ENGINEERING TOMORROW

Danfoss Fire Fighting

Sistemi ad acqua nebulizzata ad alta pressione

A cura di: Antonio Terio

24 Maggio 2019, DANFOSS presso Ordine degli Ingegneri di Bari

- ✓ **D**esign del sistema SEM-SAFE®
- ✓ **E**sercizi di dimensionamento

ENGINEERING **TOMORROW**

Hotel - Situazione tipica

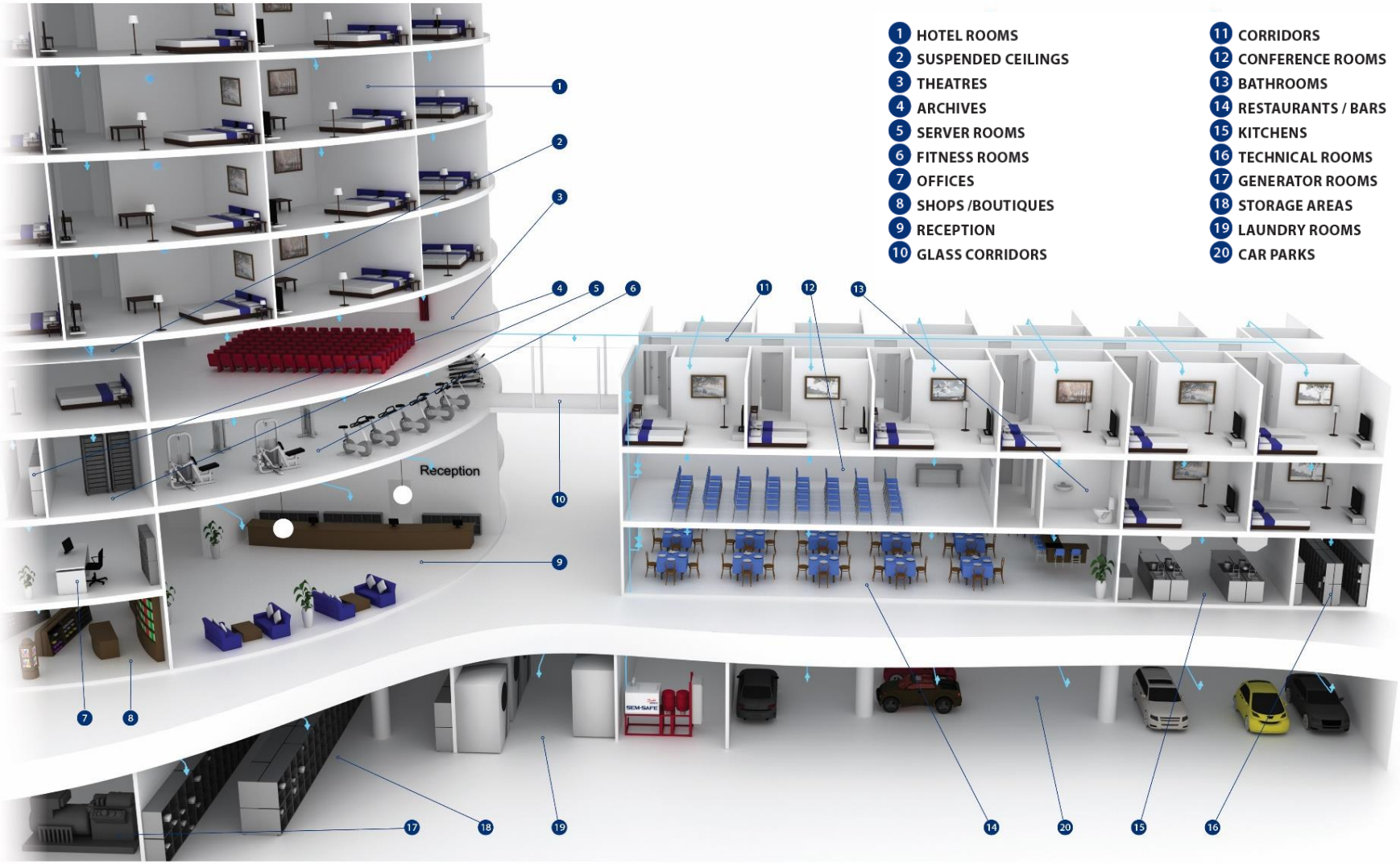
Il **progettista** incaricato per la specifica tecnica ed il **consulente antincendio** incaricato della strategia antincendio stanno valutando la protezione attiva di un hotel che sorgerà in un edificio di 80 metri nel centro cittadino.

Sono abituati ad usare **sistemi a sprinkler** per lo spegnimento attivo negli hotel.

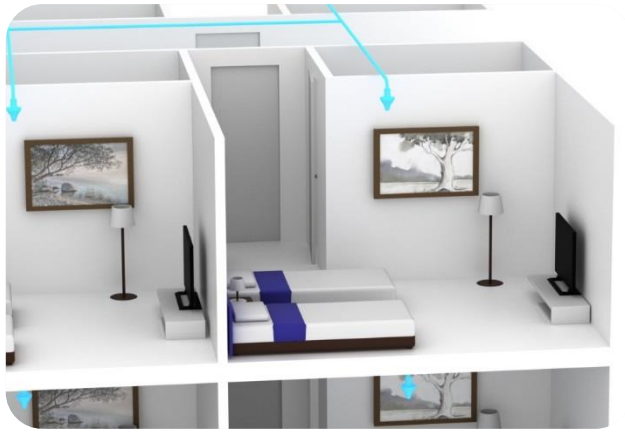
Il loro obiettivo primario è quello di contenere l'**investimento iniziale** – ed avere massime **garanzie** sul sistema specificato

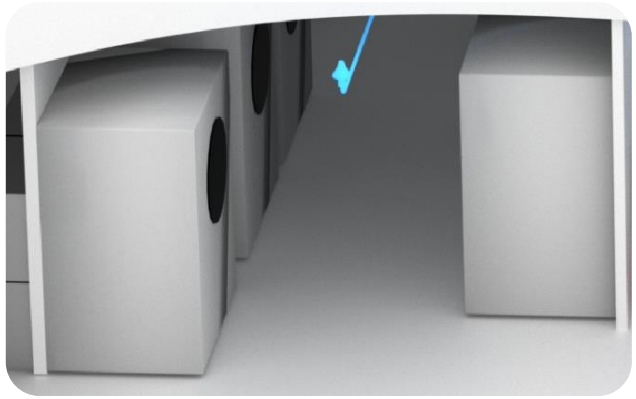
- Accettano solo sistemi approvati
- Per rimanere nella loro comfort zone vogliono documentazione
- Vogliono soluzioni semplici

Scenario d’incendio tipico – tutte le aree dell’hotel



Aree di rischio OH1 secondo EN 12845





- *Camere da letto*
- *Controsoffitti*
- *Aree fitness*
- *Uffici*
- *Area ricevimento / Lobby*
- *Corridoi*
- *Bagni*
- *Ristoranti / bar*
- *Cucine*
- *Locali tecnici con superficie inferiore a 50m²*
- *Aree di vendita e deposito con superficie inferiore a 50m²*
- *Lavanderie con superficie inferiore a 50m²*

ENGINEERING TOMORROW

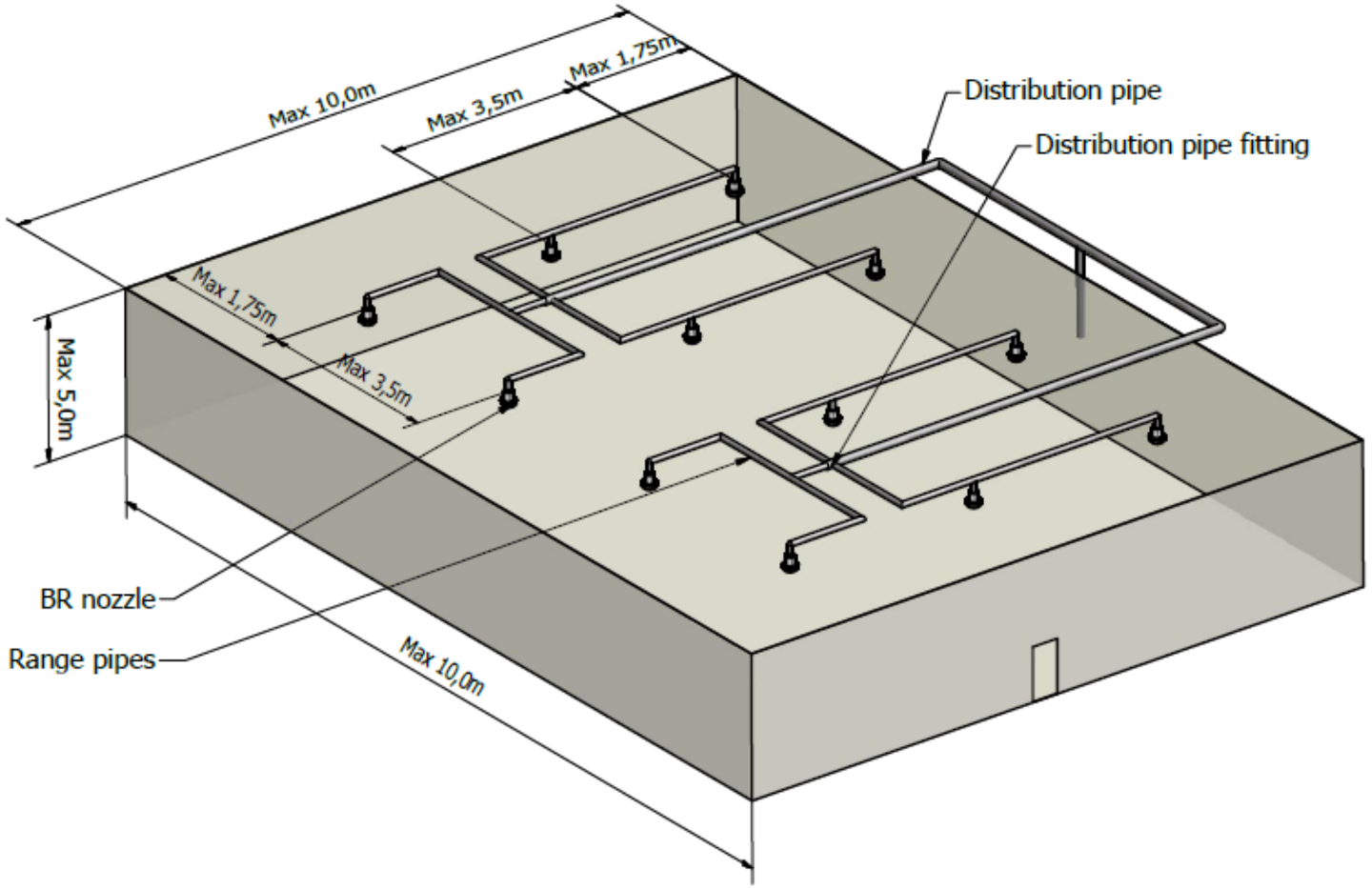
Aree di rischio OH2 secondo EN 12845

- *Autorimessa interrata non meccanizzata*
- *Autorimessa fuori terra completamente chiusa e non meccanizzata*

ENGINEERING TOMORROW

Aree di rischio con presenza di liquidi infiammabili

- *Locale gruppo elettrogeno con volume inferiore a 500m3*



ENGINEERING TOMORROW

Principali preoccupazioni e domande tipiche…

- Che differenza di prezzo c'è tra Water Mist e Sprinkler?
- Il sistema è approvato (sottointende preferenza per storicità sprinkler)?
- Dove mettere la riserva idrica?
- Quali sarebbero i danni dell'acqua e della pulizia dopo il rilascio della scarica (effettiva o accidentale)?

ENGINEERING TOMORROW

Sistema Proposto – VdS Approval

Il test di tutte le componenti del sistema viene effettuato da parte di VdS

Il Design, installation, operation and maintenance manual (DIOM) è approvato da parte di VdS

La produzione riceve audit ed approvazione da parte di VdS

Vengono effettuate 3 prove d'incendio confrontando le prestazioni con un sistema sprinkler di riferimento

VdS assiste a 3 prove di classificazione

Erogatore UC per controsoffitti

SKETCH REFERENCE	
FIRE TEST PROTOCOL	VdS Raised Sub floors and Suspended Ceilings
NOZZLE ORIENTATION	Upright
NOZZLE DESIGNATION	HDNU-0-12-1.62-57 (UC)
NOZZLE DESIGN PRESSURE	60 bar
NOZZLE K FACTOR	1.62
INSTALLATION HEIGHT	Max ceiling height 0.3m to 0.8m
MAX NOZZLE SPACING	5.0 m
TEMPERATURE RATING	57°C Frangible glass bulb provided as standard
MAX DISTANCE FROM WALL	Half spacing (i.e. 2.5 m)
NOZZLE DATA SHEET	001-01-00042
DANFOSS SEMCO A/S ITEM NUMBER	114300

VdS OH1 suspended ceiling and sub-floor

Erogatore BL per stanze hotel

SKETCH REFERENCE	
FIRE TEST PROTOCOL	VdS Hotel
NOZZLE ORIENTATION	Pendent
NOZZLE DESIGNATION	HDNP-0-12-7.70-57 (BL)
NOZZLE DESIGN PRESSURE	60 bar
NOZZLE K FACTOR	7.70
INSTALLATION HEIGHT	Max ceiling height 5.0m
MAX NOZZLE SPACING	4.25 m
TEMPERATURE RATING	57°C frangible glass bulb provided as standard.
MAX DISTANCE FROM WALL	Half spacing (i.e. 2.13 m)
NOZZLE DATA SHEET	001-01-00043
DANFOSS SEMCO A/S ITEM NUMBER	114287

VdS OH1 Hotel

Erogatore OF per uffici

SKETCH REFERENCE	
FIRE TEST PROTOCOL	VdS Office
NOZZLE ORIENTATION	Pendent
NOZZLE DESIGNATION	HDNP-0-12-6.28-57 (OF)
NOZZLE DESIGN PRESSURE	60 bar
NOZZLE K FACTOR	6.28
INSTALLATION HEIGHT	Max ceiling height 4.0m
MAX NOZZLE SPACING	4.8 m
TEMPERATURE RATING	57°C frangible glass bulb provided as standard.
MAX DISTANCE FROM WALL	Half spacing (i.e. 2.4 m)
NOZZLE DATA SHEET	001-01-00039
DANFOSS SEMCO A/S ITEM NUMBER	114283

VdS OH1 Office

Erogatore UG per autorimesse

SKETCH REFERENCE	
FIRE TEST PROTOCOL	VdS Garage
NOZZLE ORIENTATION	Upright
NOZZLE DESIGNATION	HNDU-0-12-6.27-57 (UG)
NOZZLE DESIGN PRESSURE	60 bar
NOZZLE K FACTOR	6.27
INSTALLATION HEIGHT	Max ceiling height 3m
MAX NOZZLE SPACING	4.25m
TEMPERATURE RATING	57°C frangible glass bulb provided as standard.
MAX DISTANCE FROM WALL	Half spacing (i.e. 2.1 m)
NOZZLE DATA SHEET	001-01-00044
DANFOSS SEMCO A/S ITEM NUMBER	114288

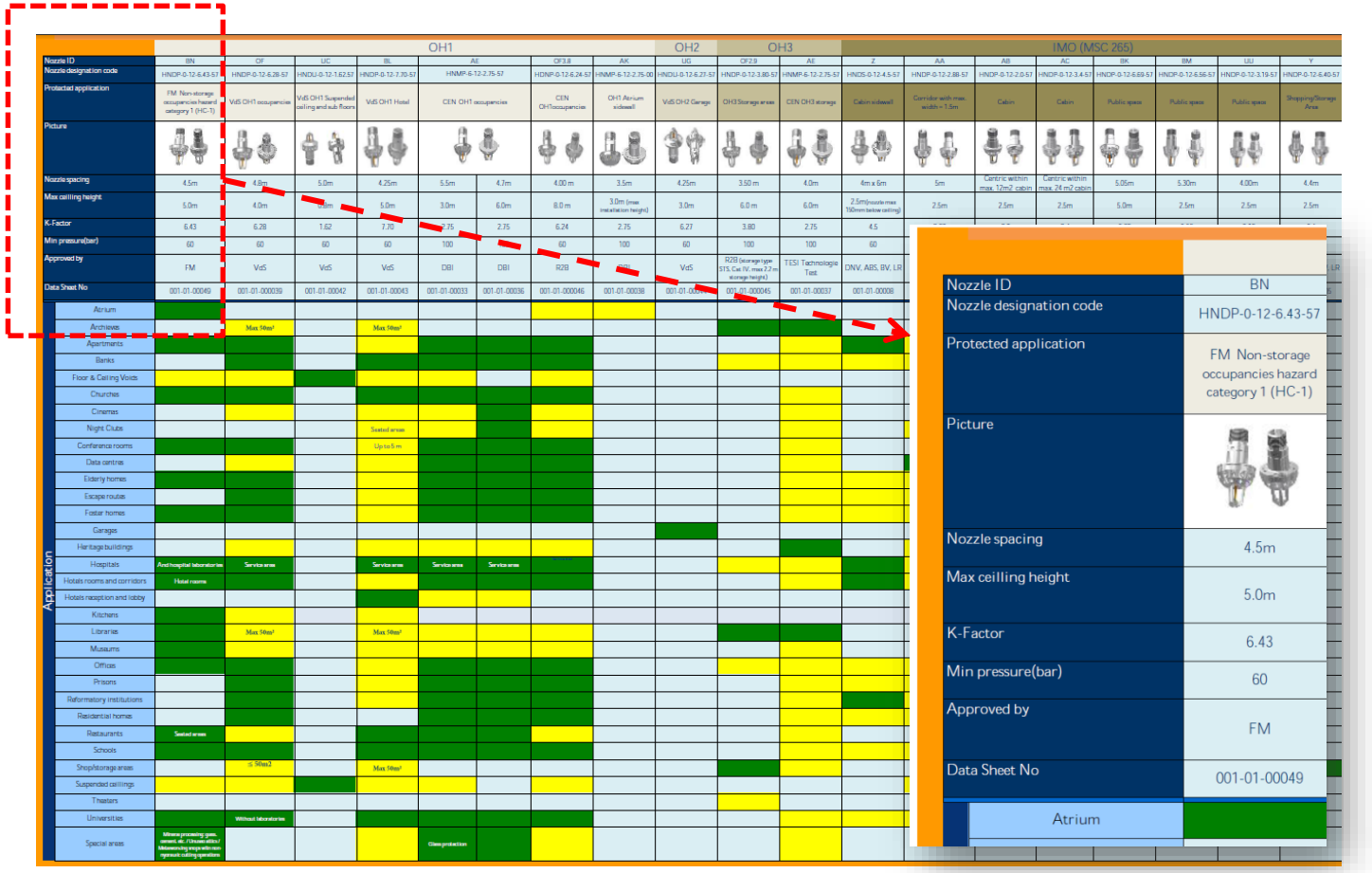
VdS OH2 Garage

Erogatore BR per machinery spaces

SKETCH REFERENCE	
FIRE TEST PROTOCOL	VdS Machinery Spaces and Special Hazard Machinery Spaces with Volumes Exceeding 260 m^3 but not Exceeding 500m^3
NOZZLE ORIENTATION	Pendent
NOZZLE DESIGNATION	HNDP-0-12-1.86-00 (BR)
NOZZLE DESIGN PRESSURE	60 bar
NOZZLE K FACTOR	1.86
INSTALLATION HEIGHT	Max ceiling height 5.0m
MAX NOZZLE SPACING	3.5 m
MAX DISTANCE FROM WALL	Half spacing (i.e. 1.75 m)
NOZZLE DATA SHEET	001-01-00048
DANFOSS SEMCO A/S ITEM NUMBER	114308

VdS Machinery spaces 500m3 acc. FM 5560

Scelta dell’erogatore



Adobe Acrobat Document

Industrial

Adobe Acrobat Document

Commercial

ENGINEERING TOMORROW

Calcolo della portata degli erogatori in lpm

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Where:

Q = Flow from the nozzle (l/min)

K = Nozzle K factor (lpm/bar^½)

P = Pressure at the nozzle (bar)

VdS **UC** nozzle: Q = √p x k => Q = √…. x …. = **…. lpm**

VdS **BL** nozzle: Q = √p x k => Q = √…. x …. = **…. lpm**

VdS **OF** nozzle: Q = √p x k => Q = √…. x …. = **…. lpm**

VdS **UG** nozzle: Q = √p x k => Q = √…. x …. = **…. lpm**

VdS **BR** nozzle: Q = √p x k => Q = √…. x …. = **…. lpm**

ENGINEERING **TOMORROW**

Area operativa

- (OH1) Secondo la EN 12845: …. m² per sistemi a umido
- (OH2) Secondo la EN 12845: …. m² per sistemi a preazione

Table 3 — Design criteria for LH, OH and HHP

Hazard Class	Design Density mm/min	Area of Operation m²	
		Wet or pre-action	Dry or alternate
LH	2,25	84	Not allowed Use OH1
OH1	5,0	72	90
OH2	5,0	144	180
OH3	5,0	216	270
OH4	5,0	360	Not allowed Use HHP1
HHP1	7,5	260	325
HHP2	10,0	260	325
HHP3	12,5	260	325
HHP4	deluge (see NOTE)		

NOTE Needs special consideration. Deluge systems are not covered by this standard.

ENGINEERING TOMORROW Danfoss

Calcolo del numero di erogatori simultaneamente operativi

In base all'area di copertura nominale degli erogatori si è stabilito che il numero di testine simultaneamente operative da considerare (in linea teorica) nel calcolo idraulico è pari a:

N°…. VdS **UC** nozzle

N°…. VdS **BL** nozzle

N°…. VdS **OF** nozzle

N°…. VdS **UG** nozzle

N°…. VdS **BR** nozzle (tutti quelli installati nel locale)

Individuazione dell'area a maggior richiesta idrico

Formula & Definitions

$$Q_{MAX} = Q \cdot N_{OP}$$

Where:

Q_{MAX} = Total flow for the area (l/min)

Q = Flow from the nozzle (l/min)

N_{OP} = Total number of nozzles within operation area or room concerned

Calcolare la portata totale dell'area a maggior richiesta idrica:

Qmax = Q * Nop = …. lpm * …. = **…. lpm**

ENGINEERING TOMORROW

Alimentazione idrica – capacità del serbatoio

Anche la durata dell'alimentazione dei sistemi water mist è stata definita sulla base della classificazione del rischio delle aree da proteggere ed è stata ricavata per analogia con la corrispondente durata dell'alimentazione di un sistema sprinkler di tipo tradizionale che si dovrebbe utilizzare nell'area in esame. Tale durata minima prevista è secondo la UNI EN 12845 di 60 minuti per Ordinary Hazard Group 1 e 2 occupancies.

- Portata massima = …. lpm
- Per 60 minuti: 60 x …. = circa **…. m³ di riserva**

- **Il serbatoio può essere condiviso con il serbatoio esistente per altri impianti idrici**

ENGINEERING TOMORROW

Scegliere l'unità di pompaggio

Secondo la TS 14972 la portata dell'unità di pompaggio deve essere incrementata del 10% (analogamente secondo NFPA 750, 20% per FM).

Power requirement at 100% flow

			Motor nominal power supply @ 3 x 400VAC / 50Hz								
			18,5 kW			22 kW			30 kW		
Pump unit without spare pump	High-pressure pumps	Max flow [l/min]	Max pres-sure [bar]	Power consumption [kW / Amps]	Start current [amps]	Max pres-sure [bar]	Power consumption [kW/ Amps]	Start current [amps]	Max Pres-sure [bar]	Power consumption [kW / Amps]	Start current [amps]
HPE-10-080-0000-P	1	112	80	18.5 / 34.5	259	95	22/41	308	130	30 / 56	420
HPE-20-080-0000-P	2	224	80	37 / 69	294	95	44/82	349	130	60 / 112	476
HPE-30-080-0000-P	3	336	80	55.5 / 103.5	329	95	66/123	390	130	90 / 168	532
HPE-40-080-0000-P	4	448	80	74 / 138	363	95	88/164	431	130	120 / 224	588
HPE-50-080-0000-P	5	560	80	92.5 / 172.5	398	95	110/205	472	130	150 / 280	644
HPE-60-080-0000-P	6	672	80	111 / 207	432	95	132/246	513	130	180 / 336	700
HPE-70-080-0000-P	7	784	80	129.5 / 241.5	467	95	154/287	554	130	210 / 392	756
HPE-80-080-0000-P	8	896	80	148 / 276	501	95	176/328	595	130	240 / 448	812
HPE-20-063-0000-P	2	176	100	37 / 69	294	120	44/82	349	140	60 / 112	476
HPE-30-063-0000-P	3	264	100	55.5 / 103.5	329	120	66/123	390	140	90 / 168	532
HPE-40-063-0000-P	4	352	100	74 / 138	363	120	88/164	431	140	120 / 224	588

ENGINEERING TOMORROW

Calcolo della portata degli erogatori in lpm

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

Where:

Q = Flow from the nozzle (l/min)

K = Nozzle K factor (lpm/bar^½)

P = Pressure at the nozzle (bar)

VdS **UC** nozzle: Q = √p x k => Q = √60 x 1.62 = **12.5 lpm**

VdS **BL** nozzle: Q = √p x k => Q = √60 x 7.70 = **59.6 lpm**

VdS **OF** nozzle: Q = √p x k => Q = √60 x 6.28 = **48.6 lpm**

VdS **UG** nozzle: Q = √p x k => Q = √60 x 6.27 = **48.5 lpm**

VdS **BR** nozzle: Q = √p x k => Q = √60 x 1.86 = **14.4 lpm**

Area operativa

- (OH1) Secondo la EN 12845: 72 m² per sistemi a umido
- (OH2) Secondo la EN 12845: 144 m² per sistemi a preazione

Table 3 — Design criteria for LH, OH and HHP

Hazard Class	Design Density mm/min	Area of Operation m²	
		Wet or pre-action	Dry or alternate
LH	2,25	84	Not allowed Use OH1
OH1	5,0	72	90
OH2	5,0	144	180
OH3	5,0	216	270
OH4	5,0	360	Not allowed Use HHP1
HHP1	7,5	260	325
HHP2	10,0	260	325
HHP3	12,5	260	325
HHP4	deluge (see NOTE)		

NOTE Needs special consideration. Deluge systems are not covered by this standard.

ENGINEERING TOMORROW Danfoss

Calcolo del numero di erogatori simultaneamente operativi

In base all'area di copertura nominale degli erogatori si è stabilito che il numero di testine simultaneamente operative da considerare (in linea teorica) nel calcolo idraulico è pari a:

N°03 VdS **UC** nozzle

N°04 VdS **BL** nozzle

N°04 VdS **OF** nozzle

N°08 VdS **UG** nozzle

N°12 VdS **BR** nozzle (tutti quelli installati nel locale)

Individuazione dell'area a maggior richiesta idrico

Formula & Definitions

$$Q_{MAX} = Q \cdot N_{OP}$$

Where:

Q_{MAX} = Total flow for the area (l/min)

Q = Flow from the nozzle (l/min)

N_{OP} = Total number of nozzles within operation area or room concerned

Calcolare la portata totale dell'area a maggior richiesta idrica:

Qmax = Q * Nop = 48.6 lpm * 8 = **388.8 lpm**

ENGINEERING TOMORROW

Alimentazione idrica – capacità del serbatoio

Anche la durata dell'alimentazione dei sistemi water mist è stata definita sulla base della classificazione del rischio delle aree da proteggere ed è stata ricavata per analogia con la corrispondente durata dell'alimentazione di un sistema sprinkler di tipo tradizionale che si dovrebbe utilizzare nell'area in esame. Tale durata minima prevista è secondo la UNI EN 12845 di 60 minuti per Ordinary Hazard Group 1 e 2 occupancies.

- Portata massima = 389 lpm
- Per 60 minuti: 60 x 389 = circa **23.5 m³ di riserva**

- **Il serbatoio può essere condiviso con il serbatoio esistente per altri impianti idrici**

ENGINEERING TOMORROW

Scegliere l'unità di pompaggio

Secondo la TS 14972 la portata dell'unità di pompaggio deve essere incrementata del 10% (analogamente secondo NFPA 750, 20% per FM).

Power requirement at 100% flow

			Motor nominal power supply @ 3 x 400VAC / 50Hz								
			18,5 kW			22 kW			30 kW		
Pump unit without spare pump	High-pressure pumps	Max flow [l/min]	Max pres-sure [bar]	Power consumption [kW / Amps]	Start current [amps]	Max pres-sure [bar]	Power consumption [kW/ Amps]	Start current [amps]	Max Pres-sure [bar]	Power consumption [kW / Amps]	Start current [amps]
HPE-10-080-0000-P	1	112	80	18.5 / 34.5	259	95	22/41	308	130	30 / 56	420
HPE-20-080-0000-P	2	224	80	37 / 69	294	95	44/82	349	130	60 / 112	476
HPE-30-080-0000-P	3	336	80	55.5 / 103.5	329	95	66/123	390	130	90 / 168	532
HPE-40-080-0000-P	4	448	80	74 / 138	363	95	88/164	431	130	120 / 224	588
HPE-50-080-0000-P	5	560	80	92.5 / 172.5	398	95	110/205	472	130	150 / 280	644
HPE-60-080-0000-P	6	672	80	111 / 207	432	95	132/246	513	130	180 / 336	700
HPE-70-080-0000-P	7	784	80	129.5 / 241.5	467	95	154/287	554	130	210 / 392	756
HPE-80-080-0000-P	8	896	80	148 / 276	501	95	176/328	595	130	240 / 448	812
HPE-20-063-0000-P	2	176	100	37 / 69	294	120	44/82	349	140	60 / 112	476
HPE-30-063-0000-P	3	264	100	55.5 / 103.5	329	120	66/123	390	140	90 / 168	532
HPE-40-063-0000-P	4	352	100	74 / 138	363	120	88/164	431	140	120 / 224	588

ENGINEERING TOMORROW

Calcolare la pressione richiesta dall'unità di pompaggio

Formula & Definitions

$$P_{REQ} = P_{NOZZLE} + P_{SMAX}$$

Where:

P_{REQ} = Pressure required (bar)

P_{NOZZLE} = Pressure required at the nozzle (bar)

P_{SMAX} = Total pressure drop in system pipework – hydraulic calculation

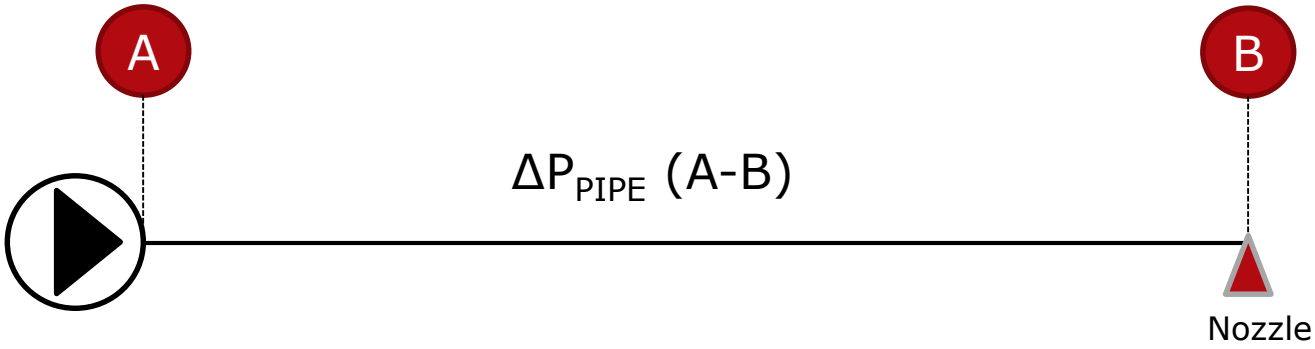
The Darcy Weisbach calculation method
Is used for calculating high-pressure water mist systems. **According to NFPA 750 chapter 9.2*

The flow in an optimised high-pressure water mist piping system will be turbulent with relatively high flow speed compared to a design in a sprinkler system

The Hazen-Williams calculation method
Only to be used for water mist /sprinkler systems with working pressures not exceeding 12 bar
**According to NFPA750 chapter 9.3*

ENGINEERING TOMORROW

Calcolo delle perdite di carico



$$\Delta P_{PIPE} = \lambda \cdot l \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{200} \cdot d$$

Where:

ΔP_{PIPE} = Pipe pressure drop (bar)

λ = Resistance according to moody chart

l = Length of pipe (m)

ρ = Density of water (998,2 kg/m^3 at 20°C)

v = Flow velocity (m/s)

d = Inner diameter of pipe (mm)

La resistenza specifica complessiva di un sistema di tubazioni ΔP è la somma delle singole perdite di pressione:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{PIPE} + \Sigma \Delta P_{HEIGHT} + \Sigma \Delta P_{FITTING}$$

ENGINEERING TOMORROW

Tabella per dimensionamento tubazioni

ASTM A269 – AISI 316L

TUBE OD [mm]	WALL THICK [mm]	TUBE ID [mm]	TUBE AREA [mm²]	WORK PRESS [bar]	APROX FLOW* [l/min]	WEIGHT PR METER [kg/m]	WEIGHT [kg]	
							3m	6m
10*	1	8	50	258	21	0.225	0.675	1.350
10	1.5	7	38	387	16	0.319	0.957	1.914
10	2	6	28	516	12	0.401	1.203	2.406
12	1	10	79	215	33	0.275	0.825	1.650
12*	1.5	9	64	322	27	0.394	1.182	2.364
12	2	8	50	430	21	0.501	1.503	3.006
15*	1.5	12	113	258	47	0.507	1.521	3.042
15	2	11	95	344	40	0.651	1.953	3.906
16	1.5	13	133	242	56	0.545	1.635	3.270
16	2	12	113	322	47	0.701	2.103	4.206
18	1.5	15	177	215	74	0.620	1.860	3.720
18	2	14	154	287	65	0.801	2.403	4.806
20	1.5	17	227	193	95	0.695	2.085	4.170
20	2	16	201	258	84	0.901	2.703	5.406
22	2	18	255	234	107	1.002	3.006	6.012
25	2	21	346	206	145	1.152	3.456	6.912
25	2.5	20	314	258	132			
28	2	24	452	184	190	1.302	3.906	7.812
30	2	26	531	172	223			
30	3	24	452	258	190	2.028	6.084	12.168

Based on flow velocity of 7 m/s and preferred sizes shown in yellow

ENGINEERING TOMORROW

Tabella per dimensionamento tubazioni

ASTM A269 – AISI 316L

	TUBE OD [mm]	WALL THICK [mm]	TUBE ID [mm]	TUBE AREA [mm²]	WORK PRESS [bar]	APROX FLOW* [l/min]	WEIGHT PR METER [kg/m]	WEIGHT [kg]	
								3m	6m
Sched 10S	33.4	2.77	27.86	610	214	256	2.090	6.27	12.54
Sched 40S	33.4	3.38	26.64	557	261	234	2.500	7.50	15.00
Sched 80S	33.4	4.55	24.30	464	351	195	3.240	9.72	19.44
ASTM A269 – AISI 316L	38	3.00	32.00	804	204	338	2.629	7.89	15.77
	38	4.00	30.00	707	272	297			
Sched 10S	42.2	2.77	36.66	1056	169	443	2.700	8.10	16.20
Sched 40S	42.2	3.56	35.08	967	218	406	3.390	10.17	20.34
Sched 80S	42.2	4.85	32.50	830	296	348	4.470	13.41	26.82
Sched 40S	48.3	3.68	40.94	1317	197	553	4.050	12.15	24.30
Sched 80S	48.3	5.08	38.14	1143	271	480	5.410	16.23	32.46
Sched 40S	60.3	3.91	52.48	2163	167	908	5.440	16.32	32.64
Sched 80S	60.3	5.54	49.22	1903	237	799	7.480	22.44	44.88

Based on flow velocity of 7 m/s and preferred sizes shown in yellow

ENGINEERING TOMORROW

Software di calcolo delle perdite di carico

Pressure drop calculation

SEM-SAFE BLA 28. Aug. 96

Project: EXAMPLE Section: Nozzle: Temperature: 20°C

										Pipe						Height		Bendings		T-pieces		Valves		Fittings	
		D	t	d_{hy}	A	Q	v	ν	ρ	Re	κ	κ/d_{hy}	λ	l	Δp_{pipe}	h	Δp_{height}	ς_{90}	n	ς_T	n	ς_V	n	$\Sigma\varsigma$	$\Delta p_{fitt.}$
Fr.	To	mm	mm	mm	mm²	l/min	m/s	mm²/s	kg/m³		mm			m	Bar	m	Bar								Bar
0	1	48,3	3,66	41,0	1319	540	6,8	1,004	998,2	2,8E+05	0,002	4,9E-05	0,015	35,0	2,98	21	2,06	0,15	6			2,2	1	3,1	0,72
1	2	42,2	2,77	36,7	1056	432	6,8	1,004	998,2	2,5E+05	0,002	5,5E-05	0,015	8,0	0,76	5	0,49								
2	3	42,2	2,77	36,7	1056	216	3,4	1,004	998,2	1,2E+05	0,002	5,5E-05	0,018	16,0	0,46		0,00								
3	4	42,2	2,77	36,7	1056	108	1,7	1,004	998,2	6,2E+04	0,002	5,5E-05	0,020	12,0	0,10		0,00								
4	5	10,0	1,00	8,0	50	18	6,0	1,004	998,2	4,8E+04	0,002	2,5E-04	0,022	5,0	2,44		0,00								
5	6	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
6	7	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
7	8	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
8	9	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
9	10	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
10	11	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
11	12	10,0	0,00	10,0	79		0,0	1,004	998,2	0,0E+00	0,002	2,0E-04			0,00		0,00								
Calculated according to Danish Shipyard Standard DVS 09012 , converted to SI - unit.															6,73		2,55								

D	mm	Pipe diameter	d_{hy}	=	D - 2t
t	mm	Wall thickness			
d_{hy}	mm	Internal diameter	A	=	$\pi * d_{hy}^2 / 4$
A	mm²	Cross-sectional area			
Q	l/min	Volume flow	v	=	$1000 * Q / (A * 60)$
v	m/s	Flow velocity			
ν	mm²/s	Kinematic viscosity	Re	=	$1000 * v * d_{hy} / \nu$
ρ	kg/m³	Density			
Re		Reynold number	Δp_{pipe}	=	$\lambda * l * \rho * v^2 / (200 * d_{hy})$
κ	mm	Roughness			
λ		Specific resistance, pipe	Δp_{height}	=	$h * \rho * g / 100.000$
l	m	Pipe length			
Δp_{pipe}	Bar	Pressure drop, pipe	$\Sigma\varsigma$	=	$(\varsigma_{90} * n) + (\varsigma_T * n) + (\varsigma_V * n)$
h	m	Height of water column			
g	m/s²	Gravitation	$\Delta p_{fitt.}$	=	$\Sigma\varsigma * \rho * v^2 / 200.000$
Δp_{height}	Bar	Pressure drop, water column			
ς		Specific resistance	ν	=	1,004 mm²/s at 20°C
n		Number	ρ	=	998,2 kg/m³ at 20°C
$\Sigma\varsigma$		Total specific resistance	g	=	9,81 m/s²
$\Delta p_{fitt.}$	Bar	Pressure drop, fitting	κ	=	0,002 for Stainless pipe

For bending:

For T-side flow:

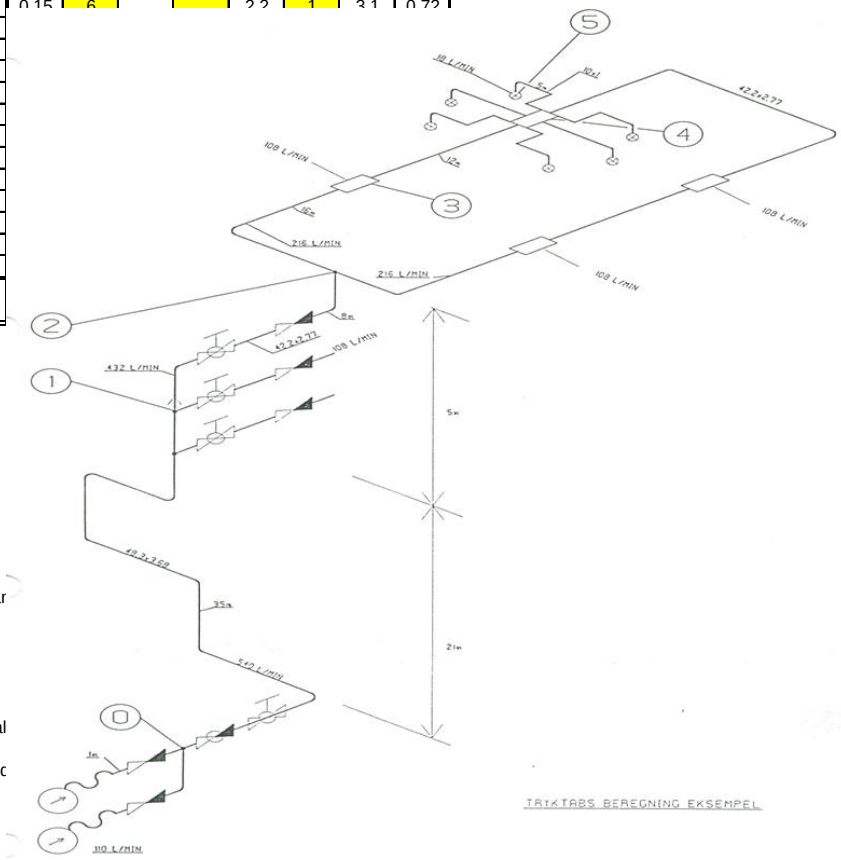
For T-thought flow ar

Ball valve

Non-return valve:

Section and main val

λ according to d



ENGINEERING TOMORROW Danfoss


THANK YOU

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss Fire Fighting

Contact: Antonio Terio (+39 340 3253312)
E-mail: ate@danfoss.com

www.danfoss-semco.com