

Allegato D. 7

Stima dell'Impatto Indotto dalla Torre Evaporativa

La presente Relazione descrive i risultati dello studio volto all'identificazione e alla stima degli impatti, in termini di deposizione salina al suolo, connessi all'esercizio della nuova torre evaporativa presso la Centrale Termoelettrica di Marghera Levante. In particolare, l'analisi indagherà sugli impatti prodotti durante i periodi primaverile ed estivo, che sono quelli in cui è previsto il funzionamento della torre. Si prevede, invece, che la torre non sarà in esercizio durante le stagioni autunnale ed invernale, in cui le acque in uscita dal condensatore, in virtù della bassa temperatura ambientale, non devono essere raffreddate prima dello scarico in laguna.

La Relazione, oltre che dal presente *Capitolo* introduttivo, è composta dai seguenti *Capitoli*:

- *Capitolo 2*, che presenta una descrizione generale delle caratteristiche delle torri di raffreddamento e delle problematiche ambientali connesse al loro esercizio;
- *Capitolo 3*, che contiene i dati progettuali dell'impianto oggetto del presente studio;
- *Capitolo 4*, nel quale sono presentati i risultati scaturiti dalla stima degli impatti prodotti dalle deposizioni saline provenienti dall'esercizio della torre in oggetto.

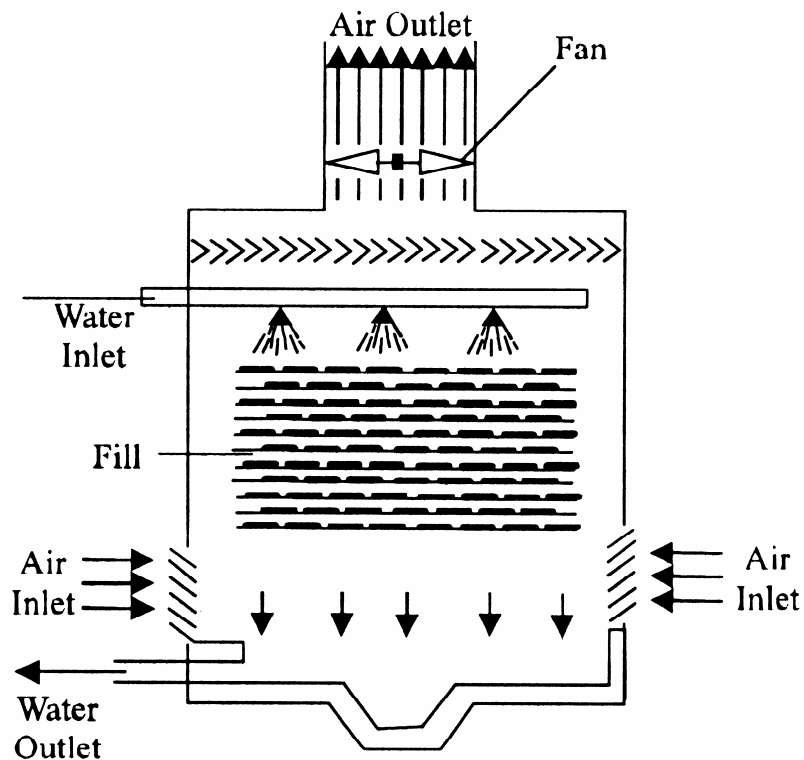
2 EFFETTI DELLE TORRI DI RAFFREDDAMENTO E DEGLI AEROTERMI: INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 GENERALITÀ SU TORRI DI RAFFREDDAMENTO

Le torri di raffreddamento, (in *Figura 2.1a* si dà una rappresentazione schematica di una torre a tiraggio indotto), sono strutture percorse dal basso verso l'alto da una corrente di aria movimentata da un apposito ventilatore. L'acqua calda proveniente dal condensatore del vapore, ridotta in gocce da appositi frantumatori del getto, cade all'interno della torre dall'alto verso il basso. L'acqua calda viene così raffreddata dall'aria. Parte del calore ceduto dall'acqua determina un innalzamento della temperatura dell'aria. La rimanente parte del calore determina una intensa vaporizzazione di parte dell'acqua. L'aria esce quindi dalla torre più calda e più ricca di umidità di quanto vi entri. Il vapore prodotto fuoriesce dalla parte superiore della torre, trascinato dall'aria. Appena uscito dalla torre, il vapore è soggetto ad una parziale condensazione, che determina un ulteriore aumento della temperatura dell'aria.

Figura 2.1a

Rappresentazione Schematica di una Torre di Raffreddamento



Le centrali da circa 800 MW sono normalmente dotate di 16÷20 celle di torri di raffreddamento per lo smaltimento del calore, che in parte innalza direttamente la temperatura dell'aria e in parte determina la vaporizzazione

dell'acqua di circolazione. Appena fuori dalla torre, parte del vapore ricondensa e quindi altra energia va ad incrementare la temperatura dell'aria.

L'intensa corrente di aria e vapore, determina anche il trascinamento di minute gocce di acqua, che fuoriescono dall'alto della torre e ricadono nell'ambiente circostante.

Le moderne torri sono dotate di efficientissimi separatori di gocce (*drift eliminators*) che sono in grado di eliminare la quasi totalità dell'acqua trascinata. Sul mercato è possibile reperire *drift eliminators* in grado di ridurre il trascinamento di liquido a valori garantiti inferiori allo 0,0025% della portata di liquido che circola nelle torri.

2.2 **EFFETTI SULLA VEGETAZIONE DELL'AEROSOL SALINO DA TORRI AD ACQUA DI MARE**

2.2.1 **Generalità**

La presenza di sale marino (cloruro di sodio o più in generale di ione Cl⁻) nel terreno o in forma di aerosol può danneggiare la vegetazione e compromettere la qualità dei suoli.

L'aerosol marino è causa di effetti tossici sulla vegetazione costiera. Numerosi studi hanno dimostrato che i danni sono prevalentemente legati alla sinergia tra sale marino e tensioattivi inquinanti. Gli effetti consistono essenzialmente nella clorosi dell'apice distale e dei margini delle foglie, a cui fa seguito la necrosi del tessuto. La sensibilità delle varie specie è molto diversificata: ad esempio tra le specie comuni lungo i litorali adriatici, la tamerice (*Tamarix gallica* e *T. africana*) si dimostra assai più tollerante del Corbezzolo (*Arbutus unedo*).

La qualità dei terreni è fortemente dipendente dal contenuto di sale. Sulla base del contenuto di ione Cl⁻, i terreni vengono così definiti:

- *dissalati*: ione Cl⁻ presente per meno dello 0,1% in peso;
- *subsalsi*: ione Cl⁻ presente per meno dell'1% in peso;
- *salsi*: ione Cl⁻ presente per oltre l'1% in peso.

Un eccesso di salinità può provocare sia effetti diretti sia effetti indiretti sulla vegetazione. Effetti diretti si manifestano con l'aumento della pressione osmotica e con la variazione dell'equilibrio ionico. La prima provoca una diminuzione di assorbimento idrico con conseguente sviluppo di siccità fisiologica. La seconda causa una diminuzione di accrescimento, determinando una minore produzione di sostanza secca. Gli effetti indiretti si manifestano con il deterioramento delle proprietà fisico-chimico-biologiche del terreno, con alterazione della struttura, diminuzione dell'aerazione, tossicità di alcuni ioni.

Le piante manifestano una diversa sensibilità alla salinità; possiamo quindi considerare le seguenti categorie:

- piante sensibili;
- piante moderatamente tolleranti;
- piante tolleranti.

Sono comunque diversi i fattori che influiscono sulla tolleranza alla salinità. Fra essi vi sono il contenuto in sostanza organica del terreno ed il giusto equilibrio tra gli elementi nutritivi. Nei terreni ricchi di sostanza organica, infatti, il livello di salinità può essere più elevato in virtù della maggiore capacità di trattenere le acque.

La salinità del terreno può essere modificata dall'apporto di sale eventualmente presente nelle acque irrigue.

Per ciò che concerne i cloruri, essi vengono assorbiti molto facilmente dalle piante e possono essere quindi pericolosi se accumulati in grosse quantità. Effetti fitotossici si hanno con livelli di concentrazione superiori a 140 mg/l nel caso di irrigazioni sotto chioma, mentre nell'irrigazione sopra chioma possono verificarsi problemi di tossicità a valori di 100 mg/l.

Il *Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n. 185 del 12 giugno 2003*, recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'*articolo 26, comma 2, del D.Lgs n. 152 dell' 11 maggio 1999*, prevede che le acque reflue all'uscita di impianti trattamento, per poter essere utilizzate a fini irrigui presentino un contenuto massimo di cloruri di 250 mg/l. Tuttavia, in luoghi con scarsità di acqua dolce, sono tollerati anche valori di concentrazione nelle acque irrigue sino a 0,5 g/l di ione Cl⁻.

Considerando che, a seconda del tipo di coltura, sono necessari dai 300 litri/m²*anno per il sorgo ai 700 dell'erba medica ai 400-500 per il mais, l'apporto di sale ammissibile (considerando circa 500 litri/m² anno di irrigazione), imponendo i limiti citati precedentemente, risulterebbe di:

- 115 g/m²-anno di cloruro di sodio, nel caso di irrigazione con acque con contenuto di cloruri di 140 mg/l;
- 82 g/m²-anno, nel caso di irrigazione con acque con contenuto di cloruri di 100 mg/l;
- 205 g/m²-anno, nel caso di irrigazione con acque con contenuto di cloruri di 250 mg/l;
- 410 g/m²-anno, nel caso di irrigazione con acque con contenuto di cloruri di 0,5g/l.

È evidente che 250 mg/l debba essere considerato come un limite superiore e 50 mg/l come un valore cautelativo per la totalità delle colture.

2.2.2 *Studi sul Campo degli Effetti delle Torri di Raffreddamento sulla Vegetazione*

I danni derivanti dall'aerosol marino proveniente dall'esercizio di torri di raffreddamento ad acqua di mare sono stati indagati nell'area industriale di Siracusa (Augusta, Melilli, Priolo). La locale raffineria dispone di torri che emettono circa 0,2 m³/h di acqua di mare in forma di minute gocce aerodisperse (aerosol).

I danni si manifestano sino ad una distanza massima di 400 metri dalle torri e prevalentemente nelle piante collocate tra i 100 ed i 300 metri di distanza. Le specie maggiormente colpite sono il capperò, il carrubo, il mirto, l'olivo, l'olivastro, il pero e la vite da uva. L'analisi chimica del tessuto fogliare ha mostrato che le specie indagate tendono ad accumulare all'interno della foglia lo ione Cl⁻ derivante dalle ricadute dell'aerosol, mentre riescono a smaltire l'eccesso di apporto degli ioni F⁻ e S⁻, pure presenti nell'aerosol di acqua di mare.

Le analisi sul suolo hanno mostrato che nel punto di massima ricaduta (100÷150 metri di distanza dalle torri) la concentrazione superficiale di ione Cl⁻ ha raggiunto un livello pari a circa 35 volte il valore iniziale. A 400 metri di distanza dalle torri, ove cessano i danni alla vegetazione, la concentrazione misurata risulta di circa 6 volte superiore al valore originario.

2.2.3 *Sensibilità delle Specie Vegetali all'Aerosol Marino*

Studi sperimentali hanno permesso di quantificare la sensibilità delle varie specie vegetali all'aerosol marino. In un esperimento condotto da G. Polizzi (*Istituto di Difesa delle Piante, Università di Calabria*), varie specie di piante di 4 anni di età sono state irrorate con aerosol marino al rateo di 0,5 l/m²-giorno. I danni sono stati quantificati dopo 35 e 50 giorni di irrorazione. I risultati sono riportati in *Tabella 2.2.3a*.

L'esame del tessuto fogliare ha mostrato che non vi è una correlazione diretta tra accumulo dello ione Cl⁻ e danno: alcune piante accumulano cloro senza subire danni, mentre altre manifestano sintomi anche in assenza di elevate concentrazioni nel tessuto.

In ogni caso, la sensibilità delle varie specie è molto diversa, con le tamerici che risultano tra le più tolleranti. Le specie tipiche della macchia mediterranea (leccio, alaterno, terebinto e corbezzolo) risultano tra le più sensibili.

Tabella 2.2.3a *Sensibilità di Varie Specie all'Aerosol Marino*

Specie	Danni dopo 35 Giorni		Danni dopo 50 Giorni	
	Necrosi	Caduta Foliare	Necrosi	Caduta Foliare
Acacia (<i>A. cyanophila</i>)	++	-	++	-
Acacia (<i>A. farnesina</i>)	++	-	+++	-
Corbezzolo	++	-	+++	+
Carrubo	+	-	+++	-
Cipresso	-	-	+	-
Elegno	-	-	+	-
Eucalipto	+	+	++	+
<i>Lagunaria patersonii</i>	-	-	-	-
Fitolacca	-	-	-	-
<i>Myoporum tenuifolium</i>	-	-	+	-
Oleandro	++	-	+++	-
Olivo	++	+++	+++	+++
Pino d'Aleppo	+	-	++	-
Pino domestico	+	-	+++	-
Terebinto	++	+	++++	++
Pitosfero	-	-	-	-
Leccio	++	-	++++	-
Alaterno	+++	+++	++++	++++
Tamerice africana	-	-	+	-
Tamerice gallica	-	-	+	-

Note: - danno assente; + basso; ++ medio; +++ alto; ++++ severo

CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELLA TORRE DI RAFFREDDAMENTO

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un sistema di raffreddamento costituito da una torre *wet* ad acqua di mare a ciclo aperto.

La torre è dimensionata per 47.000m³/h, con 26 °C di bulbo umido, 4 °C di approach e 9 °C di range.

La torre è composta da due blocchi di 8 celle ciascuno, disposte nella configurazione *back to back*. Ogni cella sarà così dimensionata:

- larghezza: 13 m;
- lunghezza: 14 m.

La superficie coperta complessiva della torre evaporativa sarà perciò pari a circa 3.000 m².

Le caratteristiche progettuali del sistema di raffreddamento sono riportate nelle *Tablelle 3a e b*.

Tabella 3a

Parametri Caratteristici di Ognuna delle Celle

Parametro	UdM	Valore
Altezza	m	20
Diametro ventilatore	m	9
Portata aria circolante	m ³ /s	560
Efficienza eliminatori gocce	%	0,0005

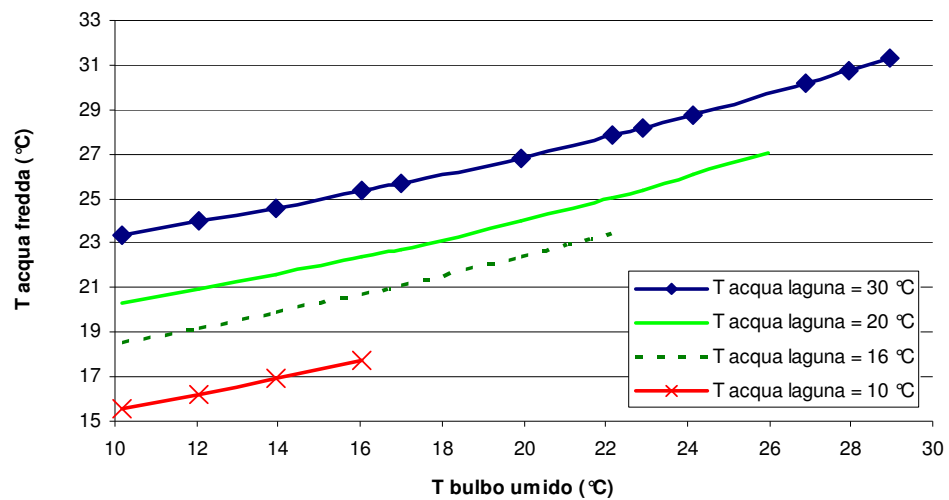
Tabella 3b

Parametri Caratteristici della Torre

Parametro	UdM	Valore
Numero Celle		8 x 2
Diametro equivalente	m	36,0
Portata aria circolante	m ³ /s	8.960
Portata acqua	m ³ /h	47.000
Approach	°C	4
Range	°C	9
Concentrazione cloruri	g/l	20
Dosaggio biocida	ppm	< 1

Figura 3c

Andamento della Temperatura dell'Acqua in Uscita dalla Torre



La concentrazione di cloruri dell'acqua in uscita dalla torre, in considerazione dello scarsissimo fattore di concentrazione, è praticamente la stessa dell'acqua della laguna ed è pertanto compresa tra 15 g/l e 19 g/l, come dai dati rilevati nel periodo estivo da ARPAV nelle stazioni di monitoraggio chimico fisico della Laguna più prossime alla zona Industriale. Cautelativamente viene assunta una concentrazione in cloruri delle acque in uscita di circa 20 g/l, assumendo un tasso di evaporazione pari all'1,3%, corrispondente a circa 600 m³/h. 5%.

Il biocida utilizzato nelle torri, al fine di evitare la proliferazione di alghe e di altri organismi acquatici all'interno dell'impianto di raffreddamento, è biossido di cloro, prodotto in loco tramite reazione tra clorito e acido cloridrico, dosato in concentrazione inferiore a 1 mg/l (si veda la *Tabella 3b*) sul flusso in ingresso a monte delle torri. Il biossido di cloro reagisce istantaneamente e nell'acqua in circolazione nelle torri è ragionevole ipotizzare una concentrazione inferiore a 0,2 ppm. Solitamente la quantità di clorito residua è circa la metà del biossido di cloro dosato. È perciò ipotizzabile che il clorito nell'acqua di torre risulti inferiore a 0,5 ppm.

Nella Centrale di Marghera Levante la concentrazione in entrata è controllata agendo direttamente sul dosaggio di biossido di cloro nell'acqua di raffreddamento.

4 STIMA DEGLI IMPATTI

4.1 CARATTERIZZAZIONE METEO-CLIMATOLOGICA DELL'AREA

L'area della Laguna veneta, come quello di tutta la zona costiera che si estende dalla foce del Po alla laguna di Marano, presenta caratteri climatici molto più vicini a quelli della pianura padana che a quelli tipici di un ambiente mediterraneo. Il clima di queste aree può infatti definirsi un clima di transizione tra il sub-continentale e il mediterraneo propriamente detto, come testimoniato dalla presenza di vegetazione di natura eurosiberiana. In particolare, non si evidenzia il periodo di aridità estiva di quest'ultimo, sebbene il massimo delle precipitazioni si osservi nelle stagioni primaverile ed autunnale. Le precipitazioni autunnali sono associate prevalentemente ai venti di Scirocco.

Per una caratterizzazione di maggior dettaglio dell'area circostante la Centrale di Marghera Levante è possibile far riferimento alle seguenti stazioni:

- Stazione ENEL-Aeronautica Militare di Tessera (Venezia), ubicata presso l'aeroporto Marco Polo, a circa 9 km a NE della Centrale. I dati a disposizione coprono il periodo 1958-1987 per quanto riguarda le misure di eliofanìa e radiazione globale e il periodo 1962-1991 per tutti gli altri parametri;
- Stazione di gestione dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera (Via delle Industrie, 19 – 30175 Porto Marghera (VE)), per la quale sono disponibili le misure dei principali parametri meteorologici per il periodo 1975-2004.

I *Paragrafi* seguenti riportano la descrizione degli andamenti presentati nei periodi specificati dai diversi parametri meteorologici.

4.1.1 *Precipitazioni*

L'andamento pluviometrico della zona di Porto Marghera è riassunta nelle due *Tabelle* seguenti, in cui sono riportate le precipitazioni annuali e stagionali negli anni dal 1975 al 2004 (*Tabella 4.1.1a*) e la loro distribuzione nei 12 mesi relativa allo stesso periodo (*Tabella 4.1.1b*).

Tabella 4.1.1a *Precipitazioni Stagionali e Annuali a Porto Marghera (in mm)*

Anno	DIC-GEN-FEB	MAR-APR-MAG	GIU-LUG-AGO	SET-OTT-NOV	Totale Anno
1975	-	383,0	347,2	211,9	2.007,0
1976	177,9	154,8	258,4	298,8	1.845,2
1977	374,6	368,6	294,3	210,3	2.410,5
1978	321,7	194,3	227,9	184,2	1.863,9
1979	253,7	156,6	196,0	244,2	1.702,8
1980	125,4	159,0	224,8	348,4	1.730,3
1981	100,6	208,8	379,4	309,1	2.038,7
1982	174,7	104,1	296,1	407,4	1.893,3
1983	107,8	269,4	189,6	66,7	1.312,4
1984	235,1	289,1	232,5	287,1	2.042,7
1985	139,4	229,0	141,8	178,4	1.362,8
1986	263,3	174,3	175,3	142,1	1.513,3
1987	362,7	179,3	175,6	264,8	1.939,8
1988	142,2	280,6	231,9	130,2	1.575,6
1989	60,6	170,2	448,6	138,2	1.613,0
1990	38,3	243,6	186,3	343,2	1.647,2
1991	100,5	237,4	192,4	230,7	1.491,5
1992	37,2	96,9	218,8	265,8	1.353,6
1993	129,5	94,1	171,6	261,9	1.223,1
1994	144,7	162,7	159,5	238,7	1.396,6
1995	128,8	294,1	345,5	148,8	1.961,2
1996	276,3	253,1	197,6	267,0	2.017,9
1997	257,3	97,7	193,3	203,6	1.421,7
1998	128,4	184,2	163,4	302,4	1.482,6
1999	66,8	165,0	268,4	305,2	1.663,8
2000	75,6	175,6	147,6	377,2	1.538,6
2001	146,0	252,0	153,2	164,0	1.378,4
2002	79,4	221,8	434,6	299,6	2.130,0
2003	105,6	109,8	78,2	189,4	964,6
2004	289,4	223,2	152,8	241,0	1.815,4
Min	37,2	94,1	78,2	66,7	964,6
Max	374,6	383,0	448,6	407,4	2.410,5
Media	167,0	204,4	229,4	242,0	1.677,9

Tabella 4.1.1b *Distribuzione Mensile della Pioggia a Porto Marghera (in mm)*

Mese	Periodo 1975-2004		
	Media	Minima	Massima
Gennaio	51,4	0,0	158,3
Febbraio	46,9	2,9	234,2
Marzo	53,7	0,6	134,4
Aprile	69,5	10,2	180,9
Maggio	81,2	3,3	190,6
Giugno	85,5	14,9	199,0
Luglio	68,1	2,2	165,6
Agosto	75,8	18,2	177,0
Settembre	67,9	7,7	197,0
Ottobre	97,5	9,4	264,7
Novembre	76,6	0,9	228,7
Dicembre	66,5	2,2	170,9

Come si osserva, l'area è caratterizzata da una piovosità media annuale piuttosto elevata, che supera i 1.600 mm. Le precipitazioni, sebbene abbastanza ben distribuite nel corso dell'anno, presentano i valori massimi nei mesi autunnali. In particolare, il mese più piovoso risulta quello di ottobre (piovosità media nel periodo considerato pari a 97 mm).

4.1.2 *Temperatura*

Le *Tabelle* seguenti riportano i dati di temperatura rispettivamente stagionali, annuali e mensili relativi alle misure effettuate presso la stazione di rilevamento dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera nel periodo 1975-2004.

Tabella 4.1.2a *Temperatura Media Stagionale e Annuale a Porto Marghera (in °C)*

Anno	DIC-GEN-FEB	MAR-APR-MAG	GIU-LUG-AGO	SET-OTT-NOV	Media Anno
1975	-	13,9	21,4	14,0	14,3
1976	5,7	13,6	24,0	15,4	14,7
1977	6,8	12,3	21,4	15,0	13,6
1978	2,2	9,7	21,5	12,2	11,5
1979	2,9	12,1	21,2	12,4	12,2
1980	4,7	10,7	21,3	12,9	12,2
1981	2,0	11,7	21,6	12,1	11,9
1982	2,3	11,6	21,9	13,5	12,5
1983	2,7	12,3	24,0	13,6	13,2
1984	4,9	10,4	21,6	15,0	13,0
1985	3,4	13,4	24,6	14,4	13,8
1986	3,1	13,6	23,8	14,9	13,7
1987	2,6	11,3	22,1	15,5	13,0
1988	6,3	13,9	24,8	15,4	15,0
1989	3,6	15,3	23,9	13,8	14,1
1990	2,7	15,1	22,2	13,8	13,5
1991	3,5	11,9	22,3	13,9	12,9
1992	4,0	12,5	22,3	13,3	13,1
1993	3,9	12,9	22,5	13,4	13,2
1994	5,1	13,2	23,5	14,1	14,0
1995	4,7	11,8	21,8	13,3	12,9
1996	4,1	11,8	21,2	12,7	12,4
1997	4,6	12,4	21,2	13,9	13,1
1998	5,4	12,2	22,8	12,9	13,2
1999	3,4	13,5	22,3	14,8	13,6
2000	3,6	14,0	23,0	15,6	14,3
2001	6,9	14,4	23,4	14,4	14,5
2002	4,0	13,9	23,8	15,4	14,5
2003	4,8	14,0	26,3	14,1	14,7
2004	4,2	12,4	23,0	15,1	13,7
Min	2,0	9,7	21,2	12,1	11,5
Max	6,9	15,3	26,3	15,6	15,0
Media	4,1	12,7	22,7	14,0	13,4

Tabella 4.1.2b

Distribuzione Mensile della Temperatura a Porto Marghera (in °C)

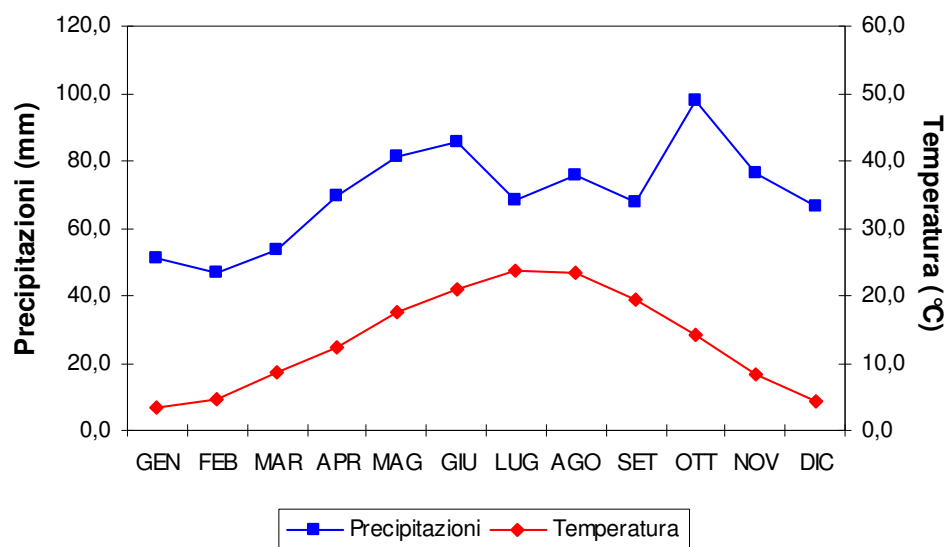
Mese	Media	Periodo 1975-2004	
		Minima	Massima
Gennaio	3,4	0,2	6,7
Febbraio	4,6	0,2	7,6
Marzo	8,5	4,9	12,4
Aprile	12,2	9,0	14,5
Maggio	17,5	12,6	20,9
Giugno	21,1	17,2	25,8
Luglio	23,6	21,1	27,7
Agosto	23,4	18,7	27,4
Settembre	19,3	15,9	23,0
Ottobre	14,3	12,3	17,3
Novembre	8,5	5,4	12,0
Dicembre	4,5	1,9	7,2

La temperatura media annua del periodo si assesta intorno ai 13,4 °C. L'escursione termica annua è piuttosto consistente, pari a circa 20 °C, differenza tra la temperatura media del mese di luglio (23,6 °C) e quella del mese di gennaio (3,4 °C), che si presenta come il mese più freddo dell'anno.

La Figura 4.1.2a mostra il diagramma ombrotermico di Bagnouls-Gausson calcolato sulla base dei valori medi mensili di precipitazione e temperatura media relativi al periodo 1975-2004. Il diagramma, tracciato sulla base dell'andamento annuale dei valori medi delle precipitazioni e delle temperature, fornisce delle indicazioni sui periodi dell'anno potenzialmente interessati da surplus o da deficit idrico.

Figura 4.1.2a

Diagramma di Bagnouls-Gausson di Porto Marghera



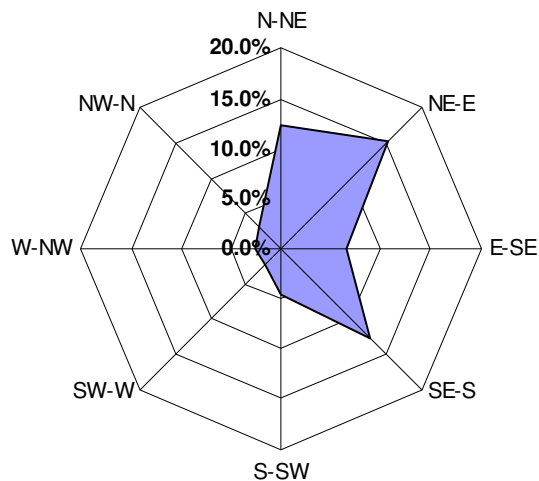
Il diagramma ottenuto conferma quanto già precisato in precedenza, ossia che l'area in esame si scosta dal tipico clima mediterraneo, mentre presenta tratti

più simili a quelli del clima padano. Infatti, sebbene si abbia una riduzione delle precipitazioni nel periodo estivo, manca un vero e proprio periodo di aridità e, come già sottolineato nel § 4.1.1 le precipitazioni sono distribuite abbastanza uniformemente nel corso dell'anno.

4.1.3 *Regime Anemologico*

Per la caratterizzazione anemologica del sito in esame, sono stati analizzati i dati registrati nel periodo 1962-1991 presso la stazione dell'AM di Venezia Tessera. In *Figura 4.1.3a* è mostrata la rosa dei venti relativa alla stazione AM di Venezia Tessera.

Figura 4.1.3a Rosa dei Venti della Stazione di Venezia Tessera



Come si osserva dalla *Figura*, si ha una netta prevalenza dei venti da Nord, Nord-Est (elevata frequenza di venti di Bora) ed Est e dei venti da S-SE, direzione di provenienza dello Scirocco. L'analisi delle calme di vento (venti con intensità inferiori a 1 m/s) rivela che esse sono molto abbondanti nella zona, costituendo il 41% delle occorrenze totali.

In termini di velocità, i venti prevalenti sono quelli con intensità comprese tra 0,5 e 2,6 m/s e tra 2,6 e 3,6 m/s, con frequenze rispettivamente del 23% e del 19%.

4.1.4 *Stabilità Atmosferica*

Nello studio della dispersione in atmosfera del particolato nello specifico e delle sostanze inquinanti in generale, riveste una considerevole importanza l'analisi dei dati relativi alla stabilità atmosferica ed alle inversioni termiche.

La stabilità atmosferica è di norma definita attraverso il gradiente termico verticale esistente, ossia attraverso le variazioni della temperatura dell'aria con la quota: da essa dipendono le modalità con le quali si verifica la dispersione nello strato limite atmosferico.

In genere, questo parametro atmosferico viene descritto attraverso le cosiddette *classi di stabilità di Pasquill-Gifford*. Esse comprendono tre classi (A, B e C) per l'atmosfera instabile, una classe (D) per l'atmosfera neutra e due classi (E ed F) per l'atmosfera stabile. La classificazione, dipendente dalla velocità del vento, dalla radiazione solare per il giorno e dalla limpidezza del cielo per la notte, è riportata in *Tabella 4.1.4a*.

Tabella 4.1.4a *Classi di Stabilità di Pasquill-Gifford*

Categoria A	<ul style="list-style-type: none"> • situazione estremamente instabile; • turbolenza termodinamica molto forte; • shear del vento molto debole.
Categoria B	<ul style="list-style-type: none"> • situazione moderatamente instabile; • turbolenza termodinamica media; • shear del vento moderato;
Categoria C	<ul style="list-style-type: none"> • situazione debolmente instabile; • turbolenza molto debole; • shear del vento moderato-forte.
Categoria D	<ul style="list-style-type: none"> • situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica); • turbolenza termodinamica molto debole; • shear del vento forte.
Categoria E	<ul style="list-style-type: none"> • situazione debolmente instabile; • turbolenza termodinamica molto debole; • shear del vento forte.
Categoria F + G	<ul style="list-style-type: none"> • situazione stabile o molto stabile; • turbolenza termodinamica assente; • shear del vento molto forte.

Per quanto riguarda la stabilità atmosferica, si è fatto riferimento ai dati provenienti dalla stazione AM di Venezia Tessera.

Dall'esame dei dati risulta che le classi di stabilità diurne più frequenti sono la D (34,9%), corrispondente a circa il 60% delle classi diurne (incluso tra queste le classi A, B, C e D); mentre tra le classi notturne la classe nettamente prevalente è la F+G con frequenza del 30%.

La *Tabella 4.1.4b* mostra la distribuzione stagionale delle frequenze di accadimento di ciascuna classe di stabilità nel periodo 1962-1991.

Tabella 4.1.4b *Distribuzione di Frequenza Stagionale delle Classi di Stabilità (%)*

Stagioni	A	B	C	D	E	F+G	Nebbia	Totale
Inverno (DIC-GEN-FEB)	0,03	9,72	4,26	112,92	10,48	80,20	35,58	253
Primavera (MAR-APR-MAG)	8,11	28,99	16,72	108,24	19,89	68,21	6,34	257
Estate (GIU-LUG-AGO)	17,47	48,42	17,68	61,82	22,81	74,62	0,54	243
Autunno (SET-OTT-NOV)	2,48	23,76	9,79	88,33	13,26	94,76	14,54	247
Totale	28	111	48	371	66	318	57	1000

Le classi instabili (A e B) sono, com'era facile prevedere, legate prevalentemente ai mesi più caldi, soprattutto per ciò che concerne la classe A. La classe C presenta le frequenze maggiori durante la primavera e l'estate. La classe D, a parte la riduzione nei mesi estivi, manifesta un'occorrenza piuttosto uniforme durante tutto il corso dell'anno, così come le classi più stabili, in particolare la classe F+G.

Per quanto riguarda le nebbie, fenomeno inquadrato in una classe a sé stante, sono ovviamente molto poco frequenti durante i mesi caldi (sono quasi del tutto assenti in estate), mentre presentano delle frequenze piuttosto elevate in inverno, stagione in cui raggiungono il 4% delle occorrenze totali.

4.1.5 *Regime Igrometrico*

In *Tabella 4.1.5a* sono riportati i dati di umidità media mensile ed annuale registrati nel periodo 1976-2004 presso la stazione dell'Ente Zona Industriale. Per una descrizione maggiormente esaustiva, nella successiva *Tabella 4.1.5b* è presentata la distribuzione di frequenza congiunta dei valori di temperatura e umidità relativa, ricavata dalle misure effettuate presso la stazione AM di Tessera.

Tabella 4.1.5a

Umidità Relativa (%) Stagionale e Annuale a Porto Marghera

Anno	DIC-GEN-FEB	MAR-APR-MAG	GIU-LUG-AGO	SET-OTT-NOV	Media Anno
1976	-	66	72	85	77
1977	91	84	74	89	84
1978	90	86	81	83	85
1979	84	78	82	88	84
1980	89	85	80	86	85
1981	80	85	81	86	83
1982	90	86	89	92	89
1983	91	90	83	87	87
1984	90	89	80	86	86
1985	83	79	71	81	79
1986	87	84	78	84	83
1987	89	84	86	93	88
1988	93	91	82	86	88
1989	90	81	78	84	83
1990	86	79	77	87	82
1991	81	79	74	83	79
1992	87	85	88	87	87
1993	88	92	77	89	87
1994	90	84	75	86	84
1995	85	79	79	84	82
1996	86	80	78	88	83
1997	87	76	80	83	82
1998	86	81	78	82	81
1999	82	82	77	84	81
2000	84	80	75	86	82
2001	85	81	75	84	80
2002	83	78	79	86	82
2003	85	80	80	86	82
2004	89	78	74	80	80
Min	80	66	71	80	77
Max	93	92	89	93	89
Media	87	82	79	86	83

Tabella 4.1.5b

Distribuzione di Frequenza Congiunta Annuale di Temperatura e Umidità Relativa Rilevate nella Stazione AM di Venezia Tessera (1962-1991)

Temperatura (°C)	Umidità relativa (%)							Totale
	0-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	
-14,9 - -10	0	0,02	0,04	0,02	0,06	0,07	0,09	0,31
-9,9 - -5	0,01	0,06	0,33	0,54	0,83	0,99	1,37	4,13
-4,9 - 0	0,21	0,65	1,99	4,12	8	15,58	23,51	54,06
0,1- 5	1,5	3,12	7,01	13,3	24,1	44,5	58,68	152,2
5,1- 10	2,88	5,75	11,52	17,81	28,01	55,2	66,77	187,94
10,1- 15	3,19	6,47	12,64	19,61	30,07	58,71	47,91	178,59
15,1- 20	3,22	8,26	14,73	23,79	36,7	72,23	35,04	193,97
20,1- 25	4,17	11,73	24,84	35,96	36,91	33,04	11,35	158
25,1- 30	3,4	10,75	19,53	18,67	9,87	3,17	0,51	65,89
30,1- 35	0,58	1,64	1,66	0,76	0,2	0,01	0,01	4,86
35,1-40	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02
40,1- 45	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01

Totale	19.2	48.44	94.29	134.57	174.74	283.51	245.24	1000
--------	------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	------

A conferma di quanto detto in precedenza, dai dati su riportati emerge come l'umidità relativa media si mantenga sempre piuttosto elevata, con valori che nel periodo di riferimento non scendono mai al di sotto del 71% e con un valore medio relativo all'intero periodo pari all'83%. Inoltre, sebbene, com'era ovvio aspettarsi, i valori più elevati si osservino nella stagione invernale, l'umidità relativa risulta distribuita in maniera piuttosto uniforme nel corso dell'anno. I dati riportati in *Tabella 4.1.5b* confermano tale conclusione. Infatti, è possibile osservare che le situazioni più frequenti sono quelle con temperature comprese tra 5 °C e 20 °C e con umidità superiore al 60%, mentre piuttosto rare sono le condizioni di umidità inferiore al 40% (circa il 19%).

4.2

PREVISIONE DELLE DEPOSIZIONI SALINE E STIMA DEGLI IMPATTI

La stima degli impatti connessi all'esercizio della torre di raffreddamento della Centrale di Marghera Levante è effettuata calcolando le deposizioni secche al suolo derivanti dal drift generato dalle torri stesse durante il periodo primaverile-estivo, e confrontandolo con i valori di deposizione ammissibili per le colture. La scelta di concentrare l'attenzione solo sui periodi più caldi dell'anno è, come descritto nel *Capitolo* introduttivo, giustificata dal fatto che si prevede l'esercizio della torre solo in tali periodi, mentre nei periodi più freddi dell'anno, data la più bassa temperatura ambientale, non sarà necessario intervenire sulle acque di scarico per ridurne il contenuto termico.

Se il valore di deposizione calcolato risulta inferiore al valore ammissibile per le colture, si può ragionevolmente escludere un impatto significativo, anche in considerazione del fatto che l'intorno della centrale è costituito da capannoni industriali e terreno incolto.

Nei *Paragrafi* seguenti sono descritti in dettaglio il modello di calcolo utilizzato e le ipotesi seguite.

4.2.1

Il Modello di Calcolo

Le simulazioni sono state eseguite attraverso l'utilizzo del codice di calcolo *ISC3 – Industrial Source Complex Dispersion Models*, modello raccomandato dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (EPA, 1987), utilizzato per simulazioni basate su dati meteorologici statistici. Il codice *ISC3*, che presenta la struttura generale dei modelli di tipo gaussiano, consente di calcolare le concentrazioni e la deposizione degli inquinanti emessi da una o più sorgenti, sia di tipo puntiforme sia di tipo areale (una generica sorgente areale viene simulata come l'unione di più sorgenti areali circolari) sia di tipo volumetrico (lineare) e "open pit".

Nel modello sono comprese le seguenti modalità di calcolo:

- *Short Term*, effettua il calcolo sul breve periodo. L'input meteorologico è rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione e intensità del vento;
- *Climatologica (Long Term)*, produce una stima mediata su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche durante l'anno.

Il codice di calcolo *ISC3* richiede come dati di input essenzialmente:

- dati meteorologici (stabilità atmosferica, velocità e direzione del vento, caratteristiche diffusive e categorie di Pasquill);
- dati per le sorgenti (le caratteristiche geometriche delle singole sorgenti, l'entità delle emissioni, la temperatura e la velocità di emissione).

Gli output del codice *ISC3* consistono in matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse.

La struttura matematica e le assunzioni sulle frequenze di accadimento dei dati meteo (riferiti a valori mediati su 1 ora), utilizzati da tutti i modelli gaussiani, fanno sì che i risultati che si ottengono dall'applicazione di tale tipo di modelli rappresentino sempre valori medi orari di concentrazione, valutati sia su breve periodo (modelli *short-term*) sia su base annua (modelli *climatologici*).

4.2.1.1 *Considerazioni sulla Deposizione Secca*

Per quanto riguarda la deposizione secca, essa si configura come quel processo per il quale le particelle sono portate a contatto con la superficie del suolo attraverso processi combinati di diffusione e di sedimentazione. Una volta giunte vicino alla superficie, esse possono essere rimosse dall'atmosfera e depositarsi al suolo. Tale rimozione è modellata in termini di *velocità di deposizione*, calcolata attraverso un metodo cosiddetto "a resistenza", il cui approccio generale consiste nella parametrizzazione del moto browniano, dell'impatto inerziale e della sedimentazione.

Viene fatta l'assunzione che la deposizione (intesa come massa per unità di superficie e unità di tempo) delle particelle sulla superficie sia data dal prodotto della velocità di deposizione e della concentrazione atmosferica immediatamente al di sopra della superficie considerata.

Le caratteristiche della deposizione sono strettamente legate alle dimensioni e alla densità delle particelle emesse; di conseguenza, queste sono informazioni richieste in input dal codice. Recenti studi (Schwede, Donna B., Paumier, James O., 1997. *Sensitivity of the Industrial Source Complex model to input deposition parameters*. Journal of Applied Meteorology, 36, 1096-1106) hanno

esaminato la sensitività dei massimi simulati ai cambiamenti dei parametri di input, tra i quali la distribuzione dei diametri delle particelle e l'applicazione dei fattori di rimozione. I risultati hanno evidenziato che i valori di deposizione sono molto più sensibili di quelli di concentrazione ai cambiamenti di tali parametri. In particolare, in relazione alla distribuzione dei diametri delle particelle, è possibile affermare che i cambiamenti incidono al più per un 25% sui valori di deposizione simulati. Per quanto concerne i coefficienti di rimozione, i valori di deposizione calcolati nel caso di applicazione di tali coefficienti sono fino al 40% più bassi di quelli stimati in assenza di tale correzione.

4.2.2 *Condizioni di Simulazione*

4.2.2.1 *Dati Meteorologici e Dominio di Calcolo*

Le simulazioni sono state effettuate usando i dati meteorologici della stazione AM di Venezia Tessera relativi al periodo 1962-1991 in quanto è la sola ad effettuare il rilevamento di tutte le variabili meteorologiche necessarie per effettuare le simulazioni

Come osservato nel § 4.1.3, in tale stazione sono frequenti le situazioni di calma di vento (vento inferiore a 1 m/s). La stima delle concentrazioni al suolo e, conseguentemente delle deposizioni, in situazioni di quest'ultimo tipo è ottenuta dal codice di calcolo rappresentando le calme di vento mediante venti deboli di direzione variabile. Nel caso specifico, si è adottato un approccio in base al quale le calme sono state simulate come venti deboli (1 m/s) distribuiti sulle 16 direzioni in maniera proporzionale ai venti rientranti nella classe di velocità immediatamente successiva.

Per l'applicazione in oggetto si è utilizzato un sistema di riferimento di tipo cartesiano centrato sulla Centrale. Il dominio di calcolo è stato suddiviso in tre aree, l'una contenuta nell'altra, a diversa risoluzione spaziale.

La prima, che rappresenta il dominio generale, è costituita da un quadrato di 3 km di lato, con un passo di griglia di 100 m. Tale dimensionamento consente di rappresentare adeguatamente la distribuzione delle ricadute al suolo degli inquinanti nel caso in esame, come si evince dal fatto che ben entro il limite dell'area scelta le deposizioni stimate cominciano a decrescere.

Le altre aree, costituite da due quadrati rispettivamente di 1,5 e 0,75 km di lato centrati sulla Centrale, si configurano come un infittimento del primo dominio di calcolo nella zona più prossima alla Centrale. La risoluzione spaziale utilizzata è pari a 50 m x 50 m nel primo caso e a 25 m x 25 m nel secondo. L'infittimento ha lo scopo di consentire di individuare, nella zona più prossima alla Centrale, che è quella nella quale ricadono le gocce di diametro maggiore, eventuali picchi di deposizione non evidenziati dalla

griglia di recettori a più bassa risoluzione, che tuttavia copre un'area più vasta.

4.2.2.2 *Gli Altri Dati di Input al Modello*

Oltre ai dati emissivi di cui al successivo *Paragrafo*, per il calcolo delle deposizioni, il codice ISC3 richiede, rispetto al caso della stima delle concentrazioni, l'immissione di parametri meteorologici e ambientali aggiuntivi, quali:

- la *lunghezza di Monin-Obukhov*, parametro che fornisce una misura della quota alla quale la produzione di turbolenza ad opera delle forze meccaniche e quella ad opera delle forze termiche di galleggiamento si equivalgono;
- la *friction velocity*, data dal rapporto tra gli sforzi di Reynolds e la densità del mezzo e utilizzata per caratterizzare la turbolenza del flusso a livello locale;
- la *rugosità*.

Per la lunghezza di Monin-Obukhov, si è fatto riferimento al modello proposto dal Sykes e Lewellen (Sykes R. I. and Lewellen W. S., 1992. *Review of potential models for UF6 dispersion*. Martin Marietta Energy Systems, Inc., K/GDP/SAR-19 (U)), il quale stabilisce dei valori medi di tale grandezza per ogni classe di stabilità di Pasquill-Gifford, secondo quanto riportato nella *Tabella* seguente:

Tabella 4.2.2.2a *Lunghezza di Monin-Obukhov in Funzione della Classe di Stabilità (Sykes e Lewellen, 1992)*

Classe di Stabilità	Lunghezza di Monin-Obukhov (m)
A	-5
B	-12.5
C	-50
D	-1000
E	25
F	13

A partire da tali valori, si è poi determinata la *friction velocity* per ogni classe di stabilità e di velocità del vento, in base alle formule seguenti:

$$u_* = \frac{ku_r}{\ln(z_r / z_0) - \eta} \quad (4.2.2.2a)$$

dove:

z_r e z_0 sono rispettivamente l'altezza alla quale è effettuata la misura e la rugosità,

$$\eta = -4.7 \frac{z_r}{L} \quad \text{caso stabile,}$$

$$\eta = 0 \quad \text{caso neutro,}$$

$$\eta = 2 \ln\left(\frac{1+\beta}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+\beta^2}{2}\right) - 2 \tan^{-1} \beta + \frac{\pi}{2} \quad \text{caso instabile,}$$

$$\beta = \left(1 + 15 \frac{z_r}{L}\right)^{1/4},$$

$k = 0,4$ è la costante di von Karman.

Sulla base di quanto precisato, si sono ottenuti i risultati riportati in *Tabella 4.2.2.2b*.

Tabella 4.2.2.2b Valori di Friction Velocity per Classe di Stabilità e Velocità del Vento

Classe di Stabilità	1 m/s	2,6 m/s	4,1 m/s	6,7 m/s	9,8 m/s	12,6 m/s
A	-0,0564	-0,1465	-0,2311	-0,3776	-0,5523	-0,7101
B	-0,2745	-0,7136	-1,1253	-1,8389	-2,6897	-3,4582
C	0,2936	0,7633	1,2036	1,9668	2,8769	3,6989
D	0,1737	0,4517	0,7122	1,1639	1,7024	2,1888
E	0,2461	0,6398	1,0089	1,6488	2,4116	3,1007
F	0,2972	0,7727	1,2185	1,9912	2,9124	3,7446

Per l'altezza L dello strato di miscelamento si è imposto un valore costante di 10.000 m.

Il codice *ISC3*, come la maggior parte dei modelli di calcolo per la dispersione degli inquinanti, prevede, inoltre, la possibilità di utilizzare due diverse tipologie di algoritmi a seconda del territorio in esame (condizioni *urban* o *rural*). Nel caso delle simulazioni effettuate, date le caratteristiche industriali del territorio nel quale è inserito il sito, è stata utilizzata l'opzione *urban*.

Considerata inoltre la totale assenza di orografia, le simulazioni sono state condotte utilizzando l'opzione di terreno piatto.

4.2.2.3 Caratteristiche delle Sorgenti Emissive e Valutazione delle Ricadute

La determinazione delle deposizioni saline derivanti dall'esercizio della torre di raffreddamento della Centrale è avvenuta simulando le 16 celle componenti la torre attraverso quattro sorgenti puntiformi equivalenti, centrate su ognuno dei gruppi di 4 celle considerati. Tale scelta è scaturita dall'esigenza di rendere la simulazione quanto più possibile aderente al caso reale. A tale proposito, infatti, occorre trovare una soluzione adeguata che si collocasse tra quelle estreme rappresentate dai due casi seguenti:

- un'unica sorgente puntiforme;

- 16 sorgenti puntiformi.

Ognuna delle soluzioni su indicate presenta considerevoli svantaggi, che impediscono una idonea rappresentazione della situazione reale. La prima, infatti, farebbe completamente perdere la geometria della sorgente, che nel caso specifico si presenta allungata in senso EO e che verrebbe ad essere simulata attraverso un unico camino di 36 m di diametro. Nel secondo caso, invece, verrebbe notevolmente sottostimato l'effetto di galleggiamento del pennacchio emesso, in quanto sarebbe completamente trascurata l'interazione tra i singoli pennacchi, che si realizza in virtù della vicinanza reciproca delle singole celle componenti la torre.

Per tutte le considerazioni riportate in precedenza, è stata adottata la soluzione di scomporre la torre in 4 sorgenti puntiformi uguali, che consentono, tra l'altro, di conservare l'allineamento reale delle sorgenti.

Facendo riferimento ai parametri della torre descritti nelle *Tabelle 3a e b*, le quattro sorgenti simulate presentano i parametri emissivi indicati in *Tabella 4.2.2.3a*.

Tabella 4.2.2.3a *Caratteristiche Emissive di Ognuna delle Sorgenti Simulate*

Parametro	UdM	Valore
Numero Celle		4
Diametro equivalente	m	18,0
Portata aria circolante	m ³ /h	2.240
Velocità aria in uscita	m/s	8,8
Drift	g/s	16,3

Per effettuare la stima delle deposizioni, come precisato in precedenza, è stato inoltre necessario caratterizzare le particelle emesse dalla sorgente in termini di:

- *distribuzione dei diametri;*
- *densità.*

Nel caso in esame, si è fatto riferimento a dati di letteratura, che forniscono la distribuzione dei diametri delle particelle emesse da una tipica torre di raffreddamento. Tale distribuzione è riportata in *Tabella 4.2.2.3b*.

Tabella 4.2.2.3b *Distribuzione Tipica di Diametri di Gocce Trascinate dalle Torri di Raffreddamento*

Diametro gocce μm	% in massa	Diametro gocce μm	% in massa	Diametro gocce μm	% in massa	Diametro gocce μm	% in massa
10-30	13,8	150-180	3,8	400-450	0,7	1000-1100	0,6
30-50	28,8	180-210	3,0	450-500	0,6	1100-1200	0,4
50-70	13,4	210-240	2,3	500-600	1,0	1200-1300	0,1
70-90	8,9	240-270	1,7	600-700	1,0	1300-1400	0,1
90-110	6,2	270-300	1,3	700-800	0,9		
110-130	4,2	300-350	1,4	800-900	0,8		
130-150	3,4	350-400	0,9	900-1000	0,7		

Fonte: Environmental System Corporation, Cooling Tower Drift Dye Trace Experiment PPSP-CPCTP 1977

Per quanto riguarda la densità, poiché nel caso in esame l'emissione è costituita dalle gocce di acqua del drift della torre, si è utilizzata la densità di 1 g/cm³.

La valutazione degli impatti indotti dalla torre in termini di deposizioni al suolo è avvenuta considerando medie primaverili ed estive (versione *long term* del modello).

Per la realizzazione della stima è stato necessario eseguire alcune assunzioni sulla meteorologia e sul funzionamento della torre.

Si ricorda infatti che la distribuzione delle deposizioni è fortemente influenzata dalla temperatura dell'aria in uscita dai camini della torre, a sua volta dipendente dalle condizioni meteorologiche. Non disponendo dei valori di temperatura di uscita giornalieri è quindi necessario eseguire ipotesi di calcolo in grado di descrivere adeguatamente il fenomeno.

In particolare si è reso necessario stimare le temperature medie dell'aria in uscita dalle torri per le due stagioni considerate.

Per far ciò sono stati utilizzati i calcoli di prestazione della torre eseguiti nei due scenari di temperatura della laguna, rispettivamente di 16 e 30 °C, cui sono associate diverse temperature dell'aria ambiente.

Sono state simulate quindi due condizioni stagionali denominate convenzionalmente primaverile ed estiva (con temperatura dell'acqua di laguna rispettivamente di 16 e 30 °C).

Le temperature dell'aria in uscita dalla torre nelle stagioni convenzionali sopra considerate è stata assunta come media delle temperature utilizzate nei

calcoli di prestazione della torre in ciascuno degli scenari valutati (16 e 30 °C di temperatura dell'acqua di laguna).

La temperatura dell'aria ambiente negli scenari considerati è stata assunta come funzione della classe di stabilità, attribuendo alle classi più instabili i valori più alti fra quelli esaminati per il calcolo delle prestazioni della torre.

Si sono così ottenuti gli scenari riportati in *Tabella 4.2.2.3c*.

Tabella 4.2.2.3c *Temperature Ambientale e della Sorgente in Funzione della Classe di Stabilità e del Periodo*

Periodo	T Sorgente (K)	Temperatura Ambiente (K)					
		A	B	C	D	E	F
Estate	301,5	305,7	302,3	301,3	301,3	299,6	297,8
Primavera	294,8	293,2	293,2	290,2	290,2	287,2	287,2

La deposizione totale è stata calcolata sommando i risultati ottenuti nelle simulazioni delle deposizioni stagionali.

Per quanto riguarda la concentrazione salina, cautelativamente si è considerato un valore di circa 30 g/l, calcolato assumendo un tasso di vaporazione del 1,3%, di cui circa 20 g/l costituiti da cloruro di sodio.

A completamento dello studio, allo scopo di valutare la correttezza delle impostazioni di simulazione e l'influenza di determinati parametri, è stata effettuata una simulazione in cui sono state imposte diverse condizioni riguardo all'influenza indotta dall'edificio ospitante le celle della torre.

Il codice di calcolo ISC3 consente di tener conto dell'effetto indotto sulle concentrazioni e sulle deposizioni da edifici bassi e larghi, quale è il caso della struttura della torre di raffreddamento in oggetto. Per far ciò, nella versione *long term* del modello, è necessario specificare per 16 direzioni di provenienza del vento, a partire da Nord, la presenza o meno del fenomeno.

Nell'analisi effettuata, per la sola situazione di simulazione estiva, in un primo caso (Caso A) è stato considerato che l'effetto edificio agisca in condizioni di vento proveniente da qualsiasi settore. In un secondo caso (Caso B), l'effetto edificio è stato trascurato in corrispondenza delle due direzioni più prossime a quella secondo cui risulta allineata la torre (circa EO).

4.2.3 *Risultati e Commenti*

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate.

Da quanto ottenuto, non risultano delle influenze significative né nei valori di deposizione calcolati (si ha lo stesso massimo di deposizione, circa 270

g/m²trimestre) né nella loro distribuzione spaziale: si nota infatti soltanto un leggero allungamento verso Nord-Ovest delle linee di isodeposizione nel caso in cui l'effetto edificio venga trascurato (Caso B).

La *Tabella 4.2.3a* mostra le stime dei valori di deposizione primaverile ed estiva.

Tabella 4.2.3a *Deposizione Stagionale Maggio Settembre di Cloruro di Sodio*

Periodo	Deposizione Massima (g/m ²)	Distanza dalla Torre (m)
Primavera	201,5	56
Estate	270,5	50

Facendo riferimento ai valori limite riportati nel § 2.2.1 a proposito dei diversi valori di concentrazione di sale nelle acque applicati alla coltura del mais, si può notare che questi possono venire superati solamente a distanze inferiori a quelle indicate nella seguente *Tabella*.

Tabella 4.2.3b *Distanze Massime dalla Torre entro cui Sono Osservate Diverse Deposizioni Totali di Cloruro di Sodio*

Soglia di Concentrazione di Cloruri nelle acque di irrigazione (mg/l)	Deposizione Annuale di Cloruro di Sodio (*) (g/m ² *anno)	Distanza Massima dalla Torre (m)
100	82	80
140	115	56
250	205	56
500	410	50

(*) Valore calcolato ipotizzando una irrigazione di 500 l/m²

Come si nota, anche facendo riferimento al più basso dei limiti su indicati, le deposizioni maggiori si hanno entro un raggio di circa 80 m dalla torre e che le deposizioni più critiche ricadono prevalentemente all'interno del perimetro di Centrale.

Sulla base di quanto emerso dalle stime ottenute, è possibile concludere che l'impatto indotto dalla torre di raffreddamento in termini di deposizione salina al suolo non è rilevante, soprattutto considerando la natura esclusivamente industriale dell'area in cui è collocata la Centrale e, quindi, l'assenza di ricettori vegetali, potenzialmente sensibili al fenomeno delle deposizioni.

Per quanto concerne l'impatto determinato dalla presenza del biossido di cloro utilizzato come biocida nel sistema di raffreddamento, il sistema assicurerà una concentrazione massima residua allo scarico uscita di 0,2 ppm di biocida.

A tal proposito si sottolinea che il biossido di cloro è il migliore biocida dal punto di vista ambientale applicabile a impianti industriali. E' infatti l'unico ammesso negli scarichi idrici della laguna di Venezia.

Considerati quindi i ridotti quantitativi di biossido di cloro presenti nelle acque di raffreddamento, non si prevedono impatti dovuti al suo scarico nella laguna.