

# LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

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

REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO - REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE  
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

SITES DE DÉPÔT – SITI DI DEPOSITO  
SITES DE DÉPÔT COTÉ ITALIE – SITI DI DEPOSITO LATO ITALIA  
TORRAZZA PIEMONTE – TORRAZZA PIEMONTE

NOTE DE CALCUL DES CONDUITES D'EVACUATION DES EAUX –  
RELAZIONE DE CALCOLO DEI TUBI PER EVACUAZIONE DELLE ACQUE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	31/01/2013	Première diffusion / Prima emissione	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO
A	08/02/2013	Révision suite aux commentaires LTF / Revisione a seguito commenti LTF	C. SALOT (BG)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	5	5	2	9	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	Statut / Stato		Type / Tipo				

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	30	03	50	10	01

ECHELLE / SCALA

  
Tecnimont  
Civil Construction  
Dot. Ing. Aldo Mancarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n° 0271 R  




  
LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (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 LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF 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

RESUME/RIASSUNTO .....	4
1. INTRODUZIONE .....	5
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
2.1 Documenti di progetto .....	5
2.2 Normativa .....	5
3. ANALISI IDROLOGICA .....	5
4. GESTIONE DELLE ACQUE .....	6
5. ACQUE PIOVANE IN CORRISPONDENZA DEL CUMULO .....	6
6. ACQUE PIOVANE DEL PIAZZALE .....	7
6.1 Bacino di raccolta .....	7
6.2 Calcolo delle portate di progetto.....	9
6.3 Dimensionamento bacino di decantazione e separatore d'olio .....	9
6.3.1 Verifica della sedimentazione.....	9
6.3.2 Verifica della separazione d'olio .....	11
6.3.3 Conclusioni .....	11
7. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE .....	11

## LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b> – Bacino in corrispondenza del piazzale (in rosso) .....	8
<b>Figura 2</b> - Andamento della portata in funzione della sezione liquida in una condotta circolare. $Q_0$ (portata che defluisce per un'area bagnata pari alla sezione della condotta $A_0$ . $Q$ e $A$ sono la portata e l'area bagnata per la sezione liquida considerata. ....	12

## LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1</b> – Valori di riferimento considerati per la determinazione dei parametri $a$ ed $n$ delle linee segnalatrici per l'area di progetto.....	6
<b>Tabella 2</b> – Valori dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica per l'area di progetto riferiti ai tempi di ritorno considerati nello studio. ....	6
<b>Tabella 3</b> – Portate del bacino di raccolta del cumulo. ....	7
<b>Tabella 4</b> – Dati morfometrici dli bacino di raccolta .....	8
<b>Tabella 5</b> – Valori di precipitazione calcolati. ....	9
<b>Tabella 6</b> – Valori delle portate di progetto .....	9
<b>Tabella 7</b> – Velocità della sedimentazione.....	10
<b>Tabella 8</b> – Capacità di decantazione .....	10
<b>Tabella 9</b> – Portate per il cumulo, il piazzale e portata totale $Q_{tot}$ . ....	12
<b>Tabella 10</b> – Parametri utilizzati per la verifica idraulica della condotta di scarico (parte superiore della tabella). Risultati della verifica: percentuale di riempimento della sezione della	

condotta e velocità di deflusso in funzione delle portate di progetto (parte inferiore della tabella).....	13
--	----

## RESUME/RIASSUNTO

La présente note de calcul dimensionne les conduites de rejet des eaux situées entre le bassin de recueil des eaux et la Roggia dei Molini au site de dépôt de Torrazza Piemonte.

Le dimensionnement est réalisé en considérant un bassin versant de 80'000 m<sup>2</sup> qui inclut la plateforme de déchargement des matériaux.

Il en résulte une conduite préfabriquée en béton de diamètre nominal DN1000.

La presente relazione di calcolo presente il dimensionamento dei tubi di scarico delle acque ubicati tra il bacino di raccolta e la Roggia dei Molini in corrispondenza del sito di deposito di Torrazza Piemonte.

Il dimensionamento è stato realizzato considerando un bacino di raccolta di 80'000 mq includendo il piazzale di scarico merci.

Ne risulta un tubo in cls vibrocompresso di diametro interno 1000 mm.

## 1. Introduzione

Il presente documento è redatto al fine di dimensionare i tubi di evacuazione delle acque sul sito di deposito di Torrazza Piemonte ed il bacino di decantazione / separatore d'olio.

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

I documenti di riferimento per il sito di deposito di Torrazza Piemonte sono la relazione descrittiva PD2-C3A-TS3-5501 e la planimetria con le sistemazioni idrauliche PD2-C3A-TS3-5533.

Le relazioni geologiche con il dimensionamento dei tubi situati sul cumulo sono oggetti dei documenti PD2-C3B-TSE3-0046.

### 2.2 Normativa

Il quadro normativo di riferimento è trattato all'interno del documento PD2-C3A-TSE3-1113 "Soumission 44 - Normes Techniques - Cadre réglementaire".

## 3. Analisi idrologica

L'analisi idrologica è condotta in accordo con le indicazioni della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" (Allegato 1 del PAI). In base alla direttiva la previsione delle piogge intense in una determinata area è definita attraverso la curva di probabilità pluviometrica associata a un dato tempo di ritorno e che definisce valori di altezza di precipitazione in funzione della durata dell'evento.

La curva è definita dalla seguente formula:

$$h(\tau) = a \tau^n \quad (\text{eq. 1});$$

i cui parametri  $a$  ed  $n$  sono riferiti ad uno specifico tempo di ritorno.

A tal fine sono considerati i valori dei coefficiente  $a$  ed  $n$  relativi all'area di interesse, e corrispondenti alle celle definite dalla direttiva PAI, su un reticolo di 2 km di lato, ed indicate nella tabella seguente.

Note de calculs des conduites d'évacuation des eaux / Relazione di calcolo dei tubi per evacuazione delle acque

Cella	Coord. E UTM	Coord. N UTM	a 20	n 20	a 100	n 100	a 200	n 200
BG95	417000	5011000	46,46	0,258	58,7	0,252	63,97	0,25
BG96	417000	5009000	46,39	0,262	58,89	0,254	64,28	0,252
BG97	417000	5007000	46,50	0,263	59,34	0,254	64,90	0,252
BH95	419000	5011000	46,92	0,253	59,38	0,247	64,73	0,246
BH96	419000	5009000	47,07	0,255	59,91	0,248	65,44	0,246
BH97	419000	5007000	47,42	0,256	60,73	0,247	66,46	0,244

*Tabella 1 – Valori di riferimento considerati per la determinazione dei parametri a ed n delle linee segnalatrici per l'area di progetto*

In base all'interpolazione in ambiente GIS dei dati riportati sono stati definiti i valori dei parametri *a* ed *n* per l'area di progetto in riferimento ai tempi di ritorno 20 anni, 100 anni e 200 anni.

Parametro	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
<i>a</i>	47,46	60,51	66,12
<i>n</i>	0,25	0,24	0,24

*Tabella 2 – Valori dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica per l'area di progetto riferiti ai tempi di ritorno considerati nello studio.*

#### 4. Gestione delle acque

Le acque piovane in corrispondenza del cumulo sono raccolte con canalette. Le acque vanno in un tubo di diametro 1000 mm che passa sotto il binario provvisorio e si scarica nella Dora Baltea. Per maggiori dettagli, si veda la relazione PD2-C3B-TSE3-0046. La portata massima delle acque piovane in corrispondenza del cumulo (Tr 200 anni) vale 0.30 m<sup>3</sup>/s (vedi §5).

Le acque piovane del piazzale sono raccolte con sistema di drenaggio lungo il binario. Il punto basso del drenaggio è ubicato immediatamente a nord della galleria artificiale. Un tombino di diametro 600 mm permette alle acque di passare sotto il binario. Un tubo di diametro 600 mm convoglie le acque verso il bacino di decantazione. La portata massima (Tr 200 anni) vale 0.72 m<sup>3</sup>/s (vedi §6).

In uscita dal bacino, le acque sono scaricate nel tubo di diametro 1000 mm che scarica le acque nella Roggia dei Molini. La portata massima (Tr 200 anni) vale 1.02 m<sup>3</sup>/s (vedi §7).

#### 5. Acque piovane in corrispondenza del cumulo

Il dimensionamento del sistema di raccolta delle acque drenate dal cumulo e dai versanti in roccia a monte dello stesso è realizzato nella relazione PD2-C3B-TSE3-0046.

Le portate sono indicate nella tabella seguente:

Scenario	Q <sub>CUMULO</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Portata massima attesa (Tr 20 anni)	0,22
Portata massima attesa (Tr 100 anni)	0,27
Portata massima attesa (Tr 200 anni)	0,30

*Tabella 3 – Portate del bacino di raccolta del cumulo.*

## 6. Acque piovane del piazzale

### 6.1 Bacino di raccolta

Il bacino di raccolta considerato in corrispondenza del piazzale di scarico merci include il piazzale e la piattaforma ferroviaria (figure seguente). La superficie totale è di circa 80'000 mq.

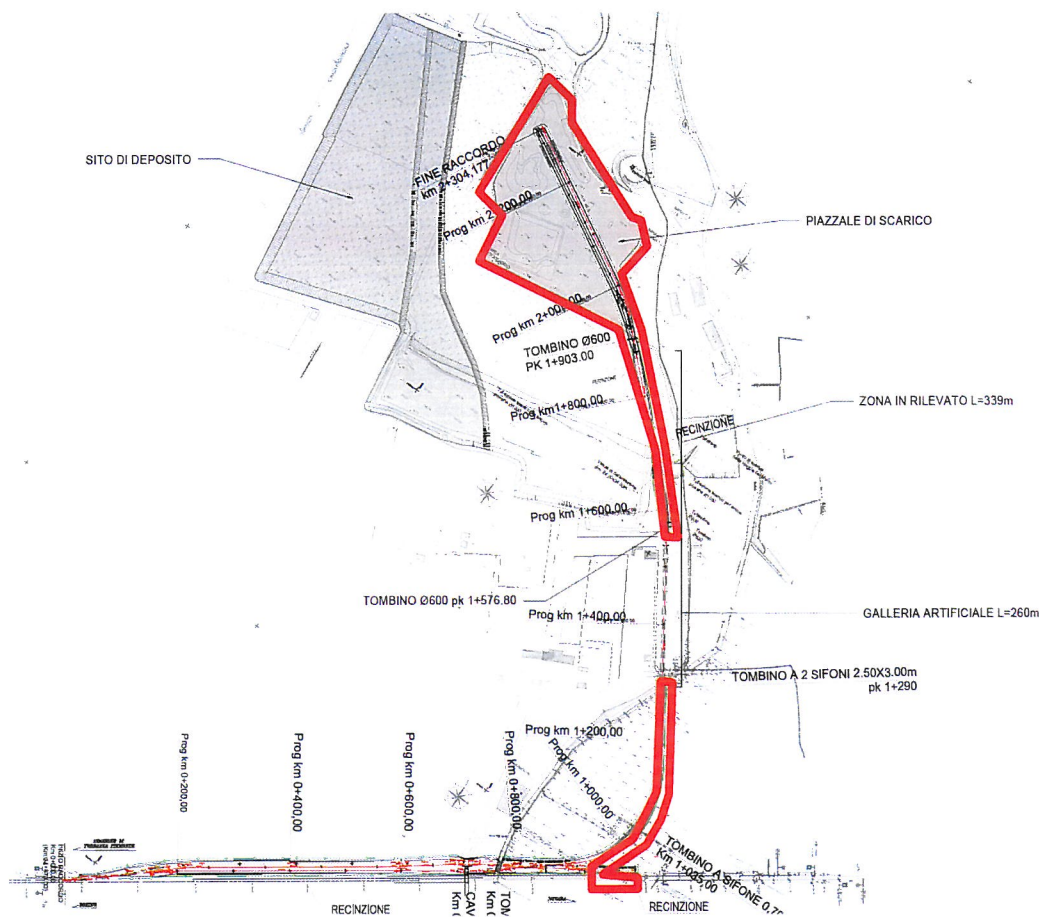


Figura 1 – Bacino in corrispondenza del piazzale (in rosso)

I dati morfometrici del bacino corrispondente alla zona del piazzale sono riportati nella tabella seguente.

<b>Bacino di raccolta</b>			
<b>Superficie del Bacino</b>	S	km <sup>2</sup>	0,08
<b>Lunghezza percorso idraulico principale</b>	L	km	0,2
<b>Altitudine sezione considerata</b>	H0	m (s.l.m.)	184
<b>Altitudine media bacino</b>	Hm	m (s.l.m.)	187
<b>Dislivello medio bacino</b>	Hm -H0	m	3

Tabella 4 – Dati morfometrici dli bacino di raccolta

Sulla base di questi dati viene calcolato il tempo di corrivazione del bacino di raccolta sulla base della formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \sqrt{S} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{Hm - H_0}} \text{ (eq. 2)}$$

Il tempo di corrivazione del bacino è pari a 1,03 ore.



Considerando il tempo di corrivazione come la durata della pioggia critica i valori relativi agli scenari di progetto sono indicati nella tabella seguente.

	Tr 20 anni	Tr 100 anni	Tr 200 anni
<b><i>h</i> (mm)</b>	47,85	60.98	66.64

*Tabella 5 – Valori di precipitazione calcolati.*

## 6.2 Calcolo delle portate di progetto

Le portate di progetto sono calcolate a partire dalle precipitazioni definite per i tre scenari di riferimento secondo il metodo razionale, che definisce la portata di piena ad una data sezione come il risultato della seguente equazione:

$$Q_C = \frac{c S h}{3,6 T_c} \text{ (eq. 3)}$$

dove  $h$  è la precipitazione di calcolata al punto precedente e  $c$  è il coefficiente di deflusso che in questo caso è definito pari a 0,5.

In base ai valori definiti per il bacino di raccolta le portate di progetto per i tempi di ritorno considerati sono indicate nella tabella seguente.

Valore di portata	Qpiazale (m <sup>3</sup> /s)
Portata massima attesa (Tr 20 anni)	0,51
Portata massima attesa (Tr 100 anni)	0,66
Portata massima attesa (Tr 200 anni)	0,72

*Tabella 6 – Valori delle portate di progetto*

## 6.3 Dimensionamento bacino di decantazione e separatore d'olio

### 6.3.1 Verifica della sedimentazione

La decantazione è verificata con la seguente equazione:

$$t_p < t_e \quad \text{con} \quad \text{tempo permanenza acqua in bacino} \quad t_e = \frac{V_D}{Q}$$

$$\text{tempo di decantazione delle particelle} \quad t_p = \frac{H}{v_s}$$

e con volume del bacino ( $H \times B \times L$ )  $V_D$

portate d'acqua  $Q$

altezza del bacino  $H$

velocità della sedimentazione  $v_s$

Note de calculs des conduites d'évacuation des eaux / Relazione di calcolo dei tubi per evacuazione delle acque

$$\frac{H}{v_s} < \frac{H \cdot B \cdot L}{Q} \Rightarrow v_s > \frac{Q}{B \cdot L}$$

La velocità di sedimentazione secondo Stokes per una temperatura d'acqua di 20°C vale:

Diametro particelle d [mm]	Densità particelle $\omega_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Velocità della sedimentazione $v_s$ [cm/s]
0.2	1.2	0.4
0.1	2.5 <sup>1</sup>	0.8
0.05	2.5	0.2

Tabella 7 – Velocità della sedimentazione

Il bilancio della capacità di decantazione in funzione delle dimensioni delle particelle è riassunto nella tabella seguente:

Portate	
Q <sub>20</sub> [l/s] =	510
Q <sub>100</sub> [l/s] =	660
Q <sub>200</sub> [l/s] =	720

Decantazione	
Lunghezza [m] =	30.0
Larghezza [m] =	12.0

Separatore d'olio	
Lunghezza [m] =	30.0
Larghezza [m] =	12.0
Altezza [m] =	1.0

Diametro delle particelle d [mm]	Velocità della sedimentazione $v_s$ [m/s]	Tr 20 anni		Tr 100 anni		Tr 200 anni	
		$t_e / t_p$ [-]	Bilancio [-]	$t_e / t_p$ [-]	Bilancio [-]	$t_e / t_p$ [-]	Bilancio [-]
0.2 ( $\omega_s=1.2\text{g/cm}^3$ )	0.004	2.82	$t_e > t_p$	2.18	$t_e > t_p$	2.00	$t_e > t_p$
0.1 ( $\omega_s=2.5\text{g/cm}^3$ )	0.008	5.65	$t_e \gg t_p$	4.36	$t_e \gg t_p$	4.00	$t_e \gg t_p$
0.05 ( $\omega_s=2.5\text{g/cm}^3$ )	0.002	1.41	$t_e > t_p$	1.09	$t_e > t_p$	1.00	$t_e > t_p$

Tabella 8 – Capacità di decantazione

con larghezza del bacino  $B = 12 \text{ m}$

lunghezza del bacino  $L = 30 \text{ m}$

La totalità delle particelle di dimensione superiore a 0.05 mm saranno decantate con periodo di ritorno superiore a 20 anni. Per un periodo di ritorno di 200 anni, la quasi totalità delle particelle saranno decantate.

### 6.3.2 Verifica della separazione d'olio

La velocità ascensionale massima delle particelle d'olio in acqua è di 0.4 cm/s. La velocità necessaria in modo che la particella d'olio possa raggiungere la superficie per ogni portata deve essere dunque inferiore a questa velocità massima. La seguente equazione deve essere verificata :

$$v = \frac{Q}{B \cdot L} < 0.4 \text{ cm/s} = v_{AH}$$

con larghezza del bacino  $B = 12 \text{ m}$

lunghezza del bacino  $L = 30 \text{ m}$

Con periodo di ritorno di 200 anni:

$$\frac{Q_{200}}{B \cdot L} = \frac{0.72}{30 \times 12} = 0.2 \text{ cm/s} < 0.4 \text{ cm/s} = v_{AH} \Rightarrow \text{OK}$$

Anche con periodo di ritorno di 200 anni (caso più critico), l'olio sarà separato dall'acqua nel bacino di decantazione.

### 6.3.3 Conclusioni

Il bacino di decantazione ha la dimensione seguente:

- Lunghezza 30 m
- Larghezza 12 m
- Altezza 1.0 m

Il bacino serve anche come separatore d'olio.

## 7. Sistema di scarico delle acque

Le acque drenate sono scaricate mediante tubazione interrata a sezione circolare in calcestruzzo con diametro interno pari a 1,0 m, lunghezza di circa 150 m e pendenza minima  $i = 0,002$ . Per il caso in esame è considerata un tubo in calcestruzzo, per la quale il valore del coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $K$  è posto pari a 80. Per i calcoli si considera una condotta a pelo libero.

La portata da smaltire è data dalla somma delle portate calcolate per le due zone descritte sopra (Tabella 9).

Scenario	Q <sub>CUMULO</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>PIAZZALE</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>tot</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Portata massima attesa (Tr 20 anni)	0,22	0,51	0,73
Portata massima attesa (Tr 100 anni)	0,27	0,66	0,93
Portata massima attesa (Tr 200 anni)	0,30	0,72	1,02

Tabella 9 – Portate per il cumulo, il piazzale e portata totale Q<sub>tot</sub>.

Al fine di verificare la sezione della condotta sono prese in conto le relazioni tra la portata di progetto e quella massima (Q<sub>o</sub>) che può defluire attraverso la sezione della condotta (A<sub>o</sub>).

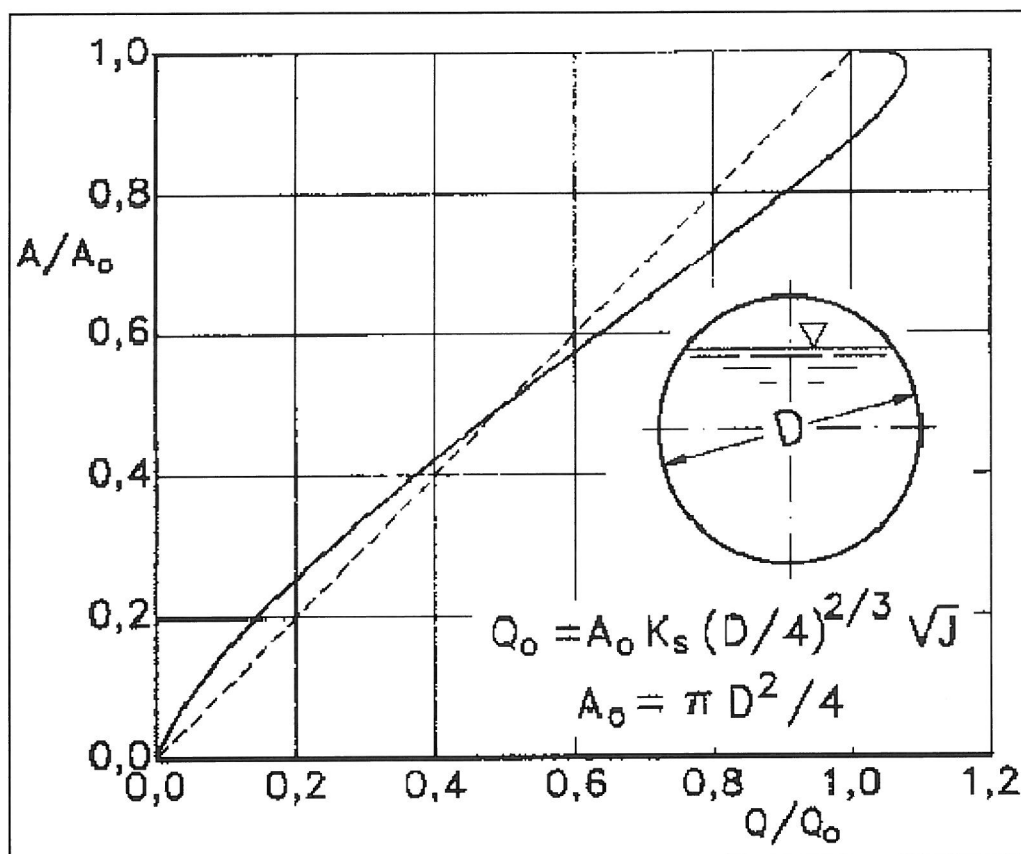


Figura 2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida in una condotta circolare. Q<sub>o</sub> (portata che defluisce per un'area bagnata pari alla sezione della condotta A<sub>o</sub>). Q e A sono la portata e l'area bagnata per la sezione liquida considerata.

In base alle relazioni espone in Figura 2, le percentuali della sezione della condotta occupata dall'acqua per i tre scenari di riferimento sono riportate nella tabella seguente e indicano che la sezione della condotta è sufficiente a smaltire le portate di progetto.

<b>Lunghezza condotta (m)</b>	150		
<b>Diametro interno (m)</b>	1,0		
<b>K</b>	80		
<b>i</b>	0,002		
<b>Ao (m<sup>2</sup>)</b>	0,79		
<b>Qo (m<sup>3</sup>/s)</b>	1,12		
<b>Scenario di riferimento</b>	<b>Tr 20 anni</b>	<b>Tr 100 anni</b>	<b>Tr 200 anni</b>
<b>Portata di progetto (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0,73</b>	<b>0,93</b>	<b>1,02</b>
<b>Rapporto Q/Qo</b>	0,66	0,83	0,91
<b>Percentuale di riempimento %</b>	<b>62</b>	<b>74</b>	<b>80</b>
<b>Velocità di deflusso (m/s)</b>	<b>1,51</b>	<b>1,59</b>	<b>1,62</b>

*Tabella 10 – Parametri utilizzati per la verifica idraulica della condotta di scarico (parte superiore della tabella). Risultati della verifica: percentuale di riempimento della sezione della condotta e velocità di deflusso in funzione delle portate di progetto (parte inferiore della tabella).*