

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

EQUIPMENTS – IMPIANTI

EQUIPMENTS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE – IMPIANTI DI SPEGNIMENTO INCENDI
GENERALITES – GENERALE
GENERALITES – ELABORATI GENERALI

EQUIPMENTS DE PULVERISATION D'EAU – ETUDE DE DIMENSIONNEMENT
IMPIANTO AD ACQUA NEBULIZZATA – RELAZIONE DI CALCOLO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
		Revisions précédentes phase PD2 (1684_A) et de PR (0609_A)/ Revisióni precedenti di fase PD2 (1684_A) e di PR (0609_A)			
B	15/11/2016	Première diffusion phase PRF-PRV/Prima diffusione fase PRF/PRV	S. MICELI	G. BOVA C. OGNIBENE	M.FORESTA A. MORDASINI
C	15/01/2017	Passage au statut AP /Passaggio allo stato AP	S. MICELI	G. BOVA C. OGNIBENE	M.FORESTA A. MORDASINI

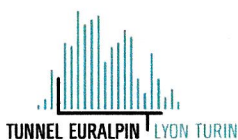


COD E DOC	P	R	V	C	2	B	T	S	3	1	6	8	4	C
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	60	00	00	10	05
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Propriété TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1	RESUME/RIASSUNTO	3
2	DOCUMENTAZIONE APPLICABILE	4
3	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	5
3.1	Generalità.....	5
3.2	Rete di distribuzione	5
3.2.1	Perdite di carico	6
	Perdite di carico distribuite.....	6
	Perdite di carico localizzate.....	6
	Risultati del calcolo idraulico	6
3.3	Gruppi di pompaggio	7
3.4	Accumulo idrico	7
4	DOCUMENTATION APPLICABLE	9
5	DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION	10
5.1	Informations générales.....	10
5.2	Réseau de distribution.....	10
5.2.1	Pertes de charge	11
	Pertes de charge distribuées.....	11
	Pertes de charge localisées	11
	Résultats du calcul hydraulique.....	11
5.3	Groupes de pompage	12
5.4	Stockage d'eau.....	12

1 RESUME/RIASSUNTO

Le présent document constitue le rapport du calcul de la conception finale des systèmes d'eau dans le feu pulvérisation d'eau nouveau chemin de fer Turin frontière - Lyon.

Pour une description des composants et le fonctionnement du système, s'il vous plaît se référer au complexe

PRV_C2B_TS3_1681_60_00_00_10-02:
Equipements de brumisation d'eau -
Rapport technique /*Impianto ad acqua nebulizzata - Relazione Tecnica.*

PR_C2B_TS3_0616_60_00_00_10-12 et
PD2_C2B_TS3_1691_60_00_00_10-12:
Equipements de brumisation d'eau -
Spécifications techniques installation
mécaniques /*Impianto ad acqua nebulizzata - Specifiche Tecniche installazioni meccaniche.*

PR_C2B_TS3_0617_60_00_00_10-13 et
PD2_C2B_TS3_1692_60_00_00_10-13 :
Equipements de brumisation d'eau -
Spécifications techniques installation
électriques /*Impianto ad acqua nebulizzata - Specifiche Tecniche installazioni elettriche.*

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo del Progetto Definitivo degli impianti idrici antincendio ad acqua nebulizzata nella nuova tratta ferroviaria transfrontaliera Torino – Lione.

Per la descrizione dei componenti e del funzionamento dell'impianto si faccia riferimento agli elaborati

PRV_C2B_TS3_1681_60_00_00_10-02:
Equipements de brumisation d'eau -
Rapport technique /*Impianto ad acqua nebulizzata - Relazione Tecnica.*

PR_C2B_TS3_0616_60_00_00_10-12 et
PD2_C2B_TS3_1691_60_00_00_10-12:
Equipements de brumisation d'eau -
Spécifications techniques installation
mécaniques /*Impianto ad acqua nebulizzata - Specifiche Tecniche installazioni meccaniche.*

PR_C2B_TS3_0617_60_00_00_10-13 et
PD2_C2B_TS3_1692_60_00_00_10-13 :
Equipements de brumisation d'eau -
Spécifications techniques installation
électriques /*Impianto ad acqua nebulizzata - Specifiche Tecniche installazioni elettriche.*

2 DOCUMENTAZIONE APPLICABILE

Per i criteri di dimensionamento e le scelte progettuali adottati nel presente progetto sono stati presi a riferimento i seguenti documenti:

- PRFC1TS30003C: *DPS - Annexe 4.1 - Cadre réglementaire du projet et Non Conformités correspondantes – DPS - Allegato 4.1 - Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti.*
- PRC2BTS300010 *Rapport récapitulatif des architectures de sous-système joint au dossier guide. / Relazione riepilogativa delle architetture di sotto-sistema allegata al dossier guida..*
- PRFC1TS30015E - *Etude global des systèmes hydrauliques (Réseau incendie - Système de mitigation - Récolte des liquides dangereux) /Studio globale degli impianti idraulici (Rete antincendio – Impianto di mitigazione - Raccolta liquidi pericolosi).*
- PRFC1TS30016C - *Schéma réseau incendie, système de mitigation et récolte des liquides/ Schema rete antincendio, rete di aspersione e raccolta liquidi pericolosi .*

3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

3.1 Generalità

Per la progettazione in oggetto è stato preso in considerazione un sistema classificato come sistema *Water Mist* ad alta pressione in conformità alle NFPA 750 e UNI 14972, in quanto tale impianto genera una scarica d'acqua in classe 1 (gocce inferiori a 200 micron per il 90% della quantità d'acqua scaricata) secondo le definizioni date in detti riferimenti normativi.

L'impianto sarà corredato da parte del costruttore/realizzatore del sistema di tutta la documentazione atta a dimostrare che sono stati condotti test in scala reale in laboratori internazionalmente riconosciuti, allo scopo di comprendere pienamente le caratteristiche ed il comportamento del sistema. Il sistema previsto impiega una scarica dimensionata in termini di portata, dimensione delle gocce e densità di scarica, in modo tale da ottenere una drastica riduzione dello sviluppo dell'incendio, fino a raggiungerne l'estinzione, od il suo controllo a seconda dei casi. In particolare sono previsti specifici ugelli sono per spruzzare, ad elevata energia cinetica, acqua alla pressione minima di 80-100 bar trasformandola in microgocce ed ottenendo un effetto di nebbia di vapore acqueo nel volume protetto. Il prodotto derivante rimane in sospensione nell'aria ed il grande volume di nebbia d'acqua prodotto migliora l'effetto raffreddante e, allo stesso tempo, permette di sottrarre un'enorme quantità di calore alla fiamma. Questi effetti combinati con la schermatura prodotta dalla nebbia inerte, contribuiscono all'estinzione ed al controllo dell'incendio. In particolare, l'effetto raffreddante della nebbia d'acqua porta ad un rapido calo della temperatura, tale da permettere l'evacuazione delle persone presenti e l'intervento alle squadre di emergenza preposte.

3.2 Rete di distribuzione

Per il dimensionamento dell'impianto si è considerato l'utilizzo di ugelli aventi coefficiente caratteristico di erogazione k pari a 2.9 e funzionanti ad una pressione minima di esercizio di 100 bar. La portata ad ogni ugello è data dalla seguente formula:

$$Q = K \sqrt{10P}$$

dove

Q [l/min]	portata dell'idrante
K [l/(min · MPa ^{0,5})]	coefficiente caratteristico di erogazione (dato fornito dal produttore dell'idrante)
P [MPa]	pressione residua al bocchello

da cui si ricava una portata di circa 30 l/min.

Nel caso in esame, il dimensionamento dell'impianto, è stato fatto considerando la richiesta di progetto (conformemente agli studi funzionali o criteri di sicurezza della CIG) ovvero: all'interno di ciascuna area di sicurezza l'impianto sarà installato in entrambe le canne, a protezione di un tratto di binario lungo 750 metri (in ciascuna canna). Ciascun tratto di 750 metri sarà suddiviso in sezioni di 30 metri comandate ciascuna da una valvola di controllo a diluvio con solenoide. Essendo prevista una contemporaneità di funzionamento di 3 sezioni, per un totale di 90 metri, si determina che la portata totale per 90 ugelli (ciascuna sezione conta 30 ugelli) è di circa 2700 l/min; è tuttavia auspicabile considerare un consumo leggermente maggiore in quanto agli ugelli più vicini alla stazione di pompaggio la pressione è più alta di quella considerata. Si determina pertanto una portata totale di 2800 l/min.

3.2.1 *Perdite di carico*

Per determinare le caratteristiche del gruppo di pressurizzazione sono state calcolate le perdite di carico lungo il percorso individuato come più critico, sulla base della portata contemporanea precedentemente individuata.

Perdite di carico distribuite

Per la determinazione delle perdite di carico delle linee e per il loro relativo dimensionamento è stata applicata la formula di Hazen-Williams prevista dalle normative, per la quale è stato considerato lo scenario descrittivo di seguito:

$$P = \frac{6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

dove

p [mm.c.a.]	perdita di carico unitaria per metro di tubazione
Q [l/min]	portata;
C	costante dipendente dalla natura del tubo (120 per tubi di acciaio)
D [mm]	diametro interno medio della tubazione.

Perdite di carico localizzate

Le perdite di carico localizzate dovute a raccordi, curve, pezzi a T e raccordi a croce, attraverso i quali la direzione del flusso subisce una variazione di 45°, o maggiore, e alle valvole di intercettazione e di ritegno, vengono trasformate in “*lunghezza di tubazione equivalente*”, come specificato nel prospetto seguente, ed aggiunte alla lunghezza reale della tubazioni di uguale diametro.

Lunghezza di tubazione equivalente

Tipo di accessorio	DN								
	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Lunghezza tubazione equivalente, m								
Curva a 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1
Curva a 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3,0	3,6	4,2
Curva a 90° a largo raggio	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7
Pezzo a T o raccordo a croce	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,5	6,0	7,5	9,0
Saracinesca	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9
Valvola di non ritorno	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4

Risultati del calcolo idraulico

Il calcolo idraulico è stato esteso alla condizione idraulicamente più sfavorita nella singola area; sulla base dei risultati ottenuti si sintetizza quanto segue:

- perdita di carico (localizzato e distribuito): 18.99 bar
- pressione minima di scarico all'ugello: 100 bar

- pressione necessaria: 118.99 bar

A fronte di tali valori sono state previste elettropompe aventi prevalenza pari a 120 bar.

3.3 Gruppi di pompaggio

Dai precedenti calcoli si è determinato che la portata che dovrà garantire ciascun gruppo di pompaggio dell'impianto ad acqua nebulizzata a servizio delle aree di sicurezza interna del tunnel di Base è a 2800 l/min con una pressione minima di esercizio agli ugelli di 100 bar.

Considerando un modello disponibile in commercio di pompa ad alta pressione avente portata pari a 153 l/min con una pressione di funzionamento di 120 bar, si calcola che saranno necessarie 18 elettropompe per ciascun gruppo di pompaggio per poter soddisfare le richieste di progetto.

Essendo il numero di pompe per ciascun sito protetto molto elevato, si preferisce per ragioni di trasporto e peso, dividere ciascun gruppo pompe in 2 skid ciascuno composto da 10 elettropompe; si è considerato infatti per ciascuno skid una elettropompa di riserva.

3.4 Accumulo idrico

La riserva idrica è stata dimensionata considerando una lunghezza di aspersione di 90 m, (pari a 3 sezioni), con portate d'acqua pari a circa 2800 l/min e un funzionamento pari a 120 minuti. Il calcolo del volume minimo di accumulo idrico delle vasche antincendio è stato effettuato sulla base della seguente relazione:

$$V_u = Q_{\max} \cdot t$$

dove

V_u	volume utile minimo della vasca d'accumulo
Q_{\max}	portata di progetto
t	durata minima richiesta di intervento.

da cui si ricava che il consumo dell'impianto per tale tempo sarà di circa 330 m³ e, considerando un coefficiente di sicurezza pari a 1,2, si considera un volume utile minimo pari a 400 m³ che, sommato alle richieste di stoccaggio per l'impianto ad idranti pari a 120 m³, determina una riserva idrica all'interno delle aree di sicurezza interne avente capacità utile pari ad almeno 520 m³.

4 DOCUMENTATION APPLICABLE

Pour les critères de dimensionnement et les choix conceptuels adoptés dans le projet présent on a pris comme référence les documents suivants :

- PRFC1TS30003C: *DPS - Annexe 4.1 - Cadre réglementaire du projet et Non Conformités correspondantes – DPS - Allegato 4.1 - Quadro regolamentare del progetto e Non Conformità corrispondenti.*
- PRC2BTS300010 *Rapport récapitulatif des architectures de sous-système joint au dossier guide / Relazione riepilogativa delle architetture di sotto-sistema allegata al dossier guida.*
- PRFC1TS30015E - *Etude global des systèmes hydrauliques (Réseau incendie - Système de mitigation - Récolte des liquides dangereux) /Studio globale degli impianti idraulici (Rete antincendio – Impianto di mitigazione - Raccolta liquidi pericolosi).*
- PRFC1TS30016C - *Schéma réseau incendie, système de mitigation et récolte des liquides – Schema rete antincendio, rete di aspersione e raccolta liquidi pericolosi ".*

5 DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION

5.1 Informations générales

Pour la présente conception il a été considéré un système classé comme système par pulvérisation d'eau à haute pression conformément aux NFPA 750 et UNI 14972, car cette installation produit une décharge d'eau en classe 1 (gouttes inférieures à 200 microns pour 90% de la quantité d'eau déchargée) d'après les définitions données dans ces références réglementaires.

L'installation sera étudiée par le fabricant du système qui devra fournir toute la documentation démontrant que des essais à échelle réelle ont été menés auprès de laboratoires reconnus au niveau international, dans le but de comprendre totalement les caractéristiques et le comportement du système. Le système prévu utilise une décharge dimensionnée en termes de débit, dimension des gouttes et densité de décharge, de sorte à atteindre une réduction significative du développement de l'incendie, jusqu'à en atteindre l'extinction ou son contrôle suivant les cas. En particulier, il est prévu des buses spécifiques pour nébuliser, à une haute énergie cinétique, l'eau à la pression minimale de 80-100 bars la transformant en microgouttes et obtenant un effet de brouillard d'eau dans le volume protégé. Le produit obtenu demeure en suspension dans l'air et le grand volume de brouillard d'eau ainsi produit améliore l'effet refroidissant et en même temps permet de réduire une grande quantité de chaleur à la flamme. Ces effets combinés avec la protection produite par le brouillard inerte, contribuent à l'extinction et au contrôle de l'incendie. En particulier, l'effet refroidissant du brouillard d'eau aboutit à une chute rapide de la température, qui favorise l'évacuation des personnes présentes et l'intervention des équipes de secours.

5.2 Réseau de distribution

Pour le dimensionnement de l'installation il est considéré l'utilisation de buses ayant un coefficient caractéristique k de 2.9 et fonctionnant à une pression minimale de service de 100 bars. Le débit à chaque buse est donné par la formule suivante :

$$Q = K \sqrt{10P}$$

où

Q [l/min]	débit de la buse
K [l/(min · MPa ^{0,5})]	coefficient caractéristique de distribution (donnée fournie par le fabricant de la bouche d'eau)
P [MPa]	pression résiduelle à l'orifice

Ce qui donne un débit d'environ 30 l/min par buse.

Le dimensionnement de l'installation a été mené conformément aux directives de projet (conformément aux études fonctionnelles ou les critères de sécurité de la CIG) soit : à l'intérieur de chaque zone de sécurité l'installation sera mise en place dans les deux tunnels ferroviaires, pour protéger une section de voie de 750 mètres de longueur (dans chaque tunnel). Chaque section de 750 mètres sera divisée en sections de 30 mètres commandées chacune par une électro-vanne de contrôle de débit du déluge. La simultanéité de fonctionnement de 3 sections est prévue, pour un total de 90 mètres. Le débit total pour 90 buses (chaque section affiche 30 buses) est d'environ 2700 l/min ; il est cependant souhaitable de considérer une consommation d'eau légèrement plus élevée car aux buses plus proches du groupe de pompage la pression est plus élevée que celle considérée. L'on obtient donc un débit total de 2800 l/min.

5.2.1 Pertes de charge

Pour définir les caractéristiques du groupe de pressurisation, les pertes de charge sont calculées pour le parcours identifié comme étant le plus critique, sur la base du débit préalablement identifié.

Pertes de charge distribuées

Pour la définition des pertes de charges des lignes, et leur dimensionnement relatif, on a appliqué la formule d'Hazen-Williams prévue par les réglementations, pour laquelle on a considéré le scénario décrit ci-après :

$$p = \frac{6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

où

p [mm.c.a.]	perte de charge unitaire par mètre de tuyau
Q [l/min]	débit ;
C	constante dépendant de la nature du tuyau (120 pour tuyaux en acier)
D [mm]	diamètre intérieur moyen du tuyau.

Pertes de charge localisées

Les pertes de charge localisées dues aux raccordements, vannes, courbes, pièces en T et raccords en croix, sont transformées pour le calcul en « longueur de tuyau équivalente », et ajoutées à la longueur effective des tuyaux ayant le même diamètre comme spécifié dans le tableau ci-après.

Longueur de tuyau équivalent

Type d'accessoire	DN								
	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Longueur tuyau équivalent, m									
Courbe à 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1
Courbe à 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3,0	3,6	4,2
Courbe à 90° à rayon large	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7
Pièce en T ou raccord en croix	1,5	1,8	2,4	3,0	3,6	4,5	6,0	7,5	9,0
Rideau	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9
Clapet de non-retour	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4

Résultats du calcul hydraulique

Le calcul hydraulique a été réalisé pour le réseau hydrauliquement le plus défavorisé dans chaque zone. Sur la base des résultats obtenus, on résume ce qui suit :

- Pertes de charge (localisées ou distribuées) : 18.99 bars
- Pression minimale de décharge à la buse : 100 bars

- Pression nécessaire : 118.99 bars

En fonction de ces valeurs des électropompes de 120 bars de pression ont été prévues.

5.3 Groupes de pompage

Des calculs précédents on a défini que le débit que chaque groupe de pompage de l'installation par pulvérisation d'eau devra assurer pour les zones de sécurité intérieures du tunnel de base est de 2800 l/min, avec une pression minimale de service aux buses de 100 bars.

Considérant un modèle disponible sur le marché de pompe à haute pression ayant un débit de 153 l/min avec une pression de fonctionnement de 120 bars, on estime que 18 électropompes seront nécessaires pour chaque groupe de pompage pour pouvoir satisfaire aux besoins du projet.

Comme le nombre de pompes pour chaque site protégé est très élevé, on préfère pour des raisons de transport et poids, de diviser l'installation en 2 groupes de pompes de chacun 10 électropompes dont une électropompe de secours.

5.4 Stockage d'eau

La réserve hydrique a été dimensionnée en considérant une longueur d'aspersion de 90 m, (soit 3 sections) avec des débits d'eau d'environ 2800 l/min et un fonctionnement de 120 minutes. Le calcul du volume minimum de stockage d'eau des réservoirs incendie a été effectué sur la base de la relation suivante :

$$V_u = Q_{\max} \cdot t$$

où

V_u	Volume utile minimum de la bache de stockage
Q_{\max}	débit de projet
t	Durée maximale requise d'intervention.

D'où l'on obtient que la consommation de l'installation pendant ce délai sera d'environ 330 m³ et, considérant un coefficient de sécurité de 1.2, on considère un volume utile minimum de 400 m³ qui, ajouté aux requêtes de stockage pour l'installation par bouches d'eau de 120 m³, engendre une réserve hydrique à l'intérieur des zones de sécurité ayant un volume utile d'au moins 520 m³.