



COMUNE di TARANTO

(Provincia di Taranto)

COPERTURA DEI PARCHI MATERIE PRIME
DELLO STABILIMENTO DI TARANTO

TAVOLA

RTV

COMMITTENTE:



Stabilimento di
TARANTO

Società soggetta all'attività di Direzione e
Coordinamento di RIVA FIRE S.p.A.

Scala:

Data:

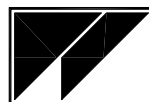
Febbraio 2014

UBICAZIONE:

S.S. APPIA Km. 648 - Taranto

PROGETTISTA:

Arch. Angelo Nuzzo
via XX Settembre, 48 - Grottaglie (TA)
tel/fax 099.5610476
mail: angelo.nuzzo@archiworldpec.it



PAUL WURTH

PAUL WURTH ITALIA S.p.A.

COLLABORAZIONE:

Arch. Giampiero Portulano

OGGETTO: COPERTURA PARCO FOSSILE

RELAZIONE TECNICA SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE



1	PREMESSA	3
2	TEORIA DELLA VENTILAZIONE NATURALE	3
2.1	ANALOGIA CON I LIQUIDI.....	3
2.2	ARIA CALDA	4
2.3	CALCOLO DELLA VELOCITÀ DI EFFLUSSO.....	6
2.4	VOLUME DI ARIA DA ESTRARRE.....	8
2.5	CARICO TERMICO.....	9
2.6	CARICO TERMICO SPECIFICO E RICAMBI D'ARIA.....	9
2.7	CASI LIMITE	10
2.8	INFLUENZA DEL VENTO SULLE CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO.....	10
2.9	SUPERFICI PER L'INGRESSO DELL'ARIA DI REINTEGRO	11
2.10	REGOLAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA.....	11
3	COPERTURA PARCHI: STUDIO DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE.....	12
3.1	PREMESSA	12
3.2	VALUTAZIONE DEI CARICHI TERMICI.....	13
3.2.1	<i>Parco Fossile</i>	14
3.2.2	<i>DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE</i>	16
3.3	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITA' DEL CARBONE FOSSILE	20
3.4	CONCLUSIONI.....	21
4	DOCUMENTI.....	23

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è lo studio del sistema di ventilazione naturale per la copertura del **Parco Fossile** presso lo stabilimento ILVA di Taranto.

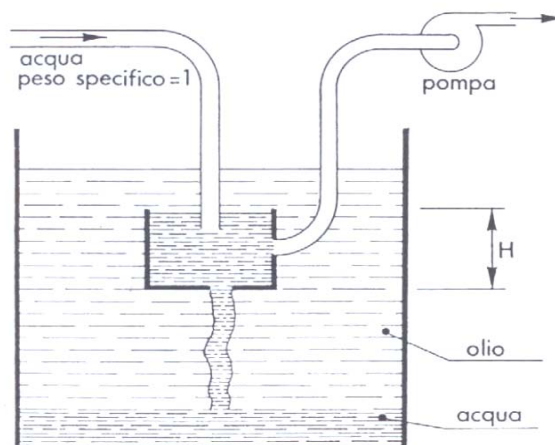
Si procede illustrando la teoria della ventilazione naturale e quindi verranno esaminati i singoli casi determinando la soluzione più idonea.

2 TEORIA DELLA VENTILAZIONE NATURALE

In tutti i fabbricati, nei quali l'aria all'interno è più calda di quella esterna, aprendo una apertura sul tetto si verifica la fuoriuscita di aria.

2.1 ANALOGIA CON I LIQUIDI

Consideriamo le caratteristiche dei flussi per la combinazione rappresentata nella figura seguente.



L'acqua è continuamente erogata al piccolo serbatoio interno, dal quale una pompa la aspira con la medesima portata. Un orifizio nel fondo del serbatoio interno permette una perdita continua che fluisce verso il fondo del serbatoio a causa della differenza di peso specifico tra i 2 liquidi.

Se non ci fosse presente l'olio, l'altezza netta del liquido rispetto all'orifizio sarebbe H.

Tuttavia l'olio esercita una spinta verso l'alto cosicché l'altezza netta sarà data da:

$$h = H (S_a - S_k)$$

ovvero

$$h = H (1 - S_k)$$

dove:

h = altezza della colonna d'acqua.

H = altezza dell'acqua sopra l'orifizio.

S_a , **S_k** = pesi specifici dell'acqua (**S_a** = 1) e dell'olio.

La velocità con la quale l'acqua fluisce dall'orifizio è data da:

$$V = C\sqrt{2gH}$$

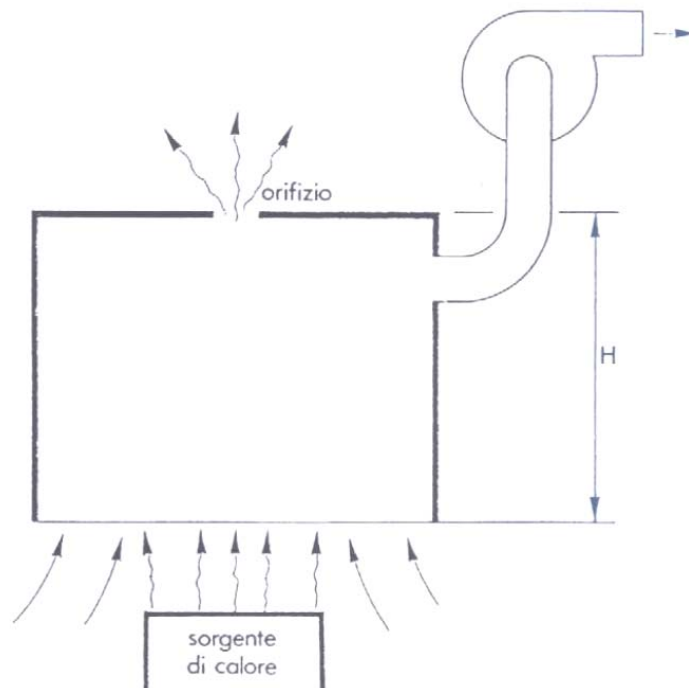
dove **C** = coefficiente di efflusso attraverso l'orifizio.

Si può notare che la quantità di acqua erogata ed aspirata dalla pompa non ha alcuna influenza sul volume di acqua che fluisce dall'orifizio se non per quanto riguarda la variazione di H.

2.2 ARIA CALDA

Se lo schema per i liquidi viene ribaltato, esso rappresenta la condizione di un fabbricato con aperture in alto attraverso le quali fluiscono verso l'esterno volumi di aria calda.

Per analogia all'olio corrisponde l'aria più fredda che fluisce all'interno attraverso le aperture nella parte bassa mentre all'acqua corrisponde l'aria presente all'interno del fabbricato che ha assorbito il calore in esso disperso.



La situazione è analoga a quella della combinazione dei 2 liquidi:

$$h = H (S_e - S_i)$$

ovvero

$$h = H (1 - S_h)$$

dove:

h = altezza termostatica dell'aria.

H = altezza massima di aria calda nel fabbricato.

S_h = peso specifico relativo dell'aria interna rispetto a quella esterna.

$$S_h = S_e \cdot T_e / T_h = 1 \cdot T_e / T_h$$

dove:

S_e = peso specifico dell'aria esterna = 1 (valore di riferimento).

T_e = temperatura assoluta dell'aria esterna [K].

T_h = temperatura assoluta dell'aria calda [K].

L'equazione originale diventa:

$$h = H \cdot (1 - T_e / T_h) = H \cdot (T_h - T_e) / T_h = H \cdot \Delta t / T_h$$

Il valore così ottenuto espresso in metri di colonna d'aria può essere usato nell'equazione generale per determinare la velocità di efflusso attraverso l'orifizio.

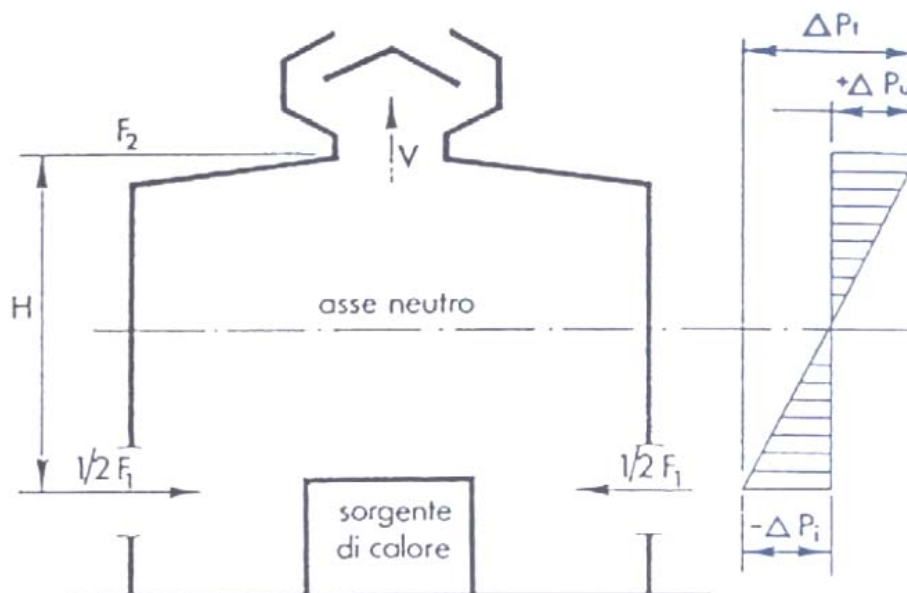
Quindi

$$V = C \sqrt{2gH}$$

$$V = C \cdot 4.4294 \sqrt{\frac{H \cdot \Delta t}{T_h}} \quad \text{espressa in [m/s].}$$

2.3 CALCOLO DELLA VELOCITÀ DI EFFLUSSO

Facendo riferimento alla figura seguente procediamo con la determinazione delle grandezze che definiscono la ventilazione naturale.



Pressione totale P_t

Il valore della pressione totale disponibile per il funzionamento dell'impianto di ventilazione naturale (aeratore e persiane) viene determinato come segue:

$$P_t = H(\gamma_e - \gamma_u) \cdot 9.81$$

espressa in $[N/m^2]$

dove

H = altezza efficace [m]

γ_e = massa volumica aria esterna $[kg/m^3]$ alla temperatura di progetto t_e
(ad esempio supponiamo $t_e = 32^\circ C$)

γ_u = massa volumica dell'aria nella gola dell'aeratore $[kg/m^3]$

Temperatura T_h

Il valore della temperatura T_h è dato da:

$$T_h = 273 K + t_e + \Delta t$$

ponendo ad esempio $t_e = 32^\circ C$

$$T_h = 305 K + \Delta t$$

Velocità di efflusso V

Assumendo ad esempio $\Delta t = 3^{\circ}\text{C}$ risulta
 $\sqrt{(1/T_h)} = 0.05698$

Assumendo ad esempio $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$ risulta
 $\sqrt{(1/T_h)} = 0.05547$

con un incremento del 3% del fattore di velocità nel caso di maggiore salto di temperatura.

Pertanto ricaviamo la velocità dell'aria nella gola dell'aeratore nei 2 casi:

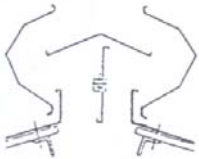
se $\Delta t = 3^{\circ}\text{C}$ risulta
 $V = C \cdot 0.2523 \sqrt{(H \cdot \Delta t)}$

se $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$ risulta
 $V = C \cdot 0.2456 \sqrt{(H \cdot \Delta t)}$

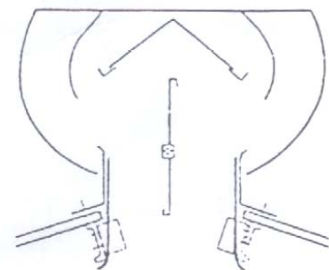
dove

C = coefficiente di efflusso dipendente dalle caratteristiche aerauliche dell'aeratore.

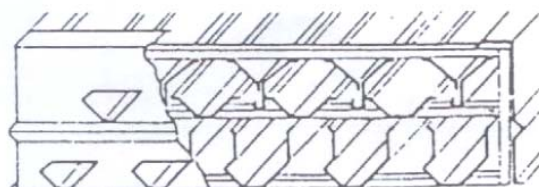
C1: Aeratori serie AC 200 / AC 400



C2: Aeratori serie AC 600 / AC 4600



C3: Aeratori serie EC



2.4 VOLUME DI ARIA DA ESTRARRE

Per determinare il volume di aria in uscita è necessario conoscere il calore totale disperso nel fabbricato prodotto dagli impianti in esso installati e trasmesso dalle pareti in seguito all'irraggiamento solare.

Il volume di aria sarà determinato come segue:

$$P = \frac{Q}{C_s \cdot S_i \cdot \Delta t} \quad [\text{espresso in m}^3/\text{h}]$$

dove

Q = calore disperso nel fabbricato (quota oraria) [kcal/h].

C_s = calore specifico dell'aria umida pari a 1030 J/kg·K = 0.24 kcal/kg·°C

S_i = peso specifico dell'aria alla temperatura **t_e + Δt**

Δt = differenza di temperatura tra l'aria esterna al fabbricato e l'aria che transita per la gola dell'aeratore.

2.5 CARICO TERMICO

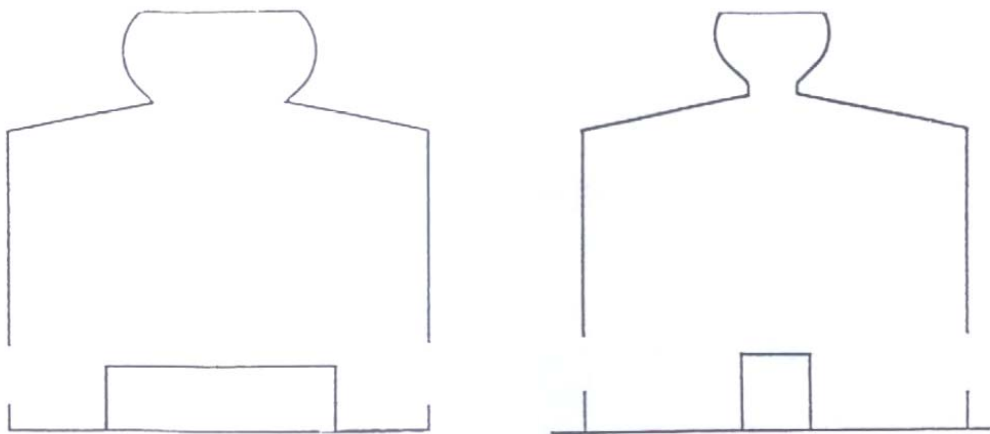
Per carico termico si intende la quantità di calore disperso nelle varie zone del fabbricato. Il carico termico è il “motore” della ventilazione naturale e nel contempo la ventilazione naturale è lo strumento che regola gli effetti del carico termico nell’ambiente interno al fabbricato.

Se si riferisce il carico termico al volume dell’ambiente interno al fabbricato si ha il “carico termico specifico” dal quale si può trarre una valutazione sull’attuabilità della ventilazione naturale; infatti in base ai carichi termici specifici si può dedurre l’ordine di grandezza delle intensità della ventilazione naturale.

E’ bene ricordare che la ventilazione naturale è un mezzo per asportare il calore disperso per convezione. In prossimità di una fonte di calore (per es. un forno) il calore totale disperso è la somma del calore disperso per convezione e per irraggiamento.

La quantità di calore di irraggiamento che partecipa con quello di convezione a formare il carico termico ambiente è molto importante per un corretto dimensionamento dell’impianto di ventilazione. La quantità di calore disperso si determina dalle caratteristiche e dalla distribuzione delle fonti di calore.

L’influenza che tali elementi hanno sull’impianto di ventilazione è esemplificata nella figura seguente.



Consideriamo 2 casi con carico termico ambiente di uguale quantità ma differenti dimensioni della macchina disperdente. La macchina di maggiore volume ha una temperatura superficiale relativamente bassa (ad es. 100°C), la dispersione del calore avviene in gran parte per convezione e sarà perciò distribuito rapidamente per tutto il volume del fabbricato. La macchina di minore volume ha una temperatura superficiale più elevata (ad es. 1000°C). In tal caso il calore disperso per convezione è modesto rispetto a quello di irraggiamento e pertanto anche nel caso in cui una parte di calore di irraggiamento fosse disperso nell’ambiente per convezione, la quantità d’aria che innesca la ventilazione sarà minore.

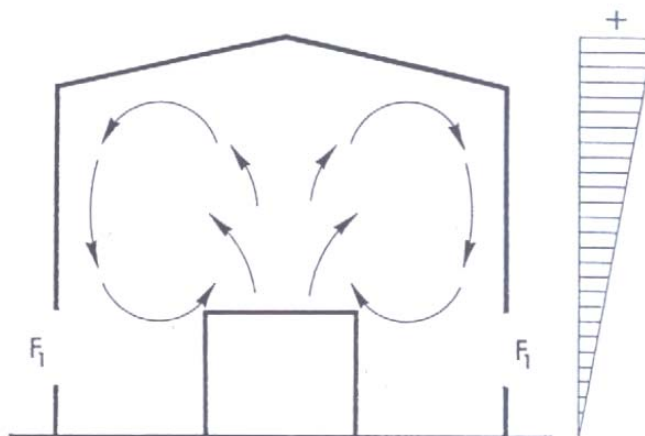
2.6 CARICO TERMICO SPECIFICO E RICAMBI D’ARIA

Precedentemente è stato detto che il carico termico specifico è una caratteristica di ogni tipo di impianto tecnologico. Questa similitudine può essere utilizzata per un dimensionamento preliminare dell’impianto di ventilazione rapportando il carico termico specifico ai ricambi orari del volume ambiente.

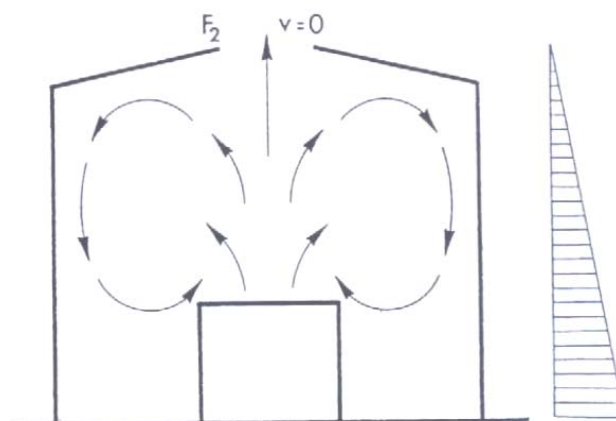
2.7 CASI LIMITE

Per poter dimostrare la grande importanza che ha un corretto dimensionamento delle superfici di ingresso (F_1) e di uscita dell'area (F_2) non solo in merito alle loro caratteristiche aerauliche, ma anche in merito al loro rapporto tratteremo brevemente 2 casi limite.

Nel caso della figura seguente si ha $F_2=0$. La velocità V_1 e la portata sono nulle. La quantità di calore Q presente nel fabbricato può essere asportata solo per trasmissione attraverso le superfici perimetrali e pertanto la temperatura dell'aria interna tenderà ad aumentare fino a raggiungere il regime di equilibrio termico tra interno ed esterno.



Nel caso della figura seguente si ha $F_1=0$. La velocità V_2 e la portata sono comunque nulle. Si verifica la stessa situazione del caso precedente.



2.8 INFLUENZA DEL VENTO SULLE CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO

Tutti i corpi solidi esposti ad un flusso d'aria hanno un comportamento aerodinamico dipendente dalla loro forma. Questo comportamento è valutabile in base alla distribuzione e intensità delle pressioni e depressioni che si vengono a formare sulla superficie del corpo.

Nel caso degli aeratori naturali il comportamento aerodinamico è definito in base agli effetti che il vento produce nei confronti della portata d'aria estratta. Si può affermare che gli aeratori sono aerodinamicamente efficienti in quanto in presenza di vento la portata d'aria che fluisce attraverso la sezione di gola è superiore a quella che si avrebbe in assenza di vento. Tale contributo migliorativo viene comunque trascurato in fase di dimensionamento dell'impianto di ventilazione naturale.

2.9 SUPERFICI PER L'INGRESSO DELL'ARIA DI REINTEGRO

Dai casi limite visti in precedenza si osserva che le superfici di ingresso dell'aria di reintegro hanno la medesima importanza dell'aeratore che ne consente l'uscita. Le aperture di ingresso è necessario che abbiano caratteristiche aerauliche adeguate all'impianto di ventilazione.

Per un buon funzionamento dell'impianto occorre che per ogni m² netto di superficie di uscita (sezione di gola dell'aeratore) sia prevista una superficie di entrata compresa tra 1 e 1.5m² (in modo da considerare le perdite di carico localizzate in corrispondenza delle superfici di ingresso).

Gli ingressi dell'aria sono normalmente di 2 tipi: portoni e finestre o griglie e persiane. Solitamente si preferisce il secondo tipo di aperture di ingresso, in quanto le griglie fisse e le persiane regolabili proteggono l'interno del fabbricato (addetti, macchinari e materiali) dal vento e dalle intemperie.



2.10 REGOLAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA

In generale gli impianti di ventilazione naturale hanno la possibilità di regolare la portata d'aria che fluisce attraverso il fabbricato prevedendo delle serrande nell'aeratore o regolando l'apertura delle persiane mobili. Sempre richiamando ai 2 casi limiti considerati in precedenza, si osserva che entrambi i sistemi di regolazione si ottiene lo stesso risultato, per quanto riguarda il volume d'aria estratto la sola differenza concerne la distribuzione delle zone di pressione e depressione all'interno del fabbricato. Infatti in caso di regolazione con serranda dell'aeratore, l'asse neutro si abbassa aumentando il volume del fabbricato in pressione positiva. Agendo sulle persiane si verifica l'opposto.

La regolazione della portata con le persiane può essere utilizzata per migliorare le condizioni ambientali, in particolare nei fabbricati dove le lavorazioni tecnologiche producono polvere, le zone in depressione hanno una concentrazione delle polveri normalmente inferiore rispetto a quelle in sovrappressione.

I sistemi di regolazione dell'apertura delle persiane e degli aeratori possono essere automatizzati mediante l'impiego di attuatori elettrici a stelo controllati da quadri di comando remoti.

3 COPERTURA PARCHI: STUDIO DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE

3.1 PREMESSA

Sulla base del progetto sviluppato dalla Paul Wurth per la copertura del **Parco Fossile** procediamo con l'analisi per identificare il sistema di ventilazione naturale idoneo per il caso in esame.

E' stato effettuato il calcolo dei sistemi di ventilazione naturale con la metodologia di seguito indicata.

Per l'edificio in esame è stato valutato il carico termico indotto dall'irraggiamento e dalla presenza di macchine operatrici, si è quindi proceduto con l'identificazione della tipologia di aeratore più idoneo per la geometria del fabbricato ed infine è stato effettuato il dimensionamento degli aeratori e delle aperture di ingresso.

Il sistema di ventilazione è stato valutato sia nella condizione estiva sia in quella invernale con edificio privo di materiali al proprio interno. Tale ipotesi rappresenta la condizione più sfavorevole in quanto richiede una maggiore portata d'aria da ricambiare.

Per completezza sono stati valutati anche i casi con presenza di materiali all'interno del parco (50% e 100%) e con macchine in funzione o in manutenzione.

Per ciascun caso è stata valutata la velocità media dell'aria che lambisce i cumuli di materiali, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti delle emissioni di polveri in atmosfera.

Ogni sistema prevede delle superfici di ingresso costituite da persiane metalliche ad alette regolabili che consentono di intervenire modulando l'operatività del sistema di ventilazione.

Al fine di svincolare il calcolo da altri fattori si trascurano gli apporti migliorativi dovuti alla presenza di porte, portoni ed altre aperture.

Gli elaborati grafici allegati alla presente descrivono gli elementi del sistema di ventilazione naturale.

La metodologia qui descritta è stata impiegata normalmente in numerosi casi di sistemi per la ventilazione naturale di edifici industriali di varie caratteristiche ed applicazioni.

3.2 VALUTAZIONE DEI CARICHI TERMICI

Sulla base dei disegni e della specifica tecnica è possibile determinare il carico termico dell'edificio.

Partendo dalla geometria del fabbricato, determiniamo l'estensione, l'orientamento e la pendenza rispetto al suolo di ciascuna superficie componente; successivamente valutiamo il carico termico dovuto all'irraggiamento solare di ogni superficie.

Per gli edifici nei quali sono presenti delle macchine operatrici si valuta il calore disperso nel fabbricato sulla base dei dati disponibili in termini di potenza installata.

Per determinare il carico termico dovuto all'irraggiamento solare si fa riferimento ai dati dell'Atlante italiano della radiazione solare dell'ENEA che indica la radiazione solare globale giornaliera media mensile su una superficie identificando: coordinate geografiche, mese di riferimento, azimut, pendenza rispetto al suolo, coefficiente di riflessione del materiale.

Trattandosi di un rivestimento in lamiera grecata di colore grigio chiaro possiamo affermare che il 50% della radiazione solare sarà riflesso ed il 50% sarà trasmesso all'interno dell'edificio. Tale dato è ricavato dal valore indicato nella tabella seguente (60%) diminuito per considerare le condizioni a lungo termine (deposito di polveri, viraggio del colore).

Valutiamo il carico termico nelle due condizioni estreme:
 invernale (dicembre) ed estiva (luglio).

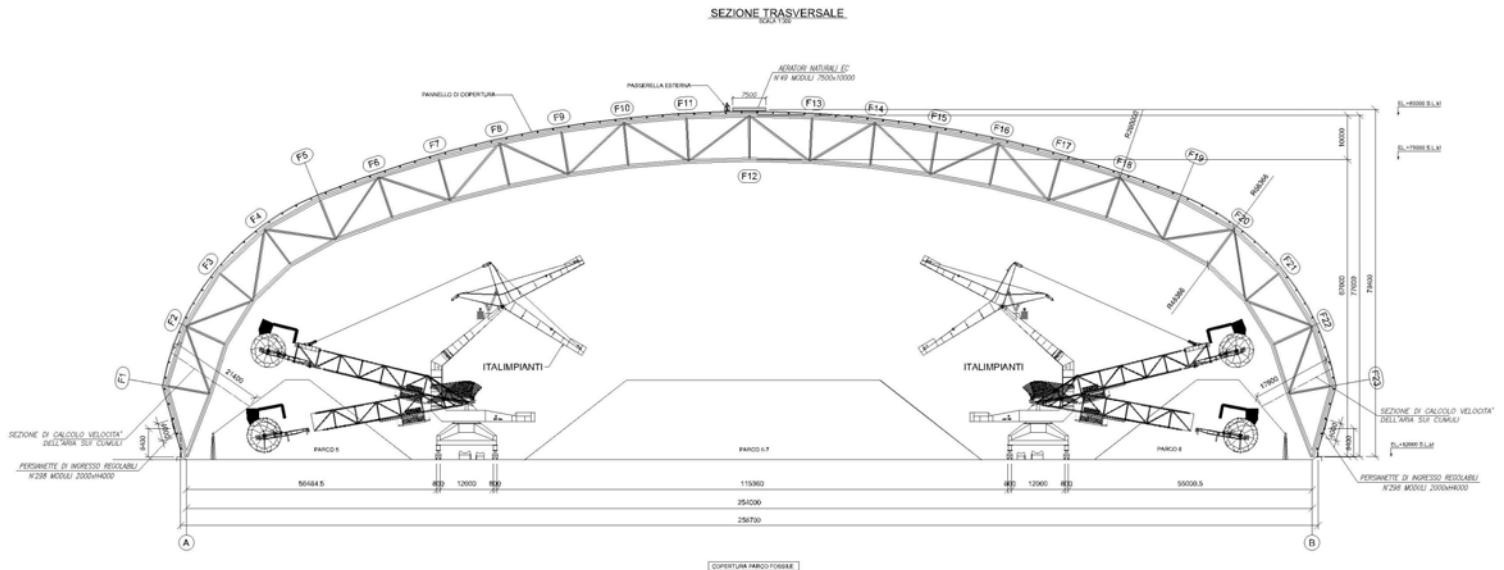
Località **Taranto**
 Latitudine N **40° 28'**
 Longitudine E **17° 14'**

Coefficiente di riflessione per rivestimento grigio chiaro 0,5
 periodo di riferimento media quinquennale 1995~1999
 mese di riferimento: stagione estiva luglio
 stagione invernale dicembre

Surface properties of materials

	Solar Reflectance (%)
aluminum foil, bright	95
white plaster	93
fresh snow	87
aluminum foil, oxidized	85
aluminum sheet, polished	85
whitewash, new	80
white painted aluminum	80
white paint	70-75
chromium plate	72
polished copper	75
snow, re granules	67
light gray paint	60
white powdered sand	55
aluminum, weathered	47
aluminum, paint	45-50
polished marble	40-50
granite	45
Indiana limestone	43
concrete	40
wood, pine	40
brick (light-dark)	23-48
dark gray paint	30
asbestos, slate	19
galvanized iron, aged	10-20
black gloss paint	10
black tar paper	7
lamp black	2

3.2.1 PARCO FOSSILE



Parco FOSSILE	Volume
	m3
0% materiale	11950400
50% materiale	11096400
100% materiale	10242400

Parco FOSSILE – Estate							
Superficie irradiata	Azimut	Pendenza rispetto al suolo	Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie inclinata	Quota riflessa	Quota trasmessa	Energia trasmessa nell'edificio per irraggiamento (media oraria)	
m2	0° verso Sud, +90° Est	0° orizzontale	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh	kcal
17072	125	90	3,12	1,56	1,56	1110	954158
17072	-55	90	3,21	1,61	1,61	1142	981682
122080	-145	31	5,81	2,91	2,91	14777	12705803
122080	35	31	6,17	3,09	3,09	15692	13493081
					Totale	32721	28134724

Parco FOSSILE - Inverno							
Superficie irradiata	Azimut	Pendenza rispetto al suolo	Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie inclinata	Quota riflessa	Quota trasmessa	Energia trasmessa nell'edificio per irraggiamento (media oraria)	
m2	0° verso Sud, +90° Est	0° orizzontale	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh	kcal
17072	125	90	0,58	0,29	0,29	206	177376
17072	-55	90	1,92	0,96	0,96	683	587174
122080	-145	31	0,91	0,46	0,46	2314	1990066
122080	35	31	2,54	1,27	1,27	6460	5554688
					Totale	9663	8309304

All'interno dell'edificio sono presenti i seguenti macchinari che influiscono sul carico termico:

DESCRIZIONE MACCHINA	POTENZA	
NASTRO A1-13 MOT.1	706	KW
NASTRO A1-13 MOT.2	706	KW
NASTRO A1-13 MOT.3	400	KW
NASTRO A1-12 MOT.1	706	KW
NASTRO A1-12 MOT.2	706	KW
NASTRO A1-12 MOT.3	400	KW
MACCHINA BIVALENTE BF1	1015	KW
MACCHINA BIVALENTE BF3	650	KW
MACCHINA BIVALENTE BF2	650	KW
MACCHINA BIVALENTE BF4	2000	KVA
TOTALE	7939	KW

3.2.2 DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE

Applicando le considerazioni teoriche descritte in precedenza e facendo riferimento a casi analoghi di sistemi di ventilazione già realizzati, procediamo al dimensionamento del sistema identificando la tipologia di aeratore in funzione delle caratteristiche geometriche dell'edificio. Per il caso in esame si prevede l'utilizzo di aeratori piani tipo EC, i quali consentono una distribuzione più omogenea dei flussi in uscita.

Per l'edificio in esame, si valuta il carico termico estivo ed invernale, con macchine in funzione o in manutenzione, si impone un valore atteso per la differenza di temperatura tra l'aria in ingresso e quella in uscita. Quindi si determina la differenza di pressione indotta dal carico termico, l'altezza termostatica, la velocità di uscita dell'aria, la portata di aria di efflusso. Da questi parametri si determina la superficie minima della sezione di gola dell'aeratore. Valutando le condizioni geometriche dell'edificio, la presenza di eventuali ostacoli locali, la necessità di distribuire omogeneamente le superfici di ingresso ed uscita, si determinano le caratteristiche geometriche ed il numero dei moduli di aeratori e di persianette.

Considerando infine la superficie di passaggio in corrispondenza dei cumuli di materiali (al massimo della capacità di stoccaggio), valutiamo la velocità media dell'aria che lambisce il materiale. Tale parametro potrà quindi essere utilizzato per valutare la massa annuale di polvere in sollevamento dai cumuli e quindi le concentrazioni medie di polvere nell'atmosfera.

3.2.3 PARCO FOSSILE

PROGETTO: COPERTURA PARCHI ILVA TARANTO Parco FOSSILE

DATI DI PROGETTO

Lunghezza	Larghezza	Altezza
700,0	256,0	78,0
m	m	m

Volume 0% materiali	
11.950.400	m3

Volume 50% materiali	
11.096.400	m3

Volume 100% materiali	
10.242.400	m3

CALCOLO STAGIONE ESTIVA MACCHINE IN FUNZIONE

CARICO TERMICO IN CHILOCALORIE		34.961.501	kcal
VALORE CONVERSIONE KW/KCAL		859,85	
CARICO TERMICO IN CHILOWATT.ORA		40.660	kWh
TEMPERATURA ARIA ESTERNA °C		40	°C
TEMPERATURA ARIA ESTERNA K	Te	313	K
TEMPERATURA ARIA GOLA AERATORE °C		50	°C
TEMPERATURA ARIA INTERNA K	Th	323	K
ALTEZZA H	H	72,00	m
DIFFERENZA DI TEMPERATURA	Δt	10	K

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DISPONIBILE

H = altezza efficace			72,00	m
ye = massa volumica aria esterna (temperatura di progetto Te)			1,1278	kg/m3
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)			1,0928	kg/m3
Pt = H x (ye -yu) x 9,81	72,00	0,03492	9,81	24,66117 N/m2

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA DI EFFLUSSO NELLA GOLA DELL'AERATORE

Q = carico termico orario		34.961.501	kcal/h
Cs = calore specifico dell'aria		0,24	kcal/K*kg
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)		1,0928	kg/m3
Δt =		10,00	K
P = Q / (Cs x yu x Δt)		13.329.758,75	m3/h
Ricambi ora	0% materiali	1,12	volumi/h
	50% materiali	1,20	volumi/h
	100% materiali	1,30	volumi/h

Tipologia aeratore	EC		
larghezza aeratore		7500	mm
lunghezza aeratore		10000	mm
n° moduli		49,00	
superficie		3.675,00	m2
Vp = velocità di efflusso presunta		1,01	m/s

superficie minima di ingresso (persianette) **5.512,50** m2

Persianette di ingresso aria

larghezza persianetta		2000	mm
altezza persianetta		4000	mm
n° moduli		596	
larghezza persianetta		2000	mm
altezza persianetta		4000	mm
n° moduli		112	
superficie		5.664,00	m2

velocità media sui cumuli **0,134** m/s

PROGETTO: COPERTURA PARCHI ILVA TARANTO Parco FOSSILE

DATI DI PROGETTO

**CALCOLO STAGIONE INVERNALE
 MACCHINE IN FUNZIONE**

Lunghezza	Larghezza	Altezza
700,0	256,0	78,0
m	m	m

Volume 0% materiali	
11.950.400	m3

Volume 50% materiali	
11.096.400	m3

Volume 100% materiali	
10.242.400	m3

CARICO TERMICO IN CHILOCALORIE		15.135.080	kcal
VALORE CONVERSIONE KW/KCAL		859,85	
CARICO TERMICO IN CHILOWATT.ORA		17.602	kWh
TEMPERATURA ARIA ESTERNA °C		-5	°C
TEMPERATURA ARIA ESTERNA K	Te	268	K
TEMPERATURA ARIA GOLA AERATORE °C		5	°C
TEMPERATURA ARIA INTERNA K	Th	278	K
ALTEZZA H	H	72,00	m
DIFFERENZA DI TEMPERATURA	Δt	10	K

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DISPONIBILE

H = altezza efficace		72,00	m
ye = massa volumica aria esterna (temperatura di progetto Te)		1,3171	kg/m3
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)		1,2697	kg/m3

Pt = H x (ye -yu) x 9,81 72,00 0,04738 9,81 **33,46424** N/m2

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA DI EFFLUSSO NELLA GOLA DELL'AERATORE

Q = carico termico orario	15.135.080	kcal/h
Cs = calore specifico dell'aria	0,24	kcal/K*kg
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)	1,2697	kg/m3
Δt =	10,00	K

P = Q / (Cs x yu x Δt) **4.966.600,24** m3/h

Ricambi ora	0% materiali	0,42	volumi/h
	50% materiali	0,45	volumi/h
	100% materiali	0,48	volumi/h

Tipologia aeratore EC

larghezza aeratore	7500	mm
lunghezza aeratore	10000	mm
n° moduli	49	
superficie	3.675,00	m2
Vp = velocità di efflusso presunta	0,38	m/s

superficie minima di ingresso (persianette) **5.512,50** m2

Persianette di ingresso aria

larghezza persianetta	2000	mm
altezza persianetta	4000	mm
n° moduli	596	
larghezza persianetta	2000	mm
altezza persianetta	4000	mm
n° moduli	112	
superficie	5.664,00	m2

velocità media sui cumuli **0,050** m/s

PROGETTO: COPERTURA PARCHI ILVA TARANTO Parco FOSSILE

DATI DI PROGETTO

**CALCOLO STAGIONE INVERNALE
 MACCHINE IN MANUTENZIONE**

Lunghezza	Larghezza	Altezza
700,0	256,0	78,0
m	m	m

Volume 0% materiali	
11.950.400	m3

Volume 50% materiali	
11.096.400	m3

Volume 100% materiali	
10.242.400	m3

CARICO TERMICO IN CHILOCALORIE		8.308.731	kcal
VALORE CONVERSIONE KW/KCAL		859,85	
CARICO TERMICO IN CHILOWATT.ORA		9.663	kWh
TEMPERATURA ARIA ESTERNA °C		-5	°C
TEMPERATURA ARIA ESTERNA K	Te	268	K
TEMPERATURA ARIA GOLA AERATORE °C		5	°C
TEMPERATURA ARIA INTERNA K	Th	278	K
ALTEZZA H	H	72,00	m
DIFFERENZA DI TEMPERATURA	Δt	10	K

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DISPONIBILE

H = altezza efficace		72,00	m		
ye = massa volumica aria esterna (temperatura di progetto Te)		1,3171	kg/m3		
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)		1,2697	kg/m3		
Pt = H x (ye -yu) x 9,81	72,00	0,04738	9,81	33,46424	N/m2

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA DI EFFLUSSO NELLA GOLA DELL'AERATORE

Q = carico termico orario	8.308.731	kcal/h
Cs = calore specifico dell'aria	0,24	kcal/K*kg
yu = massa volumica aria nella gola dell'aeratore (temperatura di progetto Te + Δt)	1,2697	kg/m3
Δt =	10,00	K

P = Q / (Cs x yu x Δt) **2.726.523,02** m3/h

Ricambi ora	0% materiali	0,23	volumi/h
	50% materiali	0,25	volumi/h
	100% materiali	0,27	volumi/h

Tipologia aeratore EC

larghezza aeratore	7500	mm
lunghezza aeratore	10000	mm
n° moduli	49	
superficie	3.675,00	m2
Vp = velocità di efflusso presunta	0,21	m/s

superficie minima di ingresso (persianette) **5.512,50** m2

Persianette di ingresso aria

larghezza persianetta	2000	mm
altezza persianetta	4000	mm
n° moduli	596	
larghezza persianetta	2000	mm
altezza persianetta	4000	mm
n° moduli	112	
superficie	5.664,00	m2

velocità media sui cumuli **0,027** m/s

3.3 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE NATURALE IN RELAZIONE ALLA PERICOLOSITA' DEL CARBONE FOSSILE

L'edificio in esame è destinato allo stoccaggio e movimentazione del carbone fossile. Tale materiale presenta caratteristiche di pericolosità (autocombustione, produzione di gas infiammabili) che devono essere considerate nella definizione del sistema di ventilazione naturale.

La presenza di gas e polveri potenzialmente pericolosi deve essere rilevata da un idoneo sistema di monitoraggio dell'atmosfera interna all'edificio, il quale, oltre a segnalare la situazione di pericolo, può intervenire in remoto sul sistema di ventilazione naturale aumentando le superfici di ingresso dell'aria e quindi la portata di aria in transito. Analogamente, in caso di incendio, il sistema di monitoraggio può ridurre l'apporto di ossigeno chiudendo le superfici di ingresso all'edificio.

Gli aeratori tipo EC sono costituiti da un telaio in acciaio zincato e da elementi a labirinto in alluminio. Essi garantiscono una continua possibile via di evacuazione dei fumi. In condizioni normali la superficie utile all'estrazione può essere assunta pari al 50% della superficie nominale degli aeratori. In caso di incendio, se le temperature degli elementi in alluminio raggiungono livelli sufficientemente elevati (indicativamente la lega 3003 fino a 100°C mantiene pressochè inalterata la tensione di snervamento, a 200°C subisce una riduzione del 50%, a 300°C del 80%), tali elementi collassano incrementando la superficie di evacuazione fino al 90% del valore nominale.

Analogamente, in caso di esplosione, gli aeratori garantiscono una superficie di passaggio utile iniziale del 50% e successivamente, in seguito alla rottura degli elementi in alluminio, del 90%.

In fase di costruzione degli aeratori dovranno comunque essere predisposti accorgimenti tali da assicurare la rottura preferenziale dei labirinti di alluminio in caso di esplosione.



Aeratore EC rimosso in seguito ad incendio

3.4 CONCLUSIONI

Il dimensionamento del sistema di ventilazione per il Parco Fossile ha consentito la valutazione dei ricambi orari nelle diverse condizioni climatiche e di esercizio. La tabella seguente riepiloga i risultati ottenuti.

Edificio	Material e presente	Ricambi/ora Estate con macchine in funzionamento	Ricambi/ora Inverno con macchine in funzionamento	Ricambi/ora Inverno con macchine in manutenzione
Parco Fossile	0%	1,12	0,42	0,23
	50%	1,20	0,45	0,25
	100%	1,30	0,48	0,27

I ricambi/ora sono il risultato della combinazione tra il carico termico (in questo caso dovuto all'irraggiamento solare ed alla presenza di macchinari) ed il volume d'aria presente nell'edificio. Nel caso della stagione invernale, il valore esiguo dell'irraggiamento, e quindi del carico termico, riduce la portata d'aria della ventilazione naturale e di conseguenza il valore dei ricambi/ora. Durante la stagione estiva, il maggiore quantitativo di calore da asportare incrementa la portata d'aria in transito e quindi il n° di ricambi/ora risulta più elevato.

Considerando la superficie di passaggio in corrispondenza dei cumuli di materiali (con materiale presente al 100%), valutiamo la velocità media dell'aria che lambisce il materiale.

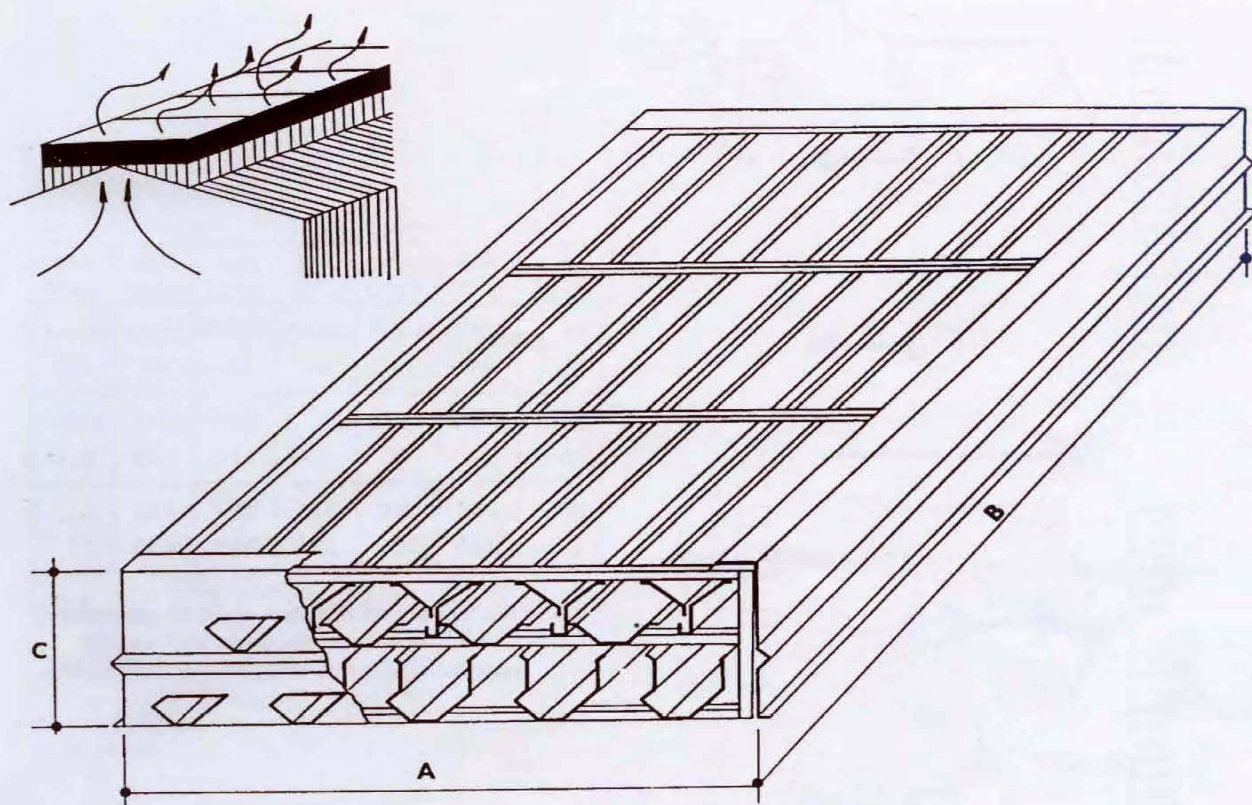
Edificio	Stagione	Velocità dell'aria in corrispondenza della sezione di presa degli aeratori [m/s]	Velocità media sui cumuli [m/s]
Parco Fossile	Estate + Macchine	1,01	0,13
	Inverno + Macchine	0,38	0,05
	Inverno con macchine in manutenzione	0,21	0,03

Sulla base di questi risultati è possibile affermare che i valori di velocità qui riportati sono compatibili con il limite richiesto di 10mg/Nm³ per le concentrazioni medie di polveri nell'atmosfera dei parchi. Al fine di evitare che in condizioni transitorie ed in occasione di eventi localizzati si verifichino fenomeni di inquinamento è comunque necessario l'impiego di sistemi di nebulizzazione che prevengano la formazione di polveri.

I sistemi di ventilazione naturale oggetto del presente studio possono essere dotati di sistemi di regolazione remota delle aperture di ingresso ed uscita dell'aria. E' possibile quindi (ad esempio in condizioni di assenza di personale all'interno dei parchi o in caso di interruzione del sistema di nebulizzazione) prevedere una sensibile riduzione dei volumi d'aria in transito nel sistema di ventilazione naturale.

1 SCHEDA TECNICA DEGLI AERATORI

VENTILAZIONE AERATORI NATURALI Serie E.C.



Dati tecnici

* Serrande a richiesta

Materiali

Struttura:
profilati in acciaio, saldati e
imbullonati, zincati a bagno,
prefabbricati in officina.

Rivestimento:
lamiera in acciaio zincato con
procedimento sendzimir, in acciaio
preverniciato, in alluminio naturale
o in alluminio preverniciato. Le
lamiere potranno essere
preverniciate su un lato o su
entrambi con i seguenti cicli:
Poliestere - Siliconpoliestere - PVDF
Per cicli di preverniciatura
particolari contattare il ns.
Dipartimento di Progettazione.

TIPO DI AERATORE	DIMENSIONI mm			PESI in Kg	
	A	B	C	Per Kg/m ² (Acciaio)	Per Kg/m ² (Alluminio)
2500	2500	Variab.	680	55	35

Ingresso per l'aria di reintegro

La superficie e la posizione
degli ingressi dell'aria di
reintegro fanno parte completa
del dimensionamento aeraulico
dell'impianto di ventilazione e sono
tali da soddisfare le
necessità specifiche.

INFORMAZIONI TECNICHE

4 DOCUMENTI

A completamento della presente relazione sono stati redatti i seguenti elaborati grafici:

<u>n° documento</u>	<u>descrizione</u>
1787.0713.20 rev.0	Parco Fossile
1787.0713.21 rev.0	Parco Fossile
1787.0713.22 rev.0	Parco Fossile
1787.0713.23 rev.0	Parco Fossile