

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

### PROGETTO PRELIMINARE

## NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE TRATTA MESTRE - AEROPORTO MARCO POLO

IDROLOGIA/IDRAULICA

RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L 3 4 3    0 0    R    1 1    R I    I D 0 0 0 2    0 0 1    A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	IDROSTUDI	09 2010	F. Cabas	09 2010	D.Fochesato	09 2010	ITALFERR S.p.A. F. Sacchi	09 2010
								U.O. CORPO STRADALE e GEOTECNICA	
								Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI	09 2010
								Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma	n° A23172

File: L34300R11RIID0002001A.doc

n. Elab.: 58



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

## INDICE

1	1 PREMESSA.....	3
2	VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA .....	4
2.1	SINTESI NORMATIVA .....	4
2.2	SINTESI DESCRITTIVA DELL'INTERVENTO .....	5
2.3	VALUTAZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO .....	5
2.4	INVARIANZA IDRAULICA.....	6
2.5	CONCLUSIONI.....	6
3	DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	7
3.1	ANALISI PLUVIOMETRICA .....	7
3.2	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO .....	10
4	DIMENSIONAMENTO STAZIONE DI SOLLEVAMENTO .....	13
5	INVARIANZA IDRAULICA.....	14
6	INTERFERENZE IDRAULICHE CON LA LINEA AV/AC .....	17
6.1	CANALE SCOLMATORE.....	18
6.2	PROLUNGAMENTO COLLETTORE DI LEVANTE.....	19
6.3	COLLETTORE PAGLIAGHETTA .....	20



LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE

PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L343	00	R 11 RI	ID 00 02 001	A	3 di 20

## 1 PREMESSA

La seguente relazione tratta gli aspetti relativi alla disciplina dell'idrologia e dell'idraulica nell'ambito del progetto preliminare della nuova linea AV/AC Venezia - Trieste, compreso tra la stazione di Mestre e l'Aeroporto Marco Polo.

Il tracciato si sviluppa quasi esclusivamente in galleria allo scopo di minimizzare l'interferenza non solo con la rete idrografica ma anche con il tessuto urbanistico.

In particolare il profilo di progetto presenta un primo tratto di 552m in piano seguito da un tratto di 548 m in trincea di approccio ad una galleria artificiale lunga circa 470m. Il tracciato prosegue con un tratto in galleria naturale di 6520 m per terminare con un tratto in galleria artificiale di 948m .

Il tratto in galleria naturale presenta una profondità minima del cielo della sezione pari a circa 6.5m nel primo tratto per poi scendere a profondità superiori ai 20m evitando in tal modo interferenze con la rete idrografica.

Nella presente relazione sono analizzati gli aspetti relativi alla definizione e smaltimento delle portate drenate dalla piattaforma nel primo tratto in trincea e gli aspetti relativi alla risoluzione delle interferenze con la rete idrografica nei tratti a galleria artificiale.

## 2 VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 2.1 Sintesi normativa

Con deliberazione n. 3637 del 13.12.2002 la Giunta Regionale della Regione Veneto ha fornito gli indirizzi operativi e le linee guida per la verifica della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio come indicato nelle leggi n.183 18.5.1989 e n. 267 3.8.1998. Tale deliberazione prevede la redazione di una specifica *“Valutazione di compatibilità idraulica” dalla quale si desuma, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non viene aggravato l’esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello; l’elaborato di “valutazione” indicherà altresì le misure compensative introdotte nello strumento urbanistico ai fini del rispetto delle condizioni esposte.*

La deliberazione giuntale 1322 del 10.05.2006 ha aggiornato e indicato le misure compensative per la trasformazione del territorio ad invarianza idraulica, ossia *la trasformazione di un’area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa.*

L'allegato A al Dgr n. 1841 del 19 giugno 2007 prevede che: *‘in relazione all’applicazione del principio dell’invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....)’. In relazione alla progettazione delle aree di laminazione per l’attuazione dell’invarianza idraulica prevede inoltre che:*

*‘Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l’effettiva invarianza del picco di piena.....’.*

	<b>LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE</b>  <b>PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo</b>					
<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>COMMESSA</b> L343	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R 11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 5 di 20

## 2.2 Sintesi descrittiva dell'intervento

L'intervento è costituito dalla realizzazione della nuova linea AV/AC dalla stazione di Mestre all'Aeroporto Marco Polo. Il nuovo tracciato ferroviario si sviluppa quasi esclusivamente in galleria naturale eseguita mediante perforazione.

In particolare partendo dalla stazione di Mestre il profilo di progetto è costituito da un tratto orizzontale di 552 m realizzato sulla piattaforma già esistente, un tratto in trincea di 550 m di approccio ad un tratto in galleria artificiale di 470 m, realizzata in opera previa escavazione. Segue poi il tratto in galleria naturale di 6520 m ed un tratto finale in galleria artificiale di 948 m.

L'interferenza con la rete idrografica esistente è limitata solo ai tratti in galleria artificiale per il periodo di costruzione. Terminata la costruzione l'estradosso di tutte le gallerie sarà ad una profondità tale da evitare interferenze o variazioni nella rete idrografica esistente.

L'unico tratto esposto alle precipitazioni è costituito dalla trincea di approccio alla galleria artificiale, per il quale sono state previste opere di mitigazione allo scopo di garantire l'invarianza idraulica.

## 2.3 Valutazione delle aree a rischio idraulico

Il tracciato è stato sovrapposto alla "Carta del rischio idraulico" del Piano delle Acque del Comune di Venezia allo scopo di evidenziare le zone a rischio di allagamento lungo il tracciato. La sovrapposizione ha evidenziato un'esposizione a rischio di allagamento delle zone attraversate solo nell'ultimo tratto di tracciato in prossimità dell'abitato di Tessera e dell'Aeroporto Marco Polo.

Per tale ragione le interferenze con la rete idrografica che si verranno a creare durante la fase di costruzione dell'ultimo tratto di galleria artificiale verranno risolte con la deviazione temporanea dei corsi d'acqua senza alterare la sezione esistente, come precedentemente descritto. Una volta terminati i lavori verrà ripristinata la situazione esistente, eccetto per il collettore Pagliaghetta per il quale è previsto un nuovo tracciato ritenuto migliorativo rispetto a quello attuale.

	<b>LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE</b>  <b>PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo</b>					
<b>TITOLO ELABORATO</b>	<b>COMMESSA</b> L343	<b>LOTTO</b> 00	<b>CODIFICA</b> R 11 RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 6 di 20

## 2.4 Invarianza idraulica

Come già accennato l'unico tratto esposto alle precipitazioni meteoriche è quello iniziale di approccio alla galleria artificiale. Il sistema di drenaggio è stato dimensionato per un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni. L'invarianza idraulica verrà garantita da un bacino di laminazione posto in superficie il quale è stato dimensionato per un tempo di ritorno di 100 anni, superiore pertanto ai 50 previsti dall'allegato A al Dgr n. 1841 del 19 giugno 2007. La restituzione al recettore finale individuato in una tubazione di diametro DN1000 mm in via Langhidal avverrà mediante un stazione di sollevamento con portata di 8 l/s durante tutto l'evento meteorico.

Tale valore corrisponde ad un coefficiente udometrico di 10 l/s ha, usualmente adottato per il dimensionamento dei sistemi di drenaggio delle acque piovane dai comprensori di bonifica.

L'area di laminazione verrà impermeabilizzata con un telo impermeabile posto ad una profondità tale da evitare fenomeni di sollevamento dovuti alla falda, ipotizzata al piano campagna. In tal modo si eviterà l'ingresso di acqua di falda nel bacino evitando una diminuzione della capacità di invaso.

## 2.5 Conclusioni

L'intervento nel suo complesso non provoca modifiche alla rete idrografica esistente se non durante la fase di esecuzione dei lavori, durante la quale non verranno comunque provocate parzializzazioni delle sezioni dei canali interferiti.

L'invarianza idraulica dell'intervento verrà garantita con criteri di dimensionamento ampiamente in favore di sicurezza rispetto a quelli previsti dalla normativa vigente.

Pertanto il tracciato di progetto non aggrava l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello.

### 3 DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

#### 3.1 Analisi pluviometrica

Per la caratterizzazione del regime delle precipitazioni sono stati utilizzati i dati delle osservazioni nella stazione pluviometrica di Mestre del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale del Compartimento di Venezia.

I dati sono stati estrapolati dagli Annali Idrologici per un periodo di osservazione compreso tra il 1955 e il 1996, quindi su serie pluviometriche con numerosità di 40 anni.

Le elaborazioni cui si fa riferimento nel seguito sono state condotte a partire sia dai valori delle precipitazioni di notevole intensità e breve durata (scrosci), sia dai valori massimi annuali delle piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore.

Il metodo utilizzato per l'analisi dei dati di precipitazione è quello di Gumbel, il quale prevede l'applicazione della distribuzione doppio-esponenziale (o di Gumbel, appunto) al campione di dati di precipitazione intesi come variabili indipendenti.

La funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}} \quad (1)$$

Introducendo la variabile ridotta  $y$ :

$$y = \alpha(x-u) \quad (2)$$

si ha la forma canonica:

$$F(y) = e^{-e^{-y}} \quad (3)$$

I parametri  $\alpha$  e  $u$  sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Sfruttando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Si otterranno parametri diversi per ogni durata di precipitazione.

Per una data durata di precipitazione, si ordinano le  $N$  altezze di precipitazione in ordine crescente e si numerano da 1 ad  $N$ . Ad ogni altezza di precipitazione si associa la relativa frequenza cumulata di non superamento, calcolata con la formula di Weibull:

$$F_i = \frac{i}{N + 1} \quad (4)$$

A denominatore si ha  $N+1$  in luogo di  $N$  per evitare che il più grande evento verificatosi sia caratterizzato da una frequenza cumulata di non superamento pari a 1: valore che rappresenta l'evento impossibile da superare.

Il metodo di Gumbel per la stima dei parametri della distribuzione si fonda sull'ipotesi di confondere la probabilità di non superamento di una certa altezza di precipitazione (relativa ad una popolazione) con la sua frequenza cumulata di non superamento (che si riferisce, invece ad un campione della popolazione suddetta), cioè:

$$F(h_i) \cong F_i \quad (5)$$

La variabile ridotta da associare ad ogni altezza di precipitazione viene quindi calcolata come:

$$F(h_i) = F_i = F(y) = e^{-e^{-y}} \quad \text{e} \quad F_i = \frac{i}{N+1} \Rightarrow y_i = -\ln \left[ -\ln \left( \frac{i}{N+1} \right) \right] \quad (6)$$

Con questa assunzione, la variabile ridotta  $y$  dipende solamente da  $h$  con la relazione lineare:

$$y = \alpha(h - u) \quad (7)$$

La stima dei parametri  $\alpha$  e  $u$  si ottiene sfruttando il metodo dei momenti, in base al quale i parametri della distribuzione vengono ottenuti eguagliando la media campionaria alla media della distribuzione della popolazione. Otteniamo quindi per  $\alpha$  e  $u$  le espressioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{S_h} \quad u = m_h - \frac{0.577}{\alpha} \quad (8)$$

Introducendo ora il concetto di tempo di ritorno,  $T_r$ , cioè il tempo che mediamente trascorre tra la realizzazione di un evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che esprime le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

$$T_r(h) = \frac{1}{1 - F(h)} \Rightarrow F(h) = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

$$e^{-e^{-\alpha(h-u)}} = \frac{T_r - 1}{T_r} \Rightarrow h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[ -\ln \left( \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right] \quad (9)$$

Grazie al metodo di Gumbel è stata ricavata un'espressione analitica della funzione  $h(T_r, \tau)$  che fornisce il valore di  $h$  in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione. Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata.

A questo scopo, si assegna alla funzione  $h(T_r, \tau)$  la seguente forma:

$$h(T_r, \tau) = a(T_r) \tau^n \quad (10)$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica).

L'intensità di precipitazione è definita come l'altezza di precipitazione per unità di tempo ed ha la forma:

$$j(T_r, \tau) = \frac{h(T_r, \tau)}{\tau} = a \tau^{n-1} \quad (11)$$

Passando alla notazione logaritmica, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica assume la forma lineare, e viene ottenuta interpolando i valori per regressione lineare ai minimi quadrati. Gli scarti da minimizzare sono quelli verticali, in quanto la misura di  $h$  soffre di maggiori incertezze rispetto a quella del tempo di precipitazione.

$$\log h = \log a + n \log \tau \quad (12)$$

I risultati ottenuti per alcuni tempi di ritorno significativi sono riportati nelle tabelle seguenti.

Durata tau (ore)	Altezza di precipitazione h(Tr) (mm)						
	5	10	25	50	100	200	300
1	38.19	45.21	54.09	60.67	67.21	73.72	77.52
3	50.86	60.37	72.39	81.30	90.15	98.96	104.11
6	63.60	75.54	90.63	101.83	112.94	124.01	130.47
12	75.20	89.31	107.14	120.36	133.49	146.57	154.21
24	89.93	106.18	126.72	141.96	157.08	172.15	180.95
<b>n</b>	<b>0.272</b>	<b>0.271</b>	<b>0.271</b>	<b>0.271</b>	<b>0.271</b>	<b>0.270</b>	<b>0.270</b>
<b>a</b>	<b>38.234</b>	<b>45.358</b>	<b>54.360</b>	<b>61.038</b>	<b>67.667</b>	<b>74.272</b>	<b>78.129</b>

*Tabella 1 -Parametri curva possibilità pluviometrica piogge orarie.*

Durata tau (ore)	Altezza di precipitazione h(Tr) (mm)						
	5	10	25	50	100	200	300
0.25	22.08	25.74	30.37	33.80	37.21	40.60	42.58
0.5	30.03	35.30	41.96	46.91	51.81	56.70	59.55
0.75	34.70	40.99	48.93	54.82	60.67	66.50	69.90
<b>n</b>	<b>0.415</b>	<b>0.427</b>	<b>0.438</b>	<b>0.444</b>	<b>0.449</b>	<b>0.453</b>	<b>0.455</b>
<b>a</b>	<b>39.461</b>	<b>46.772</b>	<b>56.012</b>	<b>62.868</b>	<b>69.675</b>	<b>76.458</b>	<b>80.420</b>

*Tabella 2 Parametri curva possibilità pluviometrica scrosci.*

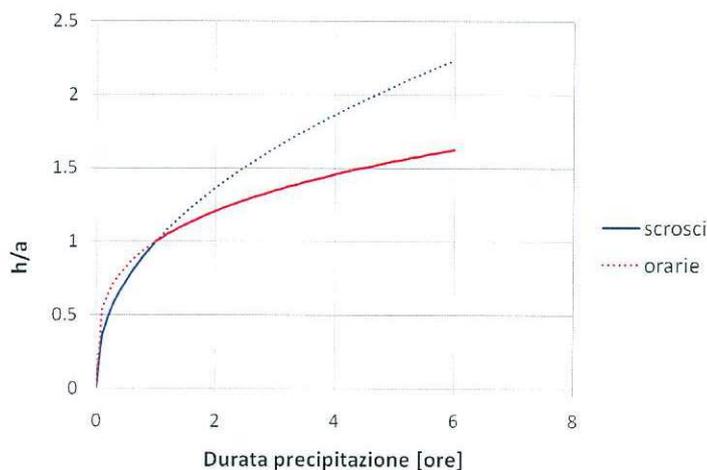
### 3.2 Determinazione della portata di progetto

Essendo la pioggia più gravosa in termini di portata quella caratterizzata da un tempo di pioggia confrontabile con quello di corrivazione, sarebbe più corretto far riferimento, per la determinazione delle portate scolanti, agli scrosci.

Comunque è da osservare che, per quanto riguarda gli scrosci, non si conoscono con certezza i massimi annuali come nel caso delle piogge orarie, essendo riportati negli annali solo quelli definiti di “notevole intensità”, senza nessuna certezza, quindi, che essi siano realmente i massimi accaduti nell’anno.

Inoltre, l’utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica relative alle piogge orarie estrapolate per tempi di pioggia inferiori all’ora, conduce a sopravvalutare le portate, come può dedursi dall’analisi della Grafico 1.

Infatti si osserva che l’altezza di precipitazione normalizzata con il coefficiente  $a$  della curva di possibilità pluviometrica assume, per tempi di pioggia inferiori all’ora, valori maggiori se valutata dalla curva estrapolatrice delle precipitazioni orarie (curva tratteggiata) rispetto a quella interpolatrice degli scrosci (curva continua), ossia delle precipitazioni con tempo di pioggia inferiore all’ora.



**Grafico 1** Confronto tra le curve di possibilità pluviometrica normalizzate con il coefficiente  $a$  per tempi di pioggia superiori od inferiori all’ora.

Di conseguenza, si è scelto di utilizzare per il calcolo delle portate le curve di possibilità pluviometrica orarie, estrapolate per tempi di pioggia pari a quello di corrvazione, inferiore all’ora, ottenendo, in linea di massima, valutazioni in favore di sicurezza.

La determinazione della portata di progetto è stata effettuata per il tratto in pendenza di approccio alla galleria artificiale, compreso tra la progressiva 552 m e 1100 m, pari ad una lunghezza di 548 m. Poiché il tratto presenta pendenze tra lo 0.6% e 1.75 % e velocità dell’ordine di 2 m/s nelle canalette di raccolta, si è preferito ricorrere per

la trasformazione afflussi deflussi al metodo cinematico, stante la limitata capacità di invaso della rete di drenaggio.

Pertanto il coefficiente udometrico può essere espresso dalla relazione:

$$u = 2.78 \cdot \varphi \cdot \left( \frac{h}{\tau_c} \right) [l/s \cdot h_a] \quad (13)$$

Con:

$\varphi$  coefficiente di deflusso assunto pari a 0.9

$h$  altezza di pioggia espressa in mm

$\tau_c$  tempo di corrivazione espresso in ore

Assunto un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni ed un tempo di corrivazione pari a 0.2 ore, si ottiene nell'ipotesi di utilizzare la curva di possibilità pluviometrica per le piogge orarie, per le ragioni sopra descritte, un'altezza di pioggia pari a:

$$h = a \cdot \tau_c^n = 43.8 \text{ mm} \quad (14)$$

ed applicando la (13) un coefficiente udometrico  $u = 548 [l/s \cdot h_a]$  (15).

Assunta una larghezza della piattaforma pari a 15 m ed una lunghezza del tratto pari a 548 m si ottiene una superficie scolante pari a 8220 mq.

Pertanto la portata drenata dal tratto in trincea è pari a 450 l/s.

#### 4 DIMENSIONAMENTO STAZIONE DI SOLLEVAMENTO

La stazione di sollevamento per il recapito delle acque raccolte dalla piattaforma nel tratto in trincea sarà realizzata con quattro elettropompe sommergibili di portata 150 l/s e prevalenza 25 m, delle quali una funzionante come riserva alle altre tre.

La sequenza di funzionamento scelta prevede l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello e lo stacco di tutte e tre le pompe quando l'acqua raggiunge il livello minimo previsto nella vasca.

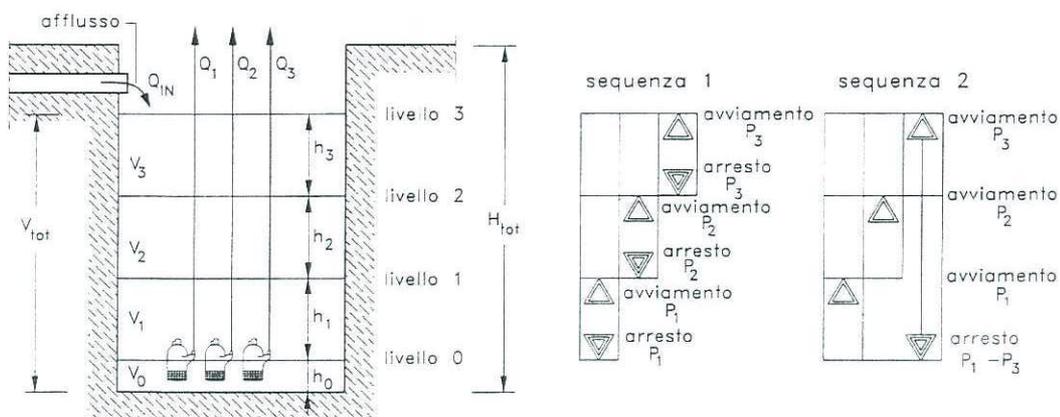


Figura 1 Schema di funzionamento delle pompe.

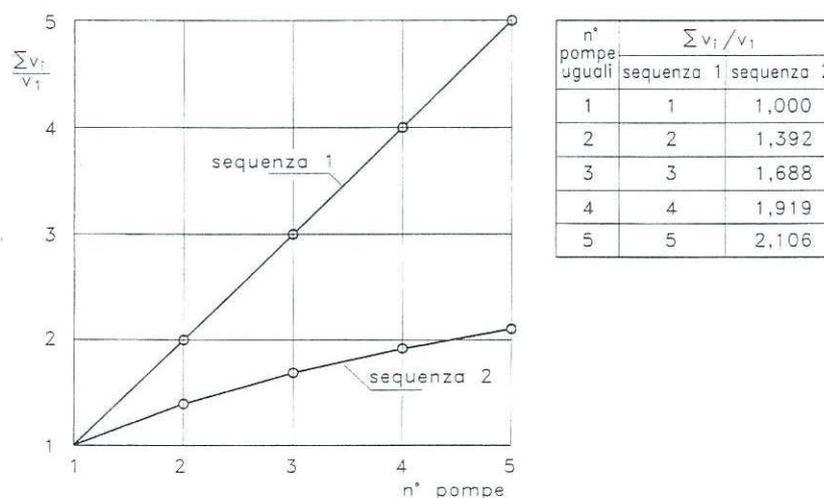


Figura 2 Volume da assegnare alle pompe in caso di pompe di medesime caratteristiche.

	<b>LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE</b>					
	<b>PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo</b>					
TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	L343	00	R 11 RI	ID 00 02 001	A	14 di 20

Considerato un numero massimo di 8 avviamenti ora per ogni pompa, quindi un tempo di ciclo pari a  $T_c = \frac{3600}{8} = 450s$  (16), il volume di accumulo necessario alla prima pompa può determinarsi facilmente

utilizzando la relazione:  $V_1 = \frac{Q_1 \cdot T_{c1}}{4} = 16.9m^3$  (17).

In Fig. 2 è riportato un diagramma che fornisce il rapporto tra il volume totale da assegnarsi alle pompe e quello da assegnarsi alla prima pompa, appena calcolato. Assunta una sequenza di funzionamento di tipo 2 si ottiene un volume necessario di accumulo pari a  $\sum V_i = 1.668 \cdot V_1 = 28.2m^3$  (18).

Si considera comunque un volume di invaso corrispondente a 2 ore di mancato funzionamento delle pompe allo scopo di permettere l'intervento delle squadre di manutenzione in caso di blocco della stazione.

Applicando la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, per un tempo pari a 2 ore, si ottiene un'altezza di pioggia pari a 82 mm, che moltiplicata per la superficie dell'area scolante determina la necessità di un volume di accumulo pari a  $675 m^3$ .

La stazione di sollevamento sarà comunque dotata di gruppo elettrogeno di riserva e corredata da un sistema di telecontrollo con allarmi collegati al malfunzionamento delle pompe e ai livelli idrici all'interno della vasca di carico.

## 5 INVARIANZA IDRAULICA

Poiché la piattaforma ferroviaria risulta impermeabilizzata l'invarianza idraulica verrà garantita prevedendo una vasca di raccolta temporanea delle portate drenate dal tratto di approccio alla galleria artificiale.

Per quanto riguarda la stima dei volumi da assegnare alle vasche di laminazione si sono considerati gli eventi piovosi massimi con tempi di ritorno di 25, 30,50 e 100 anni.

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dalla piattaforma ferroviaria,  $V_p$ , ci si avvale delle curve di possibilità pluviometrica, ottenute in precedenza, che definiscono, a parità di tempo ritorno, l'andamento delle altezze di precipitazione al variare del tempo di pioggia.

Nella fattispecie ci si riferisce ad eventi con scala temporale oraria (ossia precipitazioni pari ad 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore), avendo preliminarmente riscontrato che i massimi volumi di laminazione si realizzano per tempi di pioggia dell'ordine delle 8-10 ore, mentre i tempi di vuotamento di queste aree, al termine delle precipitazioni, sono dell'ordine delle 25 ore. Per quanto riguarda, invece, la stima dell'andamento temporale dei volumi restituiti ai corpi idrici naturali  $V_u$ , si assume una portata defluente dalle aree di laminazione costante e pari a 10 l/s per ogni ettaro di superficie scolante.

Questo valore, che rappresenta un coefficiente udometrico, è assunto come riferimento al fine di garantire l'invarianza idraulica del bacino, poiché esso è usualmente adottato per il dimensionamento dei sistemi di drenaggio delle acque piovane dai comprensori di bonifica.

Il calcolo del volume da assegnare alle vasche di laminazione  $V_l$ , con riferimento ad un bacino scolante con superficie  $S$  pari ad 1 ettaro, è effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia,  $t_p$  (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$V_l(t_p) = V_p(t_p) - V_u(t_p) \quad (19)$$

Con:

$$V_p = a \cdot t_p^n \cdot S \quad (20)$$

$$V_u = 0.01 \cdot 3600 \cdot t_p \cdot S \quad (21)$$

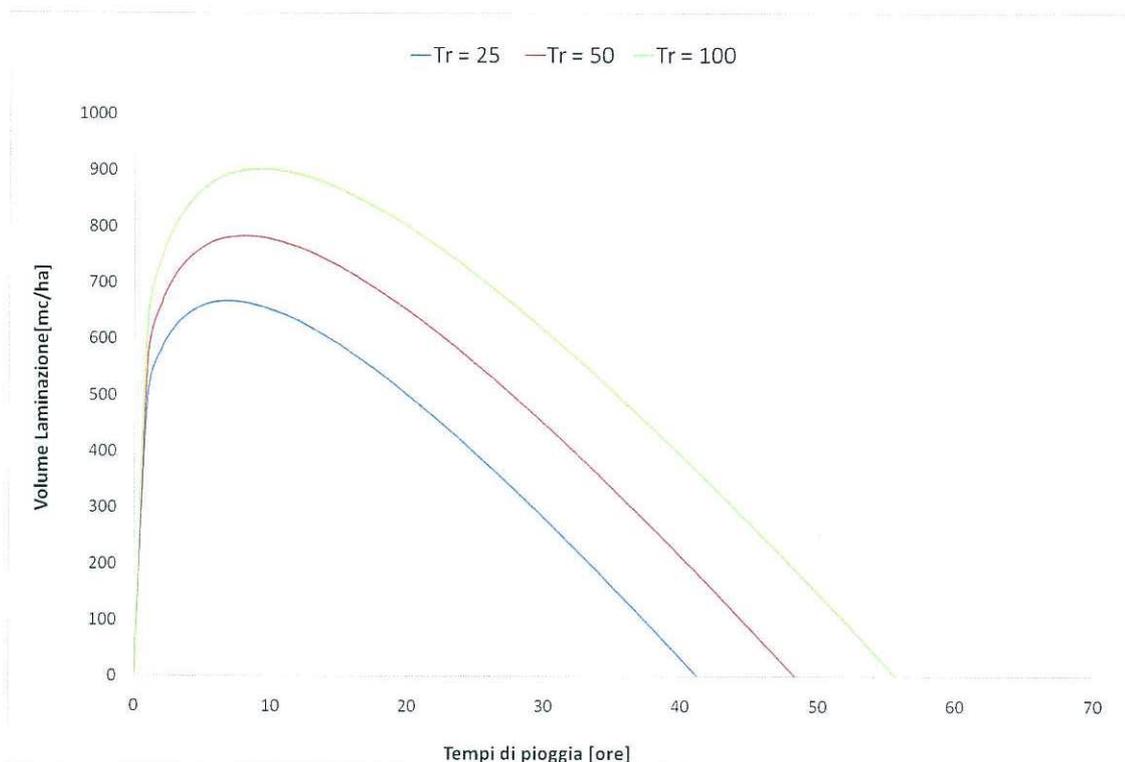
$S$  = superficie bacino scolante qui assunta pari ad 1 ettaro

Valida nell'ipotesi di iniziare il pompaggio contestualmente all'inizio dell'evento piovoso.

In particolare è da riferire che l'approccio adottato in accordo alla (19) conduce a valutazioni del volume di laminazione  $V_l$  in favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio; essa è a rigore valida nel caso in cui il tempo di corrivazione sia piccolo rispetto al tempo di pioggia. Tale condizione è in questo caso ampiamente verificata, essendo il tempo di corrivazione in rete dell'ordine delle decine di minuti, a confronto con il tempo di pioggia più gravoso per l'invaso di questi bacini, valutabile nell'ordine delle ore.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO	<b>LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE</b>					
	<b>PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo</b>					
TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	L343	00	R 11 RI	ID 00 02 001	A	16 di 20

Nella Fig. 3 vengono mostrati gli andamenti dei volumi da immagazzinare nella zona di laminazione per ettaro di superficie della piattaforma ferroviaria afferente, in funzione dei tempi di pioggia, al variare del tempo di ritorno, in accordo alle equazioni (19), (20) e (21) per la stazione pluviometrica di Mestre.



**Figura 3** Volume da assegnare alle pompe in caso di pompe di medesime caratteristiche.

Essendo il tratto in trincea di approccio alla galleria artificiale è lungo 548m ed ipotizzando una larghezza della piattaforma ferroviaria di 15m si ottiene un'area scolante di dimensioni 8220m<sup>2</sup>.

Stante l'area densamente urbanizzata e caratterizzata da problematiche di allagamento si è ritenuto opportuno prevedere volumi di laminazione legati ad un tempo di ritorno pari a 100 anni. Pertanto considerato un volume di laminazione di 900 m<sup>3</sup>/ha è necessario prevedere un'area di laminazione pari a 750 m<sup>3</sup>.



LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE

PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo

TITOLO ELABORATO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L343	00	R 11 RI	ID 00 02 001	A	17 di 20

La restituzione al recettore finale verrà realizzata mediante una stazione di sollevamento realizzata con due pompe in grado di convogliare una portata pari a 8 l/s, di cui una funzionante come riserva in caso di malfunzionamento dell'altra.

La stazione di sollevamento sarà comunque dotata di gruppo elettrogeno di riserva e corredata da un sistema di telecontrollo con allarmi collegati al malfunzionamento delle pompe e ai livelli idrici all'interno della vasca di carico.

Allo scopo di evitare l'ingresso di acqua di falda all'interno dell'area di lagunaggio essa dovrà essere impermeabilizzata con una guaina impermeabile ricoperta da uno strato di terreno di spessore tale da contrastare le sottopressioni in caso di vasca vuota.

All'interno dell'area verrà realizzato uno sfioro di troppo pieno mediante un pozzettone dotato di griglia ad una quota pari a quella di massimo invaso.

## 6 INTERFERENZE IDRAULICHE CON LA LINEA AV/AC

Il tracciato ferroviario di progetto si sviluppa integralmente all'interno del comune di Venezia-Mestre. L'intervento sviluppandosi quasi integralmente in galleria presenta interferenze con la rete idrografica di bonifica solo nel tratto di galleria artificiale terminale. In particolare le interferenze verranno a realizzarsi soprattutto in fase di costruzione poiché le necessarie opere di scavo per la realizzazione della galleria artificiale implicano la necessità di spostare temporaneamente il corso dei canali intersecati. Stante la vicinanza dei canali alla laguna, quindi al loro recapito finale, e la presenza in aree soggette a rischio di allagamento si è preferito prevedere gli spostamenti provvisori mantenendo la sezione idraulica attuale dei corsi d'acqua. Si elencano di seguito le metodologie di risoluzione dei tre corsi d'acqua intersecanti il tratto finale.

	<p>LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE</p> <p>PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo</p>					
<p>TITOLO ELABORATO</p>	<p>COMMESSA L343</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA R 11 RI</p>	<p>DOCUMENTO ID 00 02 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 18 di 20</p>

## 6.1 Canale scolmatore

Il canale scolmatore interseca la nuova linea ferroviaria alla progressiva chilometrica 8+630 ed è un canale di notevole dimensioni ed importanza. L'esecuzione della galleria artificiale comporta la necessità di spostare temporaneamente il canale durante la fase costruttiva. Il canale verrà deviato mantenendo comunque la stessa sezione e il rivestimento del fondo in calcestruzzo ma realizzato con elementi prefabbricati. La scelta di mantenere inalterata la sezione del canale anche se la deviazione resterà in servizio per un tempo limitato di circa 3 mesi si è resa necessaria a causa della presenza dell'abitato di Tessera e dell'Aeroporto Marco Polo nelle vicinanze; zone indicate dal Consorzio di Bonifica Dese Sile come aree a forte rischio di allagamento. In fig. 4. è riportato il tracciato della deviazione provvisoria del canale.



Figura 4 Deviazione provvisoria Canale Scolmatore.

	LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE					
	PROGETTO PRELIMINARE – TRATTA Mestre - Aeroporto Marco Polo					
TITOLO ELABORATO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	L343	00	R 11 RI	ID 00 02 001	A	19 di 20

## 6.2 Prolungamento collettore di Levante

Il fosso denominato Prolungamento del canale di Levante interseca la nuova linea ferroviaria alla progressiva chilometrica 8+550. E' un canale di dimensioni non rilevanti e verrà temporaneamente deviato per permettere la costruzione della galleria artificiale. Non essendo disponibili dati sulle dimensioni della sezione trasversale, essa è stata dedotta dalle dimensioni planimetriche riportate nella carta tecnica regionale e verificate mediante ortofoto.

In fig. 5 è riportato in colore verde il tracciato provvisorio del canale riferito al tracciato esistente fornito dal Consorzio di Bonifica Dese Sile.



**Figura 5** Deviazione provvisoria prolungamento Collettore di Levante.

### 6.3 Collettore Pagliaghetta

Il canale Pagliaghetta è un canale demaniale che interseca la nuova linea ferroviaria alla progressiva chilometrica 8+900 e presenta un tratto in parallelismo di circa 120 m. Si rende pertanto necessario prevedere uno spostamento provvisorio del canale per permettere l'esecuzione della galleria artificiale ed uno definitivo per risolvere il parallelismo. La deviazione provvisoria verrà eseguita mantenendo la sezione attuale presente prima del tominamento con le medesime protezioni in calcestruzzo e realizzando un nuovo sbocco in laguna. Terminati i lavori parte del tracciato della deviazione provvisoria verrà mantenuto attivo, come indicato in colore viola in fig. 6. In tal modo verrà introdotto un miglioramento del tracciato esistente, indicato in fig. 6 in colore ciano, caratterizzato da un tratto tominato con curve a 90°.

Non essendo disponibili dati sulle dimensioni della sezione trasversale, essa è stata dedotta dalle dimensioni planimetriche riportate nella Carta Tecnica Regionale e verificate mediante ortofoto.



**Figura 6** Deviazione Collettore Pagliaghetta.