

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CONTRATTO ISTITUZIONALE DI SVILUPPO PER LA REALIZZAZIONE DELLA DIRETTRICE FERROVIARIA NAPOLI-BARI-LECCE-TARANTO

U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA POTENZA - FOGGIA - AMMODERNAMENTO

SOTTOPROGETTO 2: ELETTRIFICAZIONE, RETTIFICHE DI TRACCIATO, SOPPRESSIONE P.L. E CONSOLIDAMENTO SEDE.

LOTTO 1 - ELETTRIFICAZIONE

Variante Rocchetta - Smaltimento acque meteoriche - Relazione idraulica

SCALA:

-

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

IA0X 01 D 11 RI ID0002 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato_Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Grimaldi 	Mar 2015	F. Gabas 	Mar 2015	G. Lestingi 	Mar 2015	F. Sacchi Mar 2015

U.O. CORPO STRADALE GEOTECNICA
ITALFERR S.p.A.
DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMA INVESTIMENTI DIRETTRICE SUD
F. Sacchi
Mar 2015
A22-72

File: IA0X01D11RIID0002002A.doc

n. Elab.:

L1.35

VARIANTE DI ROCCHETTA

**Relazione Idraulica - Smaltimento acque di
piattaforma**

PROGETTO
IA0X

LOTTO
01 0 11

CODIFICA
RI

OPERA/DISCIPLINA
ID0002

PROGR.
002

REV.
A

Pag.
2 di 13

INDICE

1	PREMESSA	3
2	ANALISI IDROLOGICA	4
3	METODOLOGIA DI VERIFICA	7
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E VERIFICHE IDRAULICHE	10
5	OPERE DI INTERCETTAZIONE	12

VARIANTE DI ROCCHETTA

**Relazione Idraulica - Smaltimento acque di
piattaforma**

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	Pag.
IA0X	01 0 11	RI	ID0002	002	A	3 di 13

1 PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante del progetto di Ammodernamento della linea Foggia-Potenza - Sottoprogetto 2 - Elettrificazione, rettifiche di tracciato, soppressione P.L. (passaggi a livello) e consolidamento sede - Lotto 1 - Elettrificazione della linea esistente.

Il suddetto progetto prevede una variante di tracciato in sede della linea ferroviaria conseguente alla necessità di modificare da doppio a singolo binario la galleria S.Venere, in uscita da Rocchetta, e di trasferire il bivio (per le direzioni S.Nicola di Melfi e Potenza) subito all'esterno della galleria stessa.

Lungo tale tratto in variante al tracciato della linea ferroviaria storica è prevista la realizzazione di due nuovi attraversamenti idraulici in corrispondenza delle progressive km0+915 e km1+031 della linea Rocchetta Scalo- S.Nicola di Melfi.

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria.

Per la descrizione ed il dimensionamento delle opere minori di attraversamento idraulico si rimanda alla specifica relazione idraulica allegata al progetto (IA0X01D11RIID002001A).

2 ANALISI IDROLOGICA

Nel seguente paragrafo si riportano i parametri idrologici utilizzati nel dimensionamento del sistema di drenaggio tratti dalla relazione idrologica generale allegata al progetto (IA0X01D11RIID0002001A).

I tratti di variante di tracciato in progetto ricadono nella zona omogenea 4 a cui corrisponde un parametro a della legge di probabilità pluviometrica pari a:

$$a = 24.70 \text{ mm/h.}$$

Lo studio idrologico è stato integrato per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori all'ora.

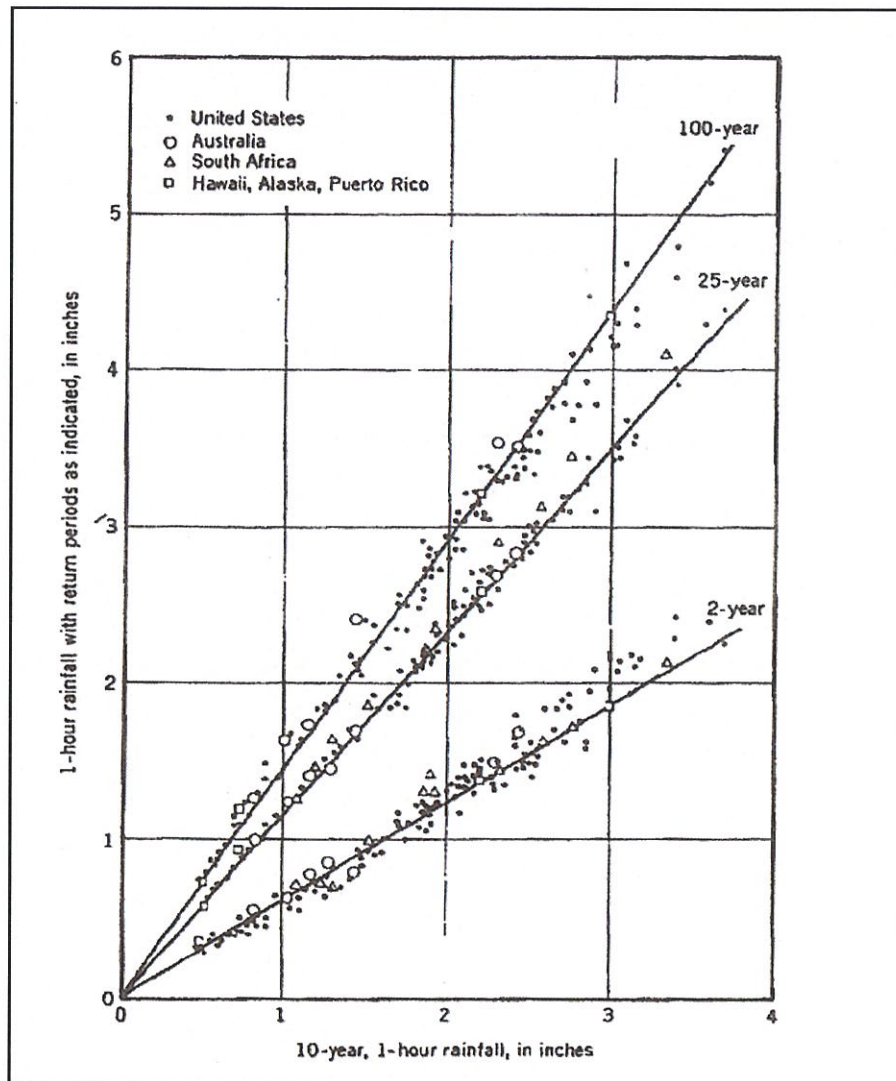
Bell (*"Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship" – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969*) ha osservato che i rapporti r_T tra le altezze di durata t molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano.

Lo U.S. Water Bureau raccomanda per tempi di pioggia inferiore a mezz'ora l'adozione di una relazione empirica, derivata interamente da dati di breve durata; tale relazione mostra che il tempo in minuti in pioggia ha un rapporto costante con la pioggia della durata di 1 ora per lo stesso tempo di ritorno così come segue:

t (minuti)	5	10	15	30
$r_{\delta} = h_{\delta}/h_{60}$	0.29	0.45	0.57	0.79

Questi rapporti variano di molto poco negli Stati Uniti ed i loro valori sono indipendenti dal periodo di ritorno.

Bell, sulla scorta di osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere fino a valori di durata sino alle due ore; come risulta dalla figura 2, ha riscontrato la costanza dei rapporti tra i tempi di pioggia di breve durata e tempo di pioggia della durata pari ad un'ora, anche in Australia, Africa, Hawaii, Alaska e Porto Rico.



Relazione altezza-frequenza per 2, 25, 100 anni

In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$\frac{P_T^t}{h_T^{60}} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per $5 \leq t \leq 120$ dove:

P_T^t indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo t riferita al periodo di ritorno T ;

h_T^{60} è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno T ;

t è il tempo di pioggia espresso in minuti.

VARIANTE DI ROCCHETTA

**Relazione Idraulica - Smaltimento acque di
piattaforma**

PROGETTO
IAOX

LOTTO
01 0 11

CODIFICA
RI

OPERA/DISCIPLINA
ID0002

PROGR.
002

REV.
A

Pag.
6 di 13

Nota l'altezza di pioggia h_t relativa all'evento di durata t , passando ai logaritmi, le coppie altezza di pioggia-durata vengono regolarizzate con l'equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro a e il coefficiente angolare rappresenta il parametro n' .

Applicando la procedura alla zona oggetto di intervento si è ottenuto il coefficiente $n' = 0.47$.

Ai fini del dimensionamento del drenaggio di piattaforma, in accordo con il manuale di progettazione ferroviaria, l'altezza di pioggia per tempi di ritorno pari a **100 anni** assume l'espressione:

$$h = 2.48 \cdot 24.70 \cdot t^{0.47} \text{ per } t < 1 \text{ h.}$$

3 METODOLOGIA DI VERIFICA

La portata pluviale della rete è calcolata con un metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. Tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul manuale di Progettazione Ferroviario.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con "p", mentre con "I" indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con "φ" l'aliquota che defluisce sul terreno bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione; φ prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino (A) e per l'intensità di pioggia (I) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi * I * A$$

Nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà p*dt, mentre nell'istante t nella rete di drenaggio defluirà, una portata q, inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo dt è pari a p*dt e quello che defluisce è q*dt, la differenza, che indicheremo con dw, rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nell'intervallo di tempo dt.

Pertanto l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p * dt = q * dt + dw$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica del sistema di drenaggio si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata q può essere considerata costante, le variabili da determinare sono q(t), w(t), e t, per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando q o w.

Tuttavia valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata t, il problema di progetto si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia I.

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia (I) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota (q = 0 per t = 0), considerando:

- una relazione lineare tra il volume w immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica ω:

$$w/\omega = W/\omega = cost$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme,

mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (*funzionamento autonomo*) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (*funzionamento sincrono*);

- una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/w = Q/\Omega = \text{cost}$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{w} = \frac{dq}{Q}$$

$$dw = \frac{dq}{Q} * W$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} * dq$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dW}{dt}$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo τ il tempo necessario per passare da $q=0$ a $q=q_{\max}$, e t_r il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se $\tau \leq t_r$, viceversa se $\tau > t_r$ il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $\tau = t_r$, ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione $\tau = t_r$, si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k * \frac{(\varphi * a)^{1/n}}{w^{1/n - 1}}$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in $l/s \cdot ha$, φ è il coefficiente di afflusso, w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in m^3/m^2 , a ed n sono i coefficienti della curva di possibilità climatica, k un coefficiente che assume il valore di $2168 * n$ [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 * n * \frac{(\psi * a)^{1/n}}{w^{1/n-1}}$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi=0.90$ per la piattaforma ferroviaria e stradale [Manuale di Progettazione Ferroviaria];
- $\varphi=0.50$ per il bacino esterno, stradello di servizio e scarpate del rilevato.

Il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale W_{tot} e la superficie drenata.

W_{tot} è dato dalla somma del volume proprio di invaso, $W1$; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, $W2$; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, $W3$.

In particolare il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di 30 m^3/ha per le superfici stradali/piazzali [Manuale di Progettazione Ferroviaria] e 50 per il bacino esterno, sede ferroviaria e scarpate [Manuale di Progettazione Ferroviaria].

La verifica idraulica degli specchi in progetto, è stata effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{Ri}$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V$$

dove K , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K_s = C R^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q = K_s \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times \sigma$$

dove:

Q , la portata in m^3/s

R , il raggio idraulico in metri;

σ , la sezione idraulica [m^2];

i , la pendenza [m/m];

K_s , il coefficiente di scabrezza pari a 66.67 $m^{1/3}s^{-1}$ per le opere in calcestruzzo ed 80.00 $m^{1/3}s^{-1}$ per le tubazioni in materiale plastico.

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI E VERIFICHE IDRAULICHE

La linea ferroviaria si sviluppa in trincea ed in rilevato con sistema di drenaggio costituito rispettivamente da canalette rettangolari con plotte forate in cls realizzate sulla piattaforma ferroviaria; fossi di guardia in calcestruzzo di sezione trapezia a presidio delle scarpate ed al piede dei rilevati

In rilevato sono predisposti embrici prefabbricati ad interasse medio di 15 m che intercettano le acque concentrate sul ciglio della piattaforma e le convogliano a recapito nel canale posizionato al piede del rilevato stesso.

Il recapito della canaletta rettangolare avviene nel fosso di guardia del rilevato successivo in corrispondenza della zona di transizione Trincea – Rilevato.

Il tratto di trincea tra le progr. 50+210 e l'imbocco della galleria Santa Venere è stato drenato con canalette in contropendenza rispetto alla livelletta ferroviaria con recapito prima nel fosso di guardia rettangolare al piede del rilevato ferroviario e quindi nel tombino alla pk 50+219. Pertanto sono previste canalette rettangolari di altezza pari a 100 e 200 cm sagomate internamente con magrone per garantire la pendenza minima dello 0.003 m/m.

Il recapito del sistema di drenaggio della piattaforma e dei fossi di guardia avviene nell'idrografia superficiale.

In particolare lungo il tracciato sono presenti due canali che attraversano la linea ferroviaria storica. In progetto è prevista la demolizione delle opere esistenti con la realizzazione di due nuovi tombini. La descrizione dettagliata ed i risultati del dimensionamento sono riportati nella relazione idraulica specifica allegata al progetto (IA0X01D11RIID002001A).

Si richiamano per completezza, in quanto risultano recapito del sistema di drenaggio ferroviario, i tombini previsti in progetto:

- Tombino pk 50+219 - 2.00x2.00;
- Tombino pk 50+335,55 - 2.10x2.70.

Nelle tabelle seguenti si riportano le verifiche del sistema di drenaggio prendendo a riferimento i tratti che risultano più sollecitati.

Tratto	Φ_{medio}	Sup.Tot.	Pendenza calcolo	Volume totale	Invaso Spec.	U	Qtot	Tipo Canaletta	Tirante	Franco
		(ha)	(m/m)	(m ³)	(m)	(lt/s/ha)	(m ³ /s)	trap. bxh R (rett. bxh) Φ (D int. mm)	(m)	(m)
Trincea 50+390 50+585 lato destro PZ	0.90	0.153	0.0260	14.77	0.0097	400.8	0.061	50x50 rett	0.075	0.43
fosso 50+335 50+540 lato destro PZ	0.63	0.650	0.0600	44.88	0.0069	273.0	0.177	50x50 tra	0.100	0.40
fosso 50+335 50+450 lato sinistro SNM	0.73	0.374	0.0096	31.03	0.0083	308.2	0.115	50x50 tra	0.133	0.37
Trincea 50+160 50+210 lato destro PZ	0.90	0.041	0.0030	3.73	0.0091	428.0	0.018	50xH rett [•]	0.069	0.43
Fosso 50+160 50+219 lato sinistro PZ	0.72	0.161	0.0500	10.25	0.0064	394.2	0.063	60x100 rett	0.055	0.95

• H=altezza variabile

50+210 - Recapito canaletta -630 PVC					
h / Y	i	Ks	Q	v	riemp
(m)	(m/m)	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m ³ /s)	(m/s)	%
0.07	0.0083	80	0.0175	0.92	12%

5 OPERE DI INTERCETTAZIONE

L'interasse degli embrici di intercettazione è dimensionato sulla base della portata per fissato tempo di ritorno stimata per la superficie di piattaforma ferroviaria gravante.

In particolare si è fatta l'ipotesi più gravosa di:

Tipologia	B (larghezza)	L (interasse)
Embrice	4.20 m	15.00 m

La portata di deflusso è stimata applicando il metodo razionale o della corrivazione.

In particolare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot a t^{n-1} \cdot S}{360}$$

Con

φ , coefficiente di deflusso pari a 0.90;

S, superficie drenata [ha];

a, n parametri della curva probabilità pluviometrica pari rispettivamente a 61.25 mm/h e 0.47;

t, tempo di corrivazione considerato pari al tempo di ruscellamento pari a 7 min.

Nelle ipotesi di calcolo la portata di deflusso stimata risulta pari a:

embrice: $Q_d = 3.01 \text{ l/s}$

Per determinare la portata che le singole opere di intercettazione sono in grado di intercettare, è necessario determinare l'altezza della corrente in cunetta.

Partendo dalla relazione di Gaukler-Strickler, per cunette che presentano la sponda esterna praticamente verticale, nell'ipotesi che il raggio idraulico si confonda con il tirante, la relazione base di Strickler può essere modificata ed invertita per determinare il tirante:

$$h = \left[\frac{S_c}{(0.375 \cdot S_L^{0.50} K_s)} \right]^{3/8} Q_d^{3/8}$$

dove:

S_c , pendenza trasversale della cunetta posta pari alla pendenza trasversale (0.030);

S_L , pendenza longitudinale della cunetta;

K_s , coefficiente di scabrezza pari a 60 in presenza di cunetta in cls e 40 in assenza di cunetta in cls.

Nella tabella seguente si riporta il tirante per una pendenza pari alla pendenza massima di

progetto 1.50%.

Tipologia	S_L	S_C	K_S	Q_d	h
	(m/m)	(m/m)	($m^{1/3}s^{-1}$)	(l/s)	(m)
Embrice	0.029	0.030	40	3.01	0.0214

L'imbocco dell'embrice è caratterizzato da una larghezza di intercettazione pari a circa $L = 0.90$ m. Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato, con una approssimazione sufficiente al caso, a quello di una larga soglia sfiorante. In questo caso la portata di sfioro è data dalla:

$$Q_{opera} = 0.385 \cdot h \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove h è il tirante calcolato in cunetta ed L la larghezza dell'embrice.

I risultati della verifica sono riportati in tabella.

h	Q_{opera}	Verifica
(m)	(l/s)	
0.0214	4.37	verificato