

# **Ordine degli Ingegneri della Provincia di Prato**

**6 marzo 2015**

**Pierenrico Varuzza**  
*Technical Manager, Bovema Italia*

I sistemi di evacuazione  
forzata di fumo e calore  
(SEFFC)

CENTRO COMMERCIALE  
CON PUNTO VENDITA AL PIANO  
INTERRATO

CASO STUDIO



# I sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)

Seminterrato: non è possibile realizzare un  
SEFFC

## Individuazione degli elementi caratteristici:

- Geometria del fabbricato
- Punti di criticità
- Suddivisione in comparti

#### **4.9 - SISTEMA DI CONTROLLO DEI FUMI NATURALE O MECCANICO**

Le aree adibite alla vendita devono essere provviste di un sistema di controllo dei fumi finalizzato a garantire un'altezza libera dal fumo pari almeno a 2,00 metri. Per un efficace lavaggio degli ambienti è necessario provvedere ad immettere dal basso tanta aria pulita esterna quanta ne viene estratta dall'alto, in modo da avere una zona libera da fumo che favorisca l'esodo degli occupanti e le operazioni di soccorso. Gli ambienti di edifici pluripiano che si affacciano sulla mall devono presentare compartimentazioni fisse o mobili sugli affacci stessi per evitare la propagazione dei fumi verso i vari piani dell'edificio.

Tale obiettivo può essere raggiunto con una delle seguenti soluzioni:

- a) aperture di aerazione naturale ricavate lungo il perimetro e/o in copertura aventi superficie non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta del compartimento. Le aperture devono essere distribuite il più possibile uniformemente privilegiando la realizzazione di aperture sia nella parte bassa che nella parte alta delle pareti o in copertura. Le superfici di aerazione devono essere dotate di un sistema di apertura automatico o manuale degli infissi la cui gestione deve essere considerata nel piano di emergenza e segnalata per le squadre di soccorso. L'aerazione naturale può essere realizzata anche tramite camini ed intercapedini;
- b) sistema di controllo dei fumi con l'ausilio di evacuatori di fumo e calore (EFC) a funzionamento naturale o con l'ausilio di estrattori meccanici, dimensionato e realizzato in conformità alle vigenti norme tecniche di impianto e di prodotto.

# PRESTAZIONE FONDAMENTALE DEL SEFC

- Obiettivo: realizzare un SEFC che consenta almeno 2 m di altezza libera da fumo (D.M. 27/7/2010 sulle attività commerciali)
- La norma UNI 9494-2 prevede un'altezza libera da fumi minima di 2.5 m



**10**  
Igiene orale  
Cosmetica  
Prodotti per capelli  
Shampoo  
Bagni schiuma  
Profumeria

**8**  
Intimo uomo  
Intimo bimbo  
Calze donna  
Intimo donna  
Assorbenti  
Parafarmacia

ESCLUSIVO  
DIPARTIMENTO

Offerte

Offerte

10

ESCLUSIVO

Le Monde  
DE L'ESCLUSIVO



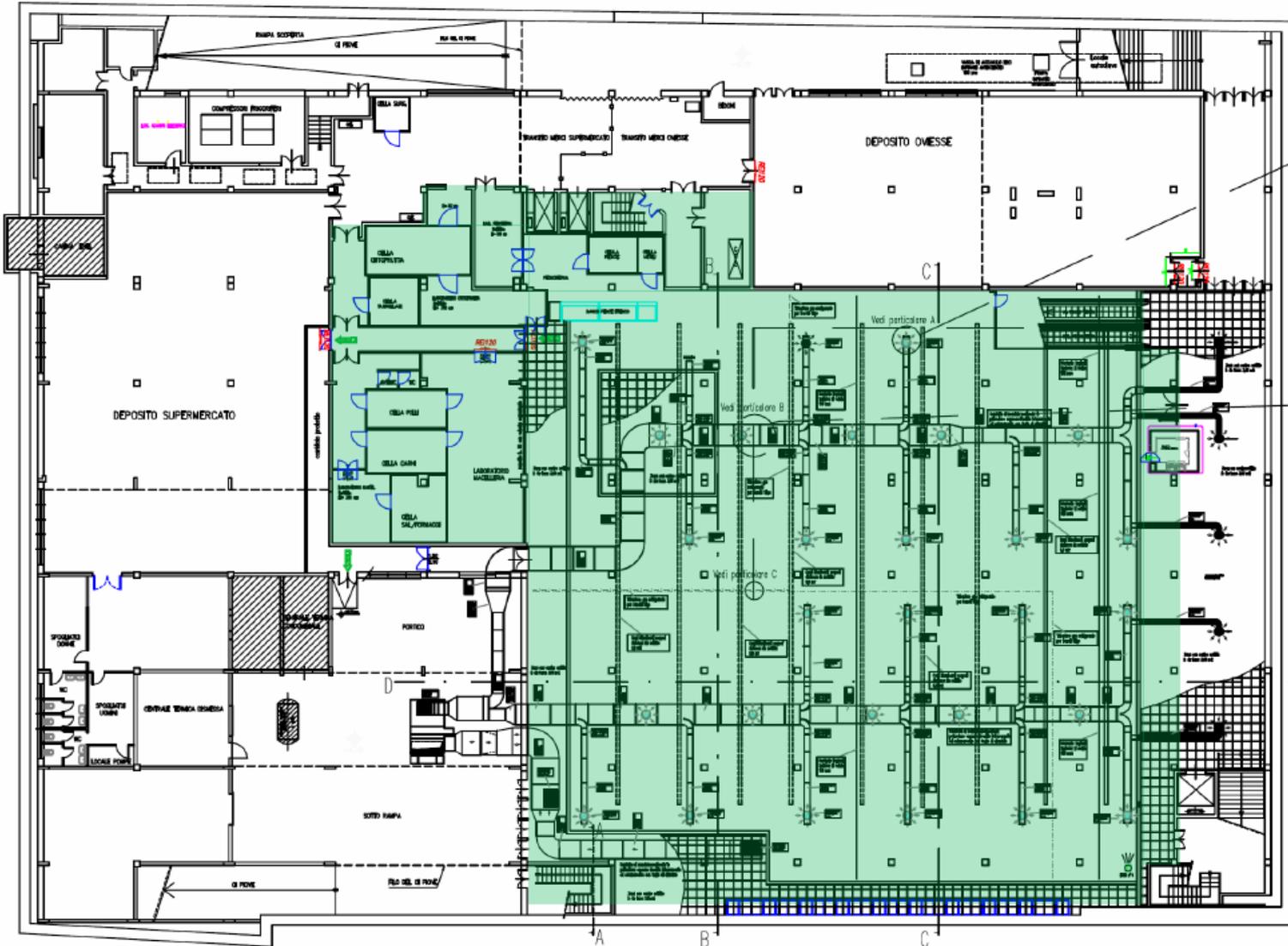




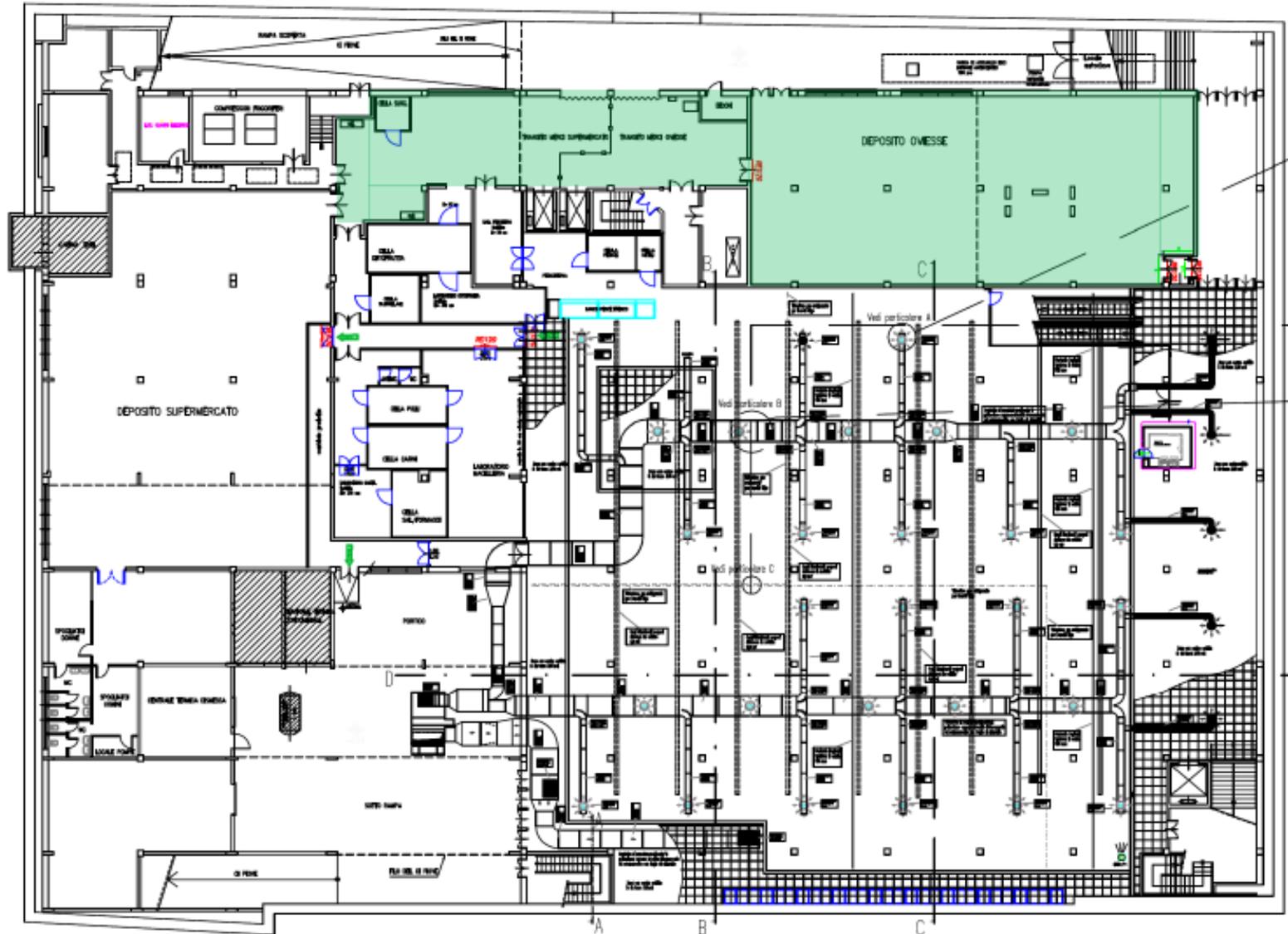




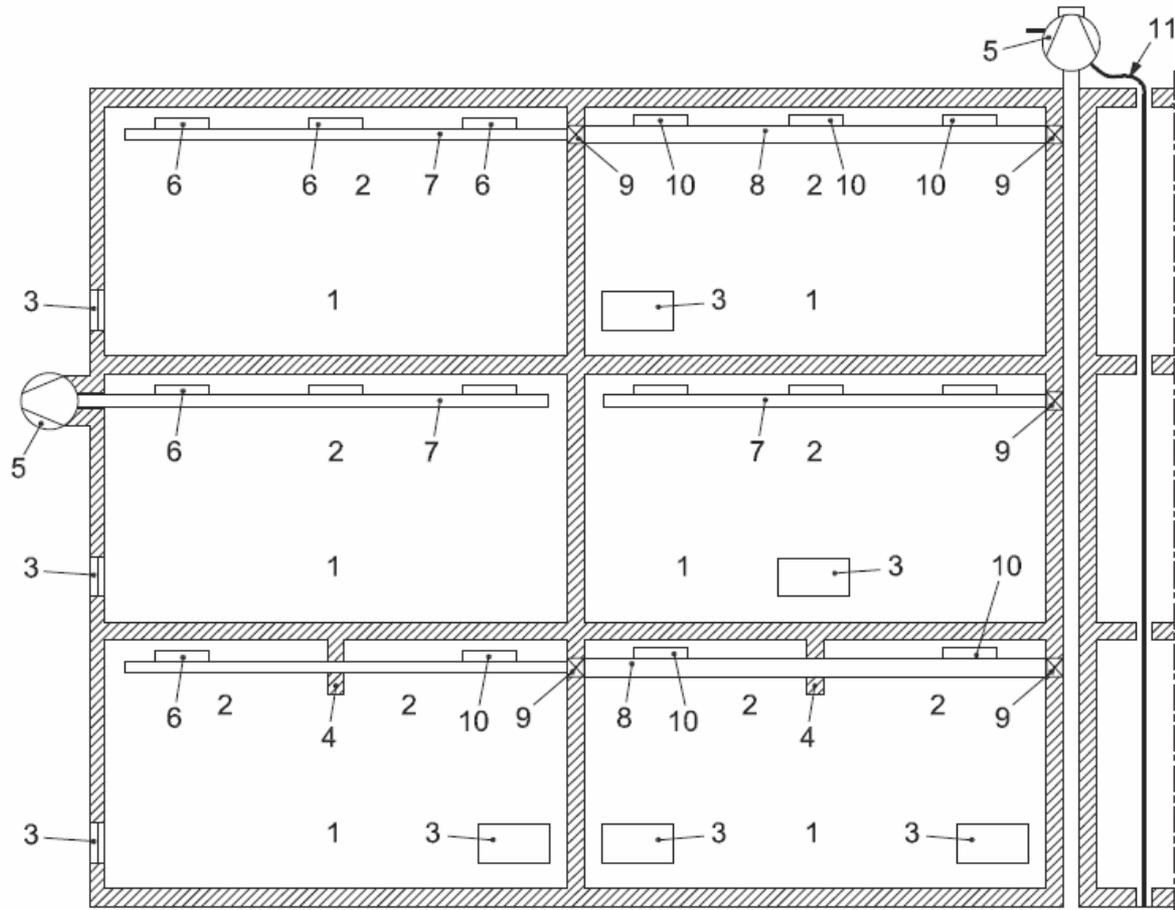
AREA VENDITA: circa 1600 m<sup>2</sup> → 1 compartimento a soffitto



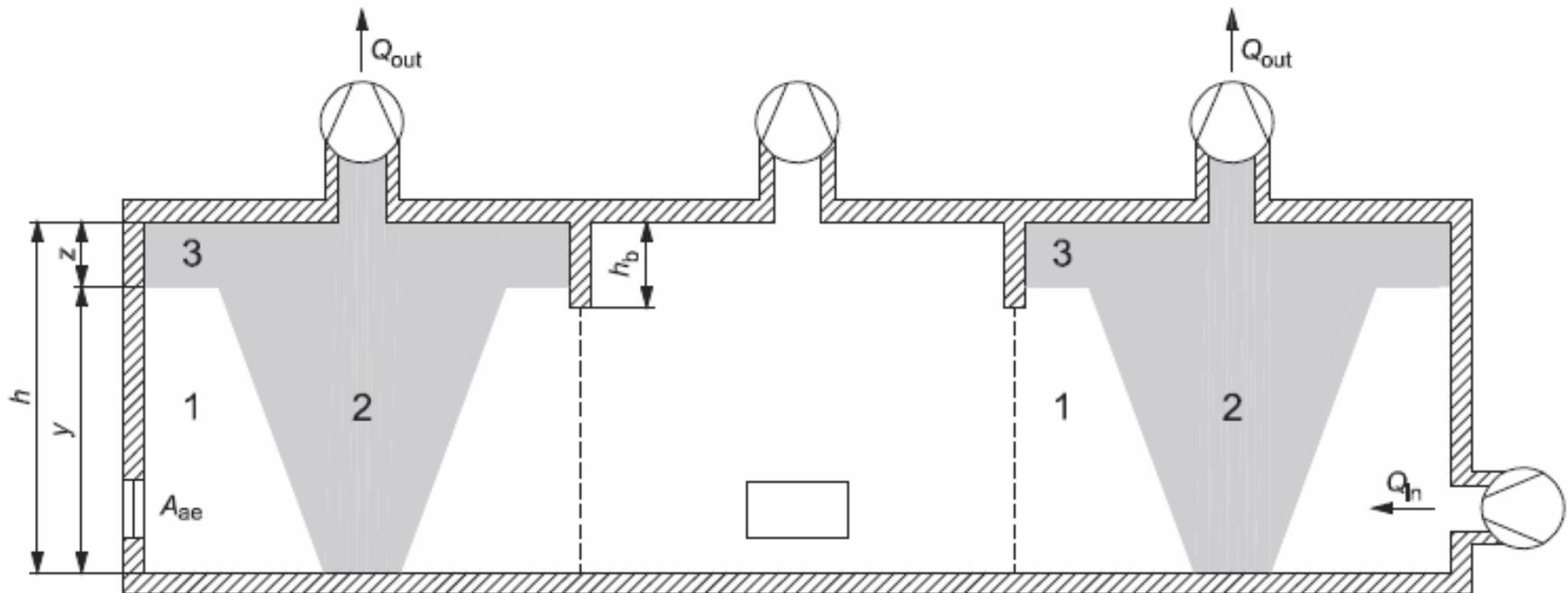
AREA DEPOSITO: circa 600 m<sup>2</sup> → 1 compartimento a soffitto



- 1 Compartimento antincendio
- 2 Compartimento a soffitto
- 3 Apertura per l'afflusso di aria esterna
- 4 Barriera al fumo o elemento strutturale
- 5 Ventilatore per SEFC
- 6 Serranda per il controllo del fumo per singolo compartimento
- 7 Condotta per l'evacuazione dei fumi per compartimento singolo
- 8 Condotta per l'evacuazione dei fumi per compartimenti multipli
- 9 Serranda per il controllo del fumo per compartimenti multipli montata a parete o a pavimento
- 10 Serranda per il controllo del fumo per compartimenti multipli montata sulla superficie del condotto
- 11 Sistema di controllo/alimentazione elettrica



- 1 Strato libero da fumo
- 2 Colonna di fumo
- 3 Strato di fumo
- $y$  Altezza dello strato di aria libera da fumo in metri
- $h$  Altezza del locale da proteggere in metri
- $h_b$  Altezza della barriera al fumo in metri
- $z$  Altezza dello strato di fumo ( $h - y$ ) in metri
- $A_{ae}$  Superficie geometrica dell'apertura per l'afflusso di aria esterna
- $Q_{out}$  Portata di aria espulsa in  $m^3/h$
- $Q_{in}$  Portata di aria immessa nel caso di immissione forzata in  $m^3/h$





# Dimensionamenti - Area Vendita

$A = 1600 \text{ m}^2$  circa

$H = 3.50 \text{ m}$

$y = 2.50 \text{ m}$      $z = 1.00 \text{ m}$

Entrate di aria di ricambio ( $A_{EF}$ )  $\geq 20 \text{ m}^2$

Impianto di rivelazione/allarme = SI'

Impianto sprinkler = SI'

T1                    = 0

T2                    =  $5 \pm 2 \text{ min}$  (caserma VVF)

T1 + T2                     $\leq 10 \text{ min}$

# Dimensionamenti - Area Vendita

Calcolo del gruppo di dimensionamento di un Impianto SEFFC

Colonna	1	2	3	4
Riga	Tempo convenzionale di sviluppo dell'incendio (min)	Velocità di propagazione dell'incendio		
		Bassa	Media	Alta
1	$\leq 5$	1	2	3
2	$\leq 10$	2	3	4
3	$\leq 15$	3	4	5
4	$\leq 20$	4	5	-

# Dimensionamenti - Area Vendita

Portata volumetrica di aspirazione in m<sup>3</sup>/h per ogni compartimento a soffitto

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	29 000	46 000	75 000	128 000	223 000 <sup>1)</sup>
2	3	34 000	55 000	88 000	145 000	248 000
3	4	43 000	72 000	115 000	184 000	303 000
4	5	50 000	85 000	143 000	229 000	366 000
5	6	59 000	96 000	165 000	276 000	436 000
6	7	73 000	105 000	183 000	311 000	512 000
7	8	88 000	121 000	197 000	342 000	580 000
8	9	105 000	143 000	206 000	368 000	633 000
9	10	123 000	166 000	231 000	387 000	681 000

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un Gruppo di Dimensionamento minore.

# Dimensionamenti - Area Vendita

Temperatura locale del fumo  $\theta_{F,locale}$  (°C) per la determinazione della classe di temperatura dei componenti dell'Impianto SEFFC

Riga	Altezza dello strato libero da fumo (m)	Gruppo di dimensionamento				
		1	2	3	4	5
1	2,5	196	268	371	516	722 <sup>1)</sup>
2	3	156	209	287	397	554
3	4	121	148	193	265	367
4	5	103	122	148	196	268
5	6	90	108	127	155	209
6	7	74	99	114	135	170
7	8	64	87	106	122	146
8	9	56	75	101	113	133
9	10	50	67	91	107	123

1) In questa condizione è lecito supporre condizioni di incendio generalizzato (*flash-over*) che rendono il sistema SEFFC inefficace nella creazione di uno strato libero da fumo per proteggere le persone presenti nel locale. È quindi necessario modificare il progetto per ottenere un Gruppo di Dimensionamento minore.

# Dimensionamenti - Area Vendita

$$y = 2.50 \text{ m}$$

Velocità di propagazione = media

$$GD = 3$$

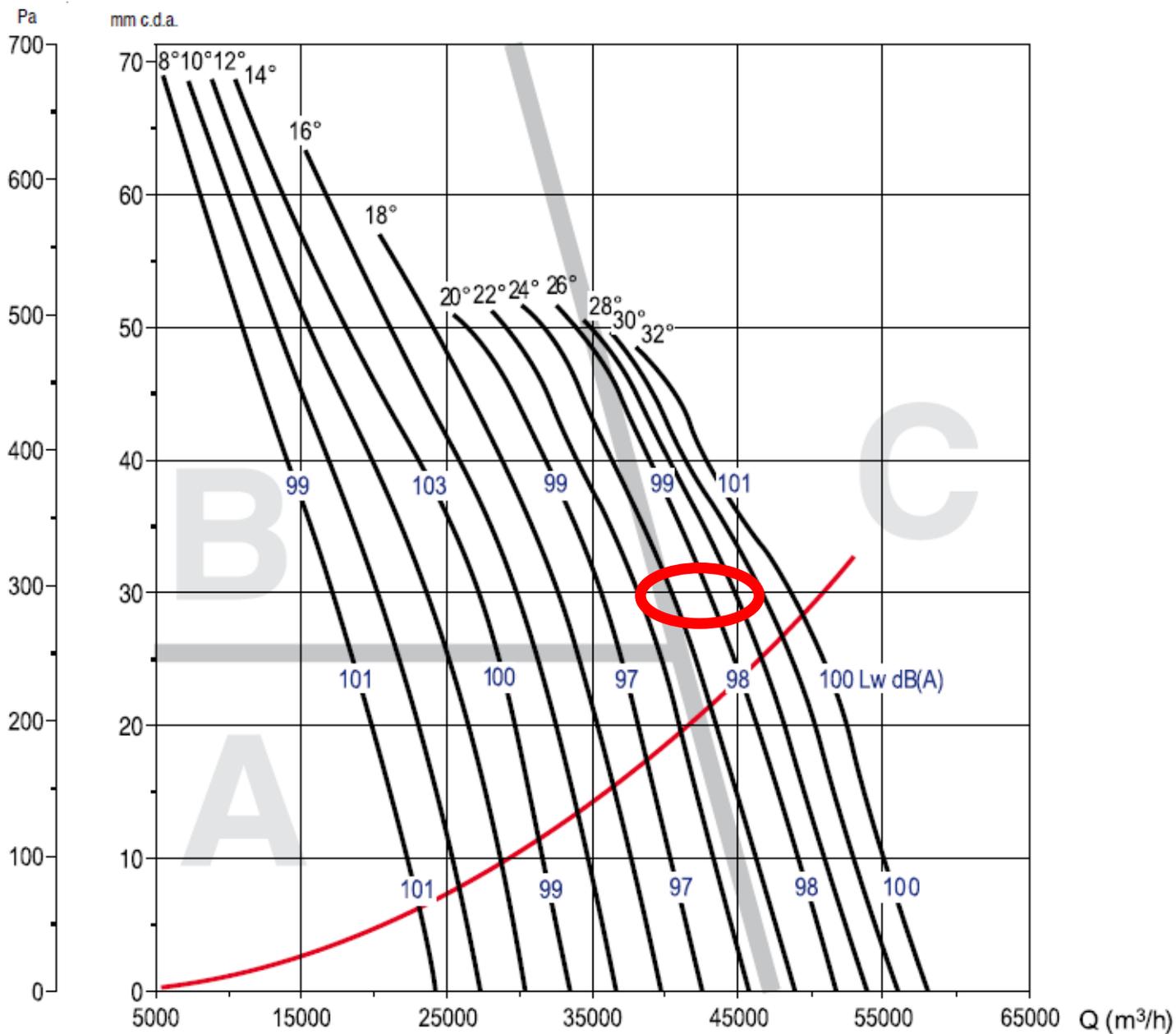
$$\text{Scaffali} > 1.50 \text{ m} \quad \implies GD = 3 + 1 = 4$$

$$\text{Presenza Sprinkler} \quad \implies GD = 4 - 1 = 3$$

Portata minima totale = 75000 m<sup>3</sup>/h

$$\text{Temperatura locale} = 371 \text{ °C} \quad \implies F400/I20$$

BARRIERA MOBILE rampa scala mobile



# Ventilatori e punti di presa Area Vendita

Tipo = ASSIALE F400/I20 EN I2101-3

Prevalenza = 300 Pa

Portata nominale singola per il modello scelto = 45000 m<sup>3</sup>/h  
ca.

Portata effettiva = 38000 m<sup>3</sup>/h

Potenza = 11 kW

Quantità = 2

$y + \Delta d_s = 3.20$  m

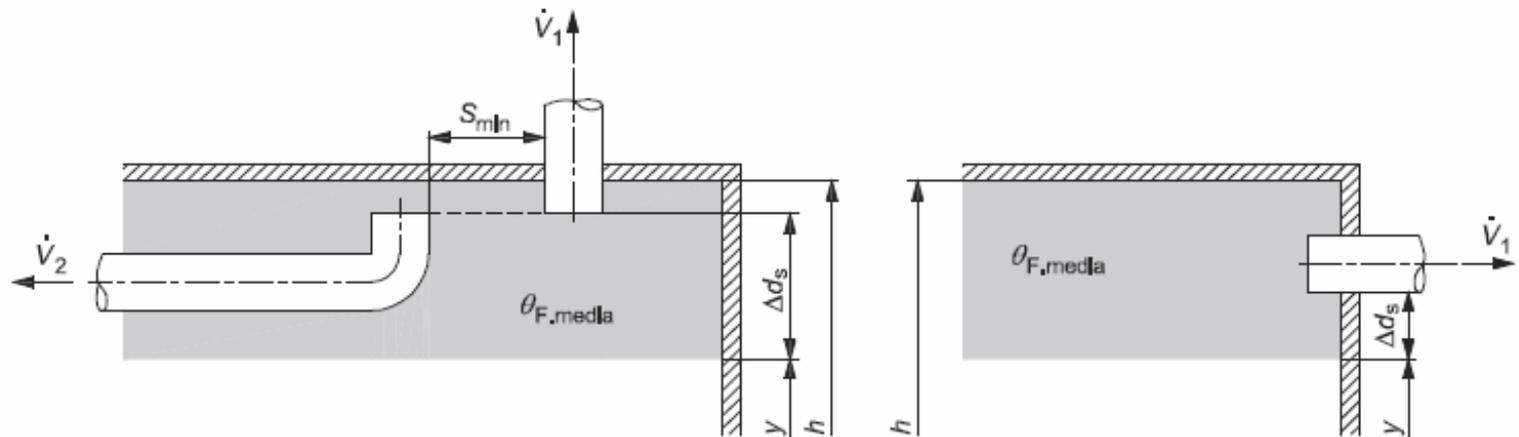
Temperatura media = 290°C

Punti di presa = 13 minimo



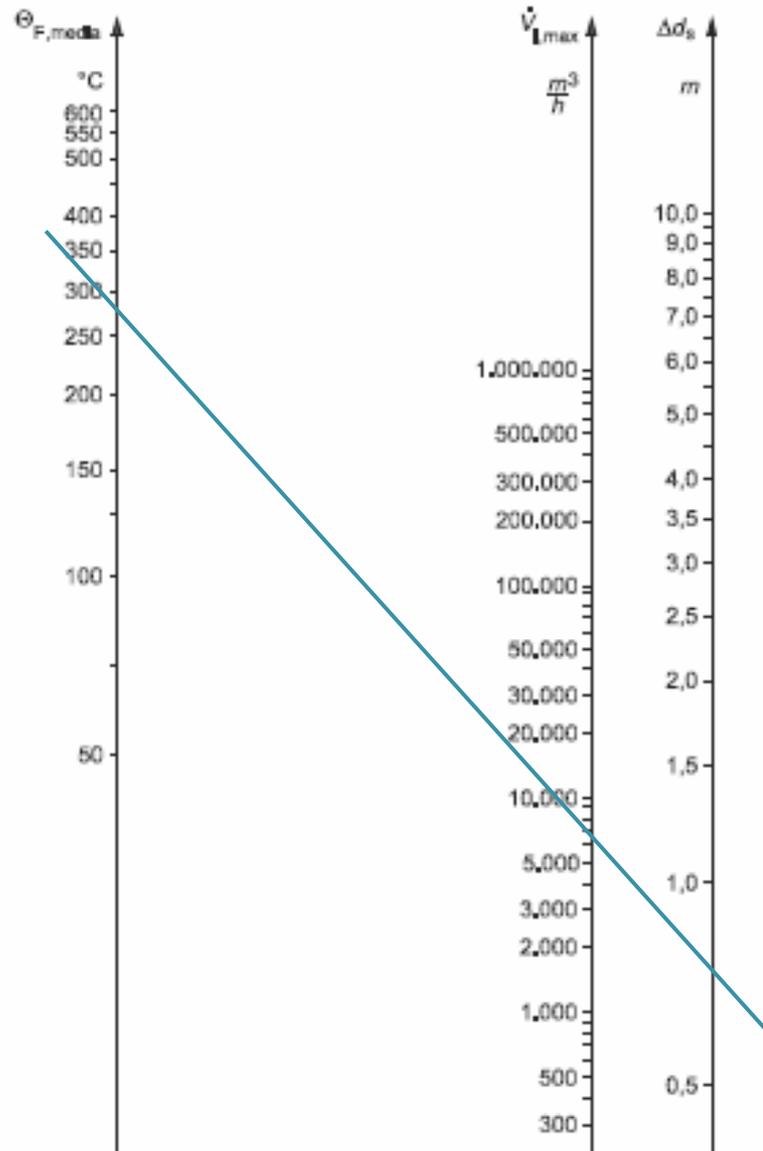
# Ventilatori e punti di presa Area Vendita

- $y$  Altezza dello strato libero da fumi, in metri  
 $\Delta d_s$  Distanza tra l'imbocco del condotto di estrazione e la superficie inferiore dello strato di fumo, in metri  
 $S_{min}$  Distanza minima tra due punti di estrazione, in metri  
 $\dot{V}_i$  Portata volumetrica estratta dall' $i$ -esimo punto di estrazione ( $m^3/h$ )  
 $h$  Altezza del locale da proteggere, in metri  
 $\theta_{F,media}$  Temperatura media dei fumi ( $^{\circ}C$ )



Noti valori di  $\Delta d_s$  e  $\theta_{F,media}$  dalla figura 5 è possibile ricavare il valore  $\dot{V}_{i,max}$  relativo alla "portata volumetrica massima teorica per ogni punto di aspirazione".

# Ventilatori e punti di presa Area Vendita





# Dimensionamenti - Area Deposito

$$A = 600 \text{ m}^2 \text{ circa}$$

$$H = 4.20 \text{ m}$$

$$y = 2.50 \text{ m} \quad z = 1.20 \text{ m}$$

$$\text{Entrate di aria di ricambio } (A_{EF}) \geq 15 \text{ m}^2$$

Impianto di rivelazione/allarme = SI'

Impianto sprinkler = SI'

$$T1 = 0$$

$$T2 = 5 \pm 2 \text{ min (caserma VVF)}$$

$$T1 + T2 \leq 10 \text{ min}$$

# Dimensionamenti - Area Deposito

$$y = 2.50 \text{ m}$$

Velocità di propagazione = media

$$GD = 3$$

Scaffali < 1.50 m       $\implies GD = 3$

Presenza Sprinkler       $\implies GD = 3 - 1 = 2$

Portata minima totale = 46000 m<sup>3</sup>/h

Temperatura locale = 268 °C       $\implies F300/I20$

Apertura automatica di portoni/serrande

# Ventilatori e punti di presa Area Deposito

Tipo = ASSIALE F300/120 EN 12101-3

Prevalenza = 250 Pa

Portata nominale per il modello scelto = 30000 m<sup>3</sup>/h ca.

Portata effettiva = 23000 m<sup>3</sup>/h

Potenza = 5.5 kW

Quantità = 2

$y + \Delta d_s = 3.50 \text{ m}$

Temperatura media = 210°C

Punti di presa = 4 minimo





# SCelta DEI COMPONENTI

CONDOTTE DI CONTROLLO DEL FUMO: Condotte E<sub>600</sub> 30 S

(velocità max. = 15 m/s).

BARRIERE AL FUMO: Altezza minima = 1.50 m (0.50 m maggiore dello strato di fumo). Classificazione D 120. Per scala mobile e linea casse.

PUNTI DI IMMISSIONE DELL'ARIA ESTERNA: Aperture naturali esistenti (porte e portoni da motorizzare).

$A_{EF} \geq 20-40 \text{ m}^2$  AREA VENDITA

$A_{EF} \geq 15-30 \text{ m}^2$  AREA DEPOSITO

# Componenti di un SEFFC

1. Ventilatore per SEFFC (EN 12101-3)
2. Punti di estrazione di fumo e calore,
3. Punti di afflusso di aria esterna,
4. Condotte di controllo del fumo (EN 12101-7)
5. Serrande di controllo del fumo (EN 12101-8)
6. Barriere al fumo (EN 12101-1)
7. Condotte per l'immissione di aria esterna,
8. Serrande di controllo per aria esterna,
9. Ventilatori di immissione dell'aria esterna,
10. Impianto di alimentazione elettrica (12101-10)
11. Sistemi di controllo.

Elenco degli elementi del SEFFC

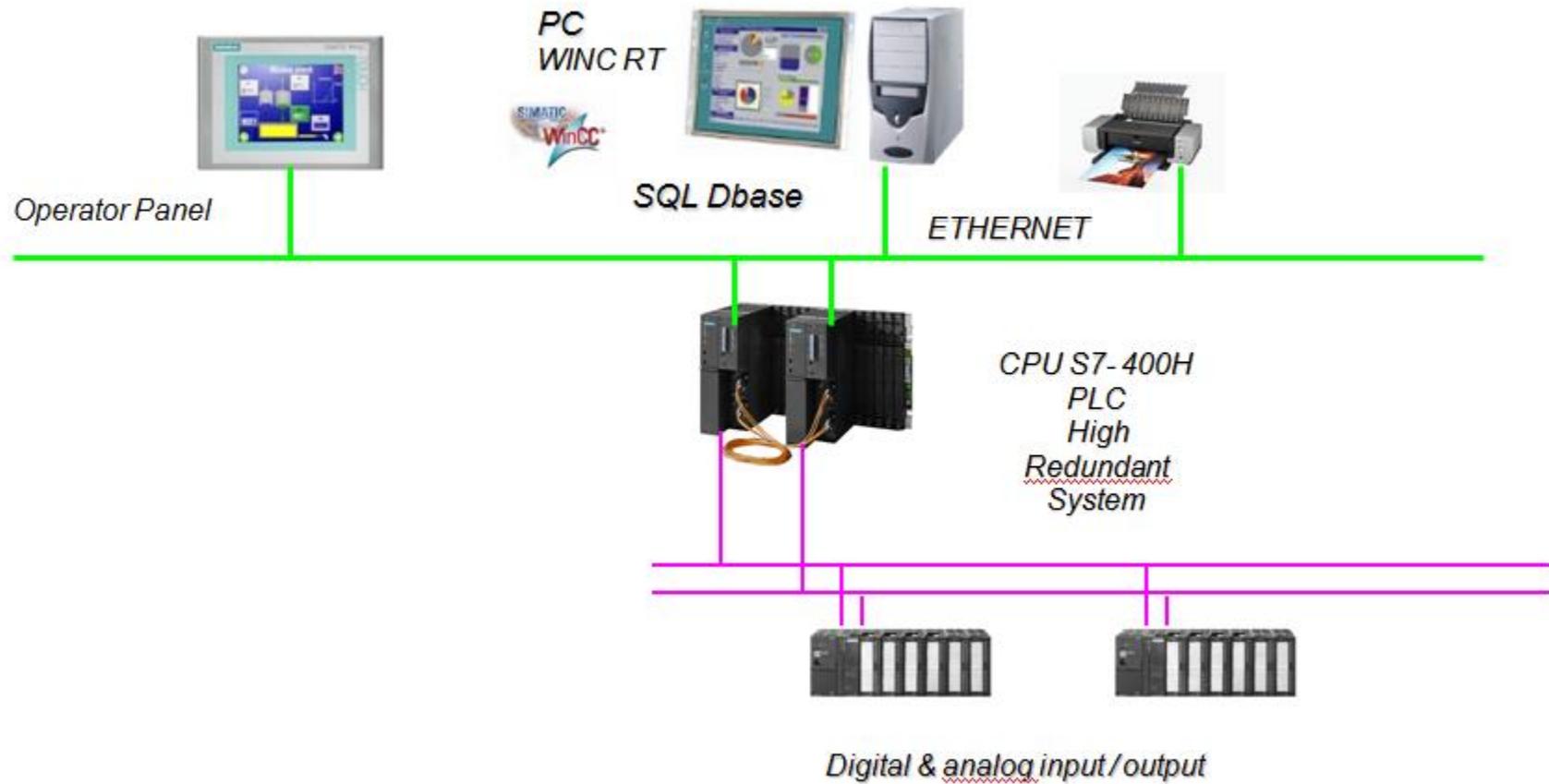
1	<b>US</b> (da realizzare)	
2	Porta REI 120 (da realizzare)	
3	Porta REI 120 (ipotesi)	
4	Porta REI	
5	Porta REI 120 (da realizzare)	
6	Porta REI 120	<b>US</b>
7	Porta (da realizzare)	
8	Porta REI 120	
9	Porta REI 120	<b>US</b>
10	Porta esistente	
11	<b>US</b> (2 battenti)	
12	Porta esistente	
13	Porta esistente	
14	Porta REI	
15	Porta REI	
16	Porta REI (da realizzare)	
17	porta REI (da realizzare)	
18	Porta REI 120	
19	Serranda tagliafuoco in condotta	
20	Serranda tagliafuoco in condotta	
21	Griglia lamellare fissa o mobile	
22	Cancellata	<b>US ?</b>
23	Porta esistente	<b>US ?</b>
24	Portone metallico a soffietto	
25	<b>US</b> (6 battenti)	
26	barriera al fuoco mobile h=0	
27	<b>US</b> (8 battenti)	
28	sistema 3 saracinesche	
29	Porta a vetri entrata OVS	<b>US</b>
30	porta interna di comunicazione	
31	Porta interna (da chiudere)	
32	Porta int. di comunic.	
33	Porta int. di comunic.	
34	porta REI 120 (da realizz.)	<b>US</b>
35	EFFC F400/2 per deposito supermercato	
36	EFFC F400/2 per supermercato	
37	EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS	
38	Porta int. comunic.	
39	n.6 porte int. di comunic.	

**CASO 1 – EMERGENZA IN SUPERMERCATO (compartimento: circa 1600 m<sup>2</sup>)**

Rif.	ELEMENTO	STATO
1	<b>US</b> (da realizzare)	ON
2	Porta REI 120 (da realizzare)	ON
3	Porta REI 120 (ipotesi)	OFF
4	Porta REI	OFF
5	Porta REI 120 (da realizzare)	ON
6	Porta REI 120 <b>US</b>	<b>ND</b>
7	Porta (da realizzare)	ON
8	Porta REI 120	OFF
9	Porta REI 120 <b>US</b>	<b>ON</b>
10	Porta esistente	ON
11	<b>US</b> (2 battenti)	ON
12	Porta esistente	ON
13	Porta esistente	ON
14	Porta REI	ON
15	Porta REI	ON
16	Porta REI (da realizzare)	OFF
17	porta REI (da realizzare)	OFF
18	Porta REI 120	OFF
19	Serranda tagliafuoco in condotta	ND
20	Serranda tagliafuoco in condotta	ND
21	Griglia lamellare fissa o mobile	ND
22	Cancellata <b>US ?</b>	<b>ON</b>
23	Porta esistente <b>US ?</b>	<b>ND</b>
24	Portone metallico a soffietto	ON
25	<b>US</b> (6 battenti)	ON
26	barriera al fuoco mobile h=0	OFF
27	<b>US</b> (8 battenti)	ON
28	sistema 3 saracinesche	OFF
29	Porta a vetri entrata OVS <b>US</b>	<b>ON</b>
30	porta interna di comunicazione	ON
31	Porta interna (da chiudere)	OFF
32	Porta int. di comunic.	ON
33	Porta int. di comunic.	ON
34	porta REI 120 (da realizz.) <b>US</b>	<b>ND</b>
35	EFFC F400/2 per deposito supermercato	OFF
36	EFFC F400/2 per supermercato	ON
37	EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS	OFF
38	Porta int. comunic.	OFF
39	n.6 porte int. di comunic.	ON
40	porta interna o vano aperto (da realizzare)	ND

**CASO 2 – EMERGENZA IN TRANSITO MERCI (compartimento: circa 600 m<sup>2</sup>)**

Rif.	ELEMENTO	STATO
1	<b>US</b> (da realizzare)	ON
2	Porta REI 120 (da realizzare)	ON
3	Porta REI 120 (ipotesi)	OFF
4	Porta REI	OFF
5	Porta REI 120 (da realizzare)	ON
6	Porta REI 120 <b>US</b>	ON
7	Porta (da realizzare)	OFF
8	Porta REI 120	OFF
9	Porta REI 120 <b>US</b>	OFF
10	Porta esistente	ND
11	<b>US</b> (2 battenti)	ON
12	Porta esistente	OFF
13	Porta esistente	OFF
14	Porta REI	OFF
15	Porta REI	OFF
16	Porta REI (da realizzare)	OFF
17	porta REI (da realizzare)	ON
18	Porta REI 120	OFF
19	Serranda tagliafuoco in condotta	ON
20	Serranda tagliafuoco in condotta	OFF
21	Griglia lamellare fissa o mobile	ND
22	Cancellata <b>US ?</b>	ON
23	Porta esistente <b>US ?</b>	ON
24	Portone metallico a soffietto	OFF
25	<b>US</b> (6 battenti)	ND
26	barriera al fuoco mobile h=0	ND
27	<b>US</b> (8 battenti)	ND
28	sistema 3 saracinesche	ND
29	Porta a vetri entrata OVS <b>US</b>	ND
30	porta interna di comunicazione	ND
31	Porta interna (da chiudere)	OFF
32	Porta int. di comunic.	ND
33	Porta int. di comunic.	ND
34	porta REI 120 (da realizz.) <b>US</b>	ND
35	EFFC F400/2 per deposito supermercato	OFF
36	EFFC F400/2 per supermercato	OFF
37	EFFC F400/2 per transito merci e deposito OVS	ON
38	Porta int. comunic.	ND
39	n.6 porte int. di comunic.	ND
40	porta interna o vano aperto (da realizzare)	ND



# Analisi dei costi

Costo di un SEFFC:

40 ÷ 70 €/m<sup>2</sup>

*(Statistica su ultimi 2 anni)*

Costo macchine di ventilazione = 100

Costo canalizzazioni e serrande = 100 ÷ 400

Impianto elettrico di emergenza

Impianto elettrico di azionamento (eventuale PLC)