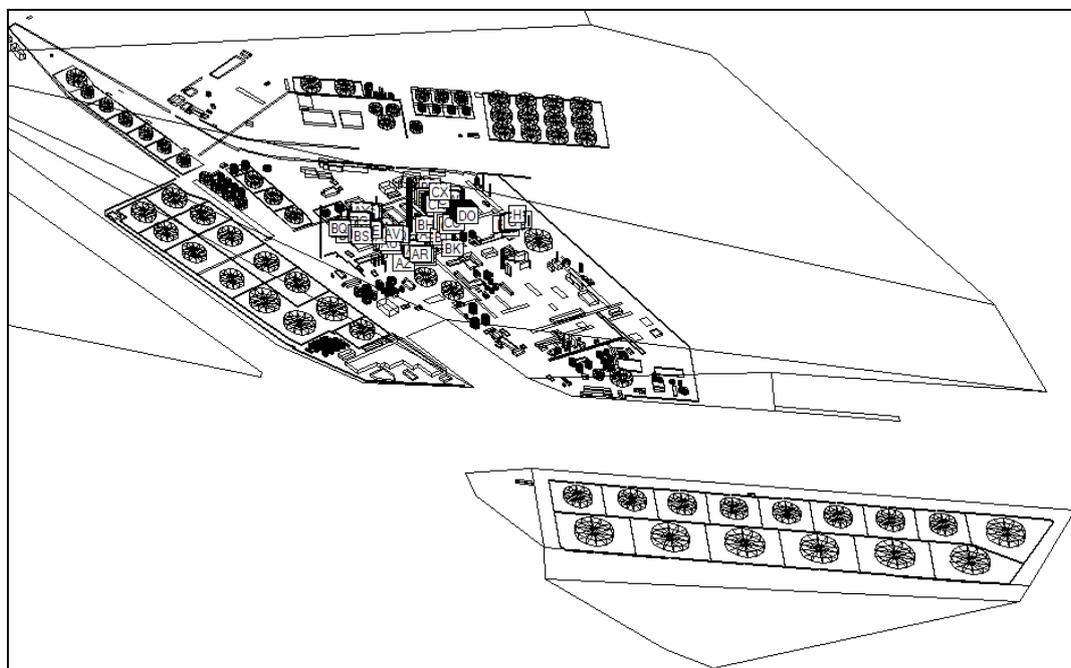


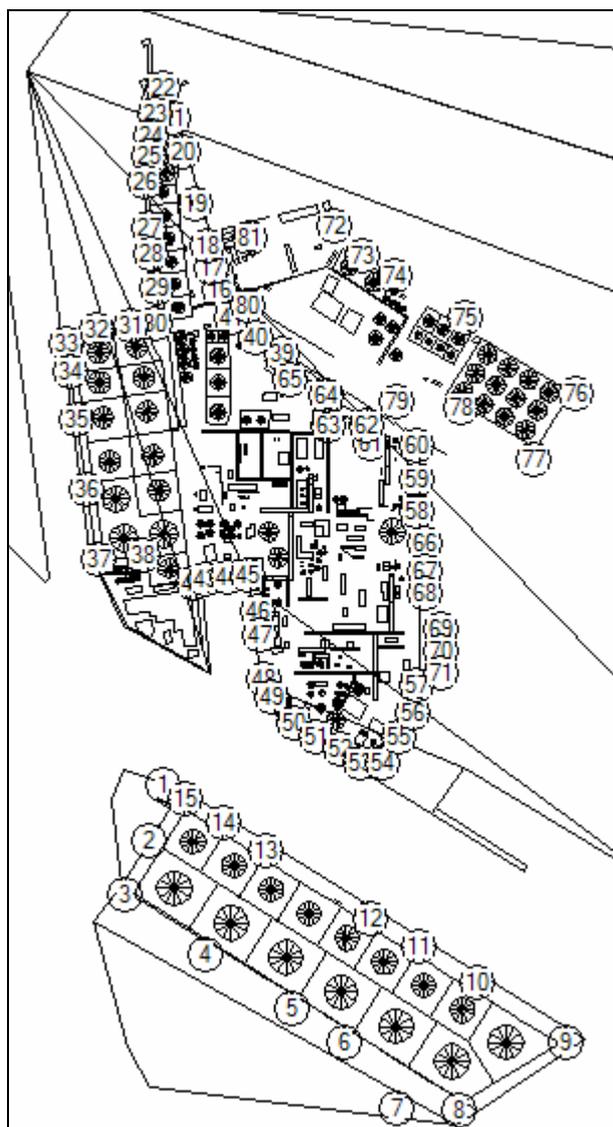
Descrizione	Livello di Livello di Pressione Sonora@ 1 m (dBA)	Altezza da terra (m)	Cod. Ramsete
Turbina a gas	80	0	CV
Generatore TG	80	0	CW
Pompa principale olio lubrificante	80	0	CY
Pompa ausiliaria olio lubrificante	80	0	DZ
Pompa emergenza	80	0	DA
Ventilatore estr. vapori olio	80	0	DB
Ventilatore cabinato skid lubrificazione	80	0	DC
Pompa principale Olio idraulico	80	0	DD
Pompa ausiliaria Olio idraulico	80	0	DE
Filtro di aspirazione aria TG	80	8	CP, CQ, CR, CS, CT, CU
Pompa lavaggio compressore	80	0	DF
Ventilatore cabinato TG	80	0	DG
Ventilatore cabinato riduttore	80	0	DH
Ventilatore cabinato generatore	80	0	DI
Ventilatore cabinato sala elettrica	80	0	DJ
Ventilatore fresh air	80	0	DK
Pompa dosaggio fosfati	80	0	DL
Pompa machinery cooling water	80	0	DM
Air coolers	80	6	CX
Motore Diesel emergenza	80	0	DN
Generatori motore diesel emergenza	80	0	DO

## 4.2 SIMULAZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

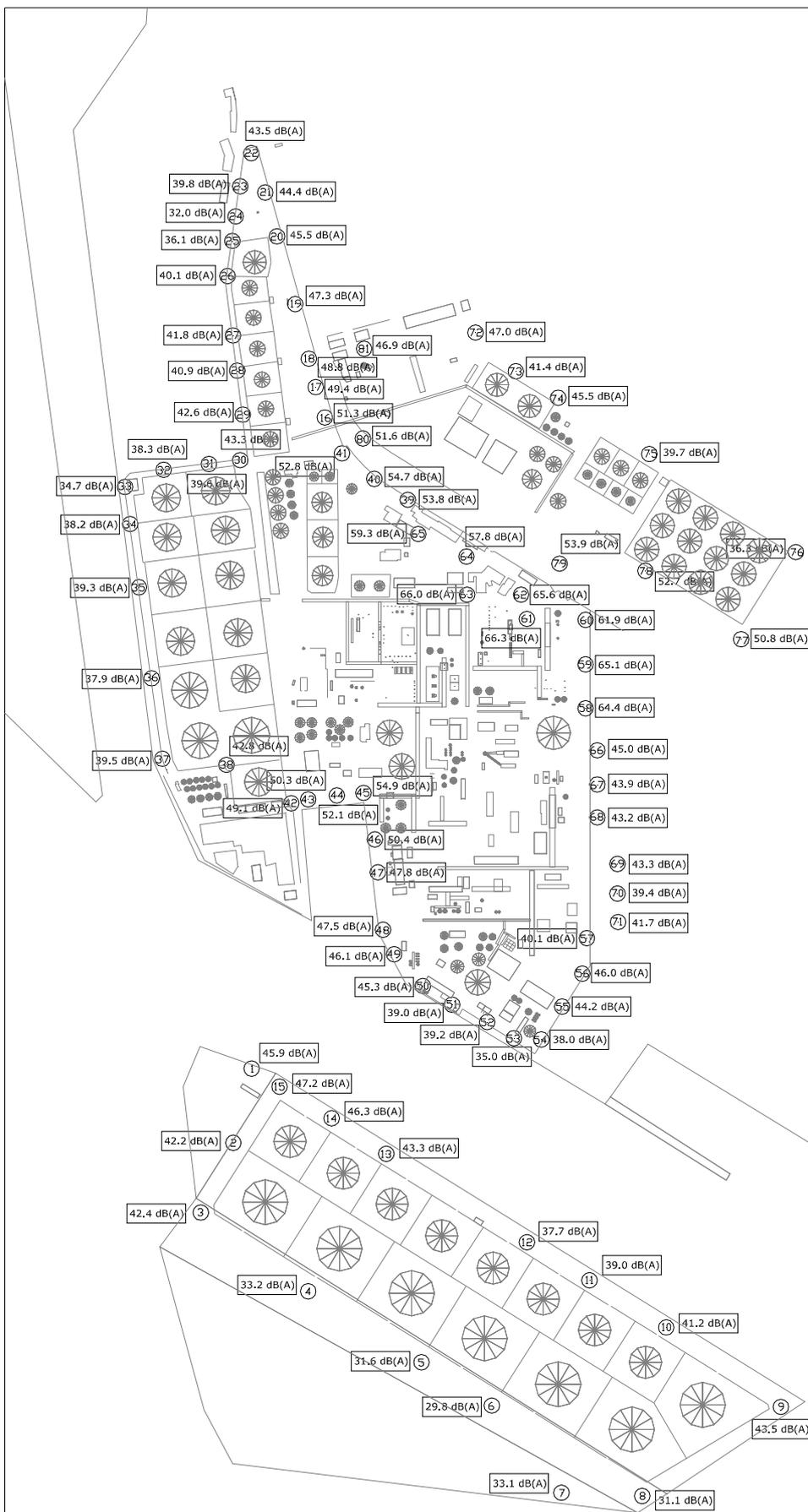
I dati di progetto sopra riportati (con i livelli di potenza sonora ove disponibili), unitamente alla geometria dello stato di fatto dell'intera raffineria, sono stati l'input per la creazione di un modello acustico con il software Ramsete.

Si riportano di seguito un'assonometria generale del modello stesso ed una di dettaglio dell'area in cui sono concentrate le sorgenti sonore, nonché una planimetria con l'indicazione dei ricettori (sono stati inseriti i ricettori corrispondenti alle posizioni di misura precedentemente riportate; per quanto riguarda la numerazione, i ricettori da 1 a 15 corrispondono alle omonime posizione di misura presso l'Isola dei Petroli; quelli dal 16 al 71 corrispondono alle posizioni di misura da 1 a 56 presso la Raffineria; quelli dal 72 all'81 corrispondono alle posizioni di misura da 1 a 10 presso il Deposito Nord Est).





Di seguito si riportano una planimetria ed una tabella con i livelli di pressione sonora derivanti dalla simulazione acustica presso i ricettori considerati, nonché, per ogni ricettore, i risultati delle misure già indicati in precedenza, la somma di tali livelli, la classe di appartenenza secondo la zonizzazione acustica ed i relativi limiti.



Ricettore Ramsete	Leq simulato (dBA)	Leq misurato (dBA) diurno	Leq misurato (dBA) notturno	Leq progetto (dBA) diurno	Leq progetto (dBA) notturno	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)
1	45.9	55.4		55.9		VI	70	70
2	42.2	56.3		56.5		VI	70	70
3	42.4	61.2		61.3		VI	70	70
4	33.2	61.6		61.6		VI	70	70
5	31.6	51.9	51.9	51.9	51.9	V	70	60
6	29.8	50.1	50.1	50.1	50.1	V	70	60
7	33.1	52.5	52.5	52.5	52.5	V	70	60
8	31.1	49.9	49.9	50.0	50.0	V	70	60
9	43.5	46.7	46.7	48.4	48.4	V	70	60
10	41.2	58.0		58.1		VI	70	70
11	39.0	55.3		55.4		VI	70	70
12	37.7	57.6		57.6		VI	70	70
13	43.3	53.8		54.2		VI	70	70
14	46.3	54.7		55.3		VI	70	70
15	47.2	56.4		56.9		VI	70	70
16	51.3	64.4		64.6		VI	70	70
17	49.4	67.3		67.4		VI	70	70
18	48.8	61.8	50.3	62.0	52.6	VI	70	70
19	47.3	57.5	49.6	57.9	51.6	V	70	60
20	45.5	55.7	50.9	56.1	52.0	V	70	60
21	44.4	55.6	50.6	55.9	51.5	V	70	60
22	43.5	60.4	50.3	60.5	51.1	V	70	60
23	39.8	59.8		59.8		VI	70	70
24	32.0	50.4		50.5		VI	70	70
25	36.1	51.5		51.6		VI	70	70
26	40.1	49.7		50.2		VI	70	70
27	41.8	54.7		54.9		VI	70	70
28	40.9	55.9		56.0		VI	70	70
29	42.6	57.8		57.9		VI	70	70
30	43.3	64.6		64.6		VI	70	70
31	39.6	60.9		60.9		VI	70	70
32	38.3	59.5		59.5		VI	70	70
33	34.7	59.1		59.1		VI	70	70
34	38.2	61.0		61.0		VI	70	70
35	39.3	60.1		60.1		VI	70	70
36	37.9	51.8		52.0		VI	70	70
37	39.5	57.2		57.3		VI	70	70
38	42.8	56.5		56.7		VI	70	70
39	53.8	62.8		63.3		VI	70	70
40	54.7	63.4		63.9		VI	70	70
41	52.8	63.5		63.9		VI	70	70
42	49.1	63.4		63.6		VI	70	70
43	50.3	65.2		65.3		VI	70	70
44	52.1	64.8		65.0		VI	70	70
45	54.9	69.1		69.3		VI	70	70
46	50.4	65.2		65.3		VI	70	70
47	47.8	69.2		69.2		VI	70	70

Ricettore Ramsete	Leq simulato (dBA)	Leq misurato (dBA) diurno	Leq misurato (dBA) notturno	Leq progetto (dBA) diurno	Leq progetto (dBA) notturno	Classe	Limite diurno (dBA)	Limite notturno (dBA)
48	47.5	65.3		65.4		VI	70	70
49	46.1	68.9		68.9		VI	70	70
50	45.3	63.4		63.5		VI	70	70
51	39.0	66.3		66.3		VI	70	70
52	39.2	67.4		67.4		VI	70	70
53	35.0	67.2		67.2		VI	70	70
54	38.0	68.2		68.2		VI	70	70
55	44.2	66.2		66.2		VI	70	70
56	46.0	69.1		69.1		VI	70	70
57	40.1	68.6		68.6		VI	70	70
58	64.4	63.9		67.2		VI	70	70
59	65.1	64.0		67.6		VI	70	70
60	61.9	56.4		63.0		VI	70	70
61	66.3	59.3		67.1		VI	70	70
62	65.6	59.8		66.6		VI	70	70
63	66.0	58.5		66.7		VI	70	70
64	57.8	59.3		61.6		VI	70	70
65	59.3	56.4		61.1		VI	70	70
66	45.0	65.0		65.0		VI	70	70
67	43.9	68.0		68.0		VI	70	70
68	43.2	69.5		69.5		VI	70	70
69	43.3	63.8		63.8		VI	70	70
70	39.4	63.9		63.9		VI	70	70
71	41.7	60.5		60.6		VI	70	70
72	47.0	54.3	50.0	55.0	51.8	V	70	60
73	41.4	48.1	49.7	48.9	50.3	V	70	60
74	45.5	56.5	46.9	56.8	49.3	V	70	60
75	39.7	48.9	47.3	49.4	48.0	V	70	60
76	36.3	57.0	46.8	57.0	47.2	V	70	60
77	50.8	54.0		55.7		VI	70	70
78	52.7	55.8		57.5		VI	70	70
79	53.9	57.3		58.9		VI	70	70
80	51.6	54.9		56.6		VI	70	70
81	46.9	57.3		57.7		VI	70	70

Le colonne “Leq progetto (dBA) diurno” e “Leq progetto (dBA) notturno” rappresentano i valori ottenuti come somma dei risultati delle simulazioni con i valori misurati rispettivamente durante il periodo diurno e durante il periodo notturno; si tratta quindi dei valori da confrontare con i limiti indicati nelle ultime due colonne.

## DESCRIZIONE DEL SOFTWARE UTILIZZATO: RAMSETE

# 5

### 5.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA

Il pacchetto software Ramsete è formato da sei programmi: Ramsete CAD, Material Manager, Source Manager, Ramsete Trace, Ramsete View.

Ramsete CAD è un CAD per la creazione di geometrie tridimensionali che consente di introdurre i principali elementi geometrici: pavimento, pareti, tetti, porte, finestre, ricevitori e sorgenti, cui può essere assegnato un orientamento.

Tutti i dati di assorbimento ed isolamento acustico dei materiali sono archiviati nelle 10 bande di frequenza normalmente considerate (da 31.5 a 16000 Hz).

La simulazione avviene tramite il tracciamento di piramidi; un'estensione del tracciatore permette di tenere conto anche dell'effetto della diffrazione e del potere fonoisolante di barriere multiple e dell'attraversamento di più muri; è possibile inoltre simulare l'assorbimento dell'aria introducendo i valori di temperatura e umidità.

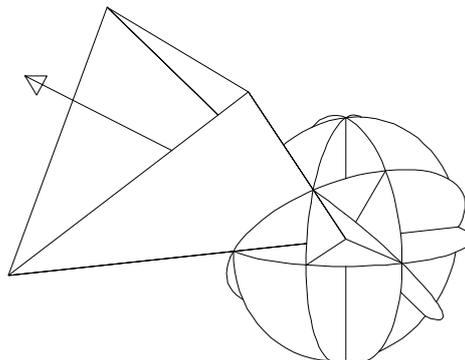
Ramsete View consente di visualizzare in forma grafica la risposta all'impulso in ciascun ricevitore, la risposta integrata con Schroeder (curva di decadimento), lo spettro in ottave in ciascun punto ricevente, e tabelle numeriche di tutti i dati (SPL, tempi di riverbero). Inoltre, consente di effettuare visualizzazioni tridimensionali prospettive delle geometrie disegnate con Ramsete CAD e di mappare in pianta o in prospettiva i risultati del calcolo (livelli sonori, tempi di riverbero) e tutti i tipici parametri acustici.

### 5.2 ALGORITMO DI CALCOLO

Il pacchetto Ramsete è stato sviluppato per risolvere le limitazioni precedentemente contenute nei sistemi di modellizzazione del campo sonoro in grandi ambienti, più idonei allo studio dei teatri che degli ambienti industriali.

In particolare il tracciatore di piramidi implementato consente di tenere conto dell'effetto di diffrazione sul bordo libero delle schermature o degli ostacoli, e considera pure la quota di energia che passa attraverso le superfici (dotate di Potere Fonoisolante finito).

La generazione delle piramidi è perfettamente isotropa, mediante un algoritmo di progressiva bisezione degli 8 spicchi di partenza, come mostra la seguente figura:



Il tracciamento delle piramidi viene proseguito fino ad ordini elevatissimi (anche se è possibile limitarlo ad un ordine prefissato), in modo da ricostruire l'intera coda sonora, in ciascun punto ricevitore.

Come in tutti i tracciatori di fasci divergenti (beam tracing, cone tracing, etc.), la coda sonora tende ad essere sottostimata in campo riverberante, poichè al crescere delle dimensioni della base di ciascun fascio aumenta la probabilità di "perdere" una sorgente immagine. E' pertanto necessario effettuare una correzione della coda sonora (che viceversa non era necessaria con algoritmi tipo "ray tracing").

Ramsete impiega una correzione della coda sonora di tipo moltiplicativo. Essa si basa sul fatto che il numero di impatti su un ricevitore nell'unità di tempo  $n(t)$ , ottenuto da un tracciatore di fasci divergenti, può essere descritto matematicamente, secondo Maercke/Martin, dalla relazione:

$$n(t) = \frac{4 \cdot \pi \cdot c_0^3 \cdot t^2}{V} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{l_{cm^2} \cdot N}{4 \cdot c_0^2 \cdot \beta \cdot t^2}} \right) = \frac{4 \cdot \pi \cdot c_0^3 \cdot t^2}{V} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t_c^2}{t^2}} \right) \quad (1)$$

L'andamento teorico secondo la teoria delle sorgenti immagine è invece costituito semplicemente dal primo fattore della relazione suddetta, senza il termine fra parentesi, e pertanto cresce con il quadrato del tempo.

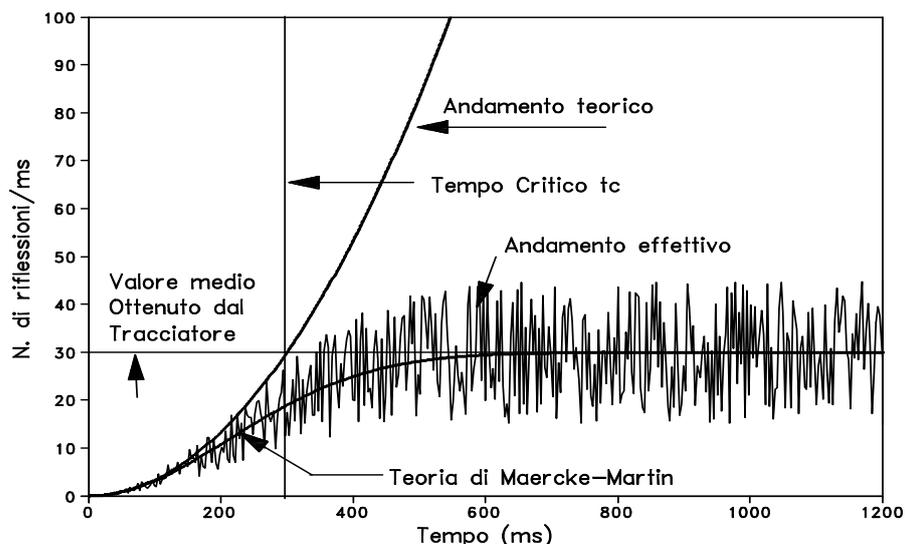
Al tendere all'infinito del tempo  $t$ , la relazione (1) fornisce poi un valore teoricamente costante del numero di impatti sul ricevitore nell'unità di tempo:

$$n(\infty) = \frac{N \cdot c_0 \cdot l_{cm^2}}{V} \cdot \frac{\pi}{4 \cdot \beta} \quad (2)$$

Nelle relazioni (1) e (2) compaiono due parametri dipendenti dalla natura del campo sonoro: il Libero Cammino Medio  $l_{cm}$ , che viene calcolato da Ramsete in base ad una statistica sull'effettiva percorrenza dei raggi sparati in asse alle piramidi, ed il coefficiente adimensionale  $\beta$ , che dipende dalla natura più o meno sabiniana del campo sonoro (in campo perfettamente diffuso risulta  $\beta = 0.3$ ).

Il Tempo Critico  $t_c$ , che compare nella relazione (1), rappresenta il punto di ideale separazione fra la prima parte della coda sonora, in cui vengono rilevate correttamente tutte le sorgenti immagine, e la parte tardiva in cui il numero di arrivi di energia nell'unità di tempo è costante: esso è infatti definito come il punto di intersezione fra la parabola, corrispondente all'andamento teorico, e la retta orizzontale che rappresenta il numero costante di intercettazioni rappresentato dalla relazione (2).

La seguente figura illustra una situazione reale, a confronto con le stime teoriche di cui sopra:



La correzione della coda riverberante viene dunque eseguita semplicemente dividendo l'energia sonora per il termine fra parentesi della relazione (1), che è sempre minore di 1 e va diminuendo progressivamente al crescere di  $t$ .

L'altro aspetto che differenzia il tracciatore piramidale di Ramsete dagli altri metodi di Beam Tracing è la possibilità di dichiarare "obstructing" alcune superfici. Quando una piramide colpisce una di queste superfici, vengono attivati ulteriori controlli, onde verificare se dietro di essa si trova un ricevitore. In tale caso, si calcola il contributo sullo stesso fornito dall'onda sonora che ha attraversato la superficie (in base al potere fonoisolante della stessa). Si verifica poi se la superficie presenta bordi liberi, ed in caso affermativo viene portato un ulteriore contributo di energia al ricevitore a partire da cia-scun bordo libero, calcolato con la nota relazione di Keller/Maekawa.

Grazie a queste possibilità, l'algoritmo di tracciamento è in grado di affrontare lo studio della propagazione sonora anche in spazi geometricamente complessi, in presenza di schermature parziali o totali.

Il modello è impiegabile nell'ambiente esterno, ad esempio per la verifica di schermature attorno a sorgenti fisse, purchè la distanza dei ricevitori non sia così grande da dover considerare, oltre all'attenuazione dell'aria, anche effetti atmosferici che portino alla curvatura dei raggi sonori.

Recentemente il software è stato integrato con funzioni specifiche per l'ambiente esterno, che consentono ad esempio di generare una triangolazione regolare del terreno, di controllare la geometria mediante rendering e di tracciare raggi anche oltre il secondo spigolo di diffrazione.

### 5.3 PARAMETRI DI CALCOLO UTILIZZATI

Le simulazioni acustiche sono state eseguite in condizioni meteorologiche standard secondo i seguenti parametri:

- Level = 8
- Time = 5 s
- Precision = 5 s
- History = -1 Time dependent
- Humidity = 70 %

Temperature = 20 C  
SoundSpeed = 343.294 m/s  
Alfa = 2  
Beta = 0.1  
Diffraction = 99  
Diffusion = Off  
DiffusionMode = 7  
Format = 1.2  
ErrorLog = Off  
HitLevel = -1  
RandomizeAfter = -1  
SaveAll = Off

Brevemente, descriviamo il significato dei parametri principali per favorire la comprensione delle condizioni in cui è stato svolto il calcolo.

Level=8 indica una suddivisione dello spazio in  $8 \times 2^8 = 2048$  fasci piramidali, Time=5 indica che il raggio viene seguito per 5 secondi, e quindi fino ad una distanza di circa 1700 metri dalla sorgente. L'umidità influenza l'assorbimento acustico dell'atmosfera mentre la temperatura agisce principalmente sulla velocità di propagazione del suono. Diffraction = 99 indica che il modello esegue la diffrazione oltre il secondo ordine di diffrazione. HitLevel=-1 indica che non è stato posto alcun limite al numero di riflessioni considerate dal modello, che quindi continua a seguire il raggio sonoro fino al limite temporale impostato.

## CONCLUSIONI

# 6

La presente valutazione della previsione di impatto acustico della fase di esercizio dei nuovi impianti previsti presso la raffineria Eni S.p.A. di Venezia si è articolata nelle seguenti fasi:

- 1 analisi dei dati esistenti per la definizione acustica dello stato di fatto: utilizzo dei risultati dello studio di impatto acustico effettuato per la raffineria dall'ing. Paolo Giacomini nel 2005 (misurazioni a confine all'altezza di 1.5 m da terra) con la relativa integrazione del 2007;
- 2 creazione di un modello geometrico dello stato di fatto tramite il software Ramsete, con l'inserimento dei ricettori nei punti corrispondenti alle posizioni di misura disponibili;
- 3 analisi dei dati di progetto forniti per i nuovi impianti;
- 4 creazione delle sorgenti sonore di progetto tramite il software Ramsete;
- 5 inserimento della geometria e delle sorgenti sonore degli impianti in progetto nel modello;
- 6 effettuazione della simulazione acustica tramite il software Ramsete, con calcolo ai ricettori corrispondenti ai punti di misura, del contributo dei nuovi impianti in termini di livello di pressione sonora;
- 7 somma dei risultati della simulazione ai ricettori corrispondenti alle posizioni di misura dello stato di fatto con i valori misurati negli stessi punti, per l'ottenimento dei livelli assoluti di immissione, da confrontare con i limiti imposti dalla zonizzazione acustica del Comune di Venezia.

Il procedimento sopra descritto sottintende l'effettuazione di alcune ipotesi, ed in particolare quella, estremamente cautelativa, che il contributo degli impianti esistenti all'impatto acustico sui ricettori considerati resti immutato nello stato di progetto (in realtà i nuovi impianti fungeranno da schermo per le sorgenti retrostanti, e qualsiasi fonte di rumore eventualmente presente all'epoca delle misure nelle posizioni in cui sono previsti i nuovi impianti scomparirà); inoltre la geometria del modello contiene solo i principali componenti interni alla raffineria, e praticamente nulla all'esterno (con conseguente eliminazione degli effetti di mitigazione acustica prodotti dalle entità non disponibili).

I livelli assoluti di immissione di progetto (ottenuti come somma dei risultati della simulazione e delle misure fonometriche a disposizione) nei punti considerati sono risultati inferiori ai limiti legislativi vigenti.

Parma, 18/07/2007



ing. Daria Massobrio

(tecnico competente in acustica ambientale  
riconosciuto con Decreto n. 32169/01  
della Regione Lombardia)