

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a.

Il Direttore Tecnico:

*Il Responsabile di Progetto
Dott. Ing. Luca Bondanelli*

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progetto a responsabilità Integrata Prestazioni Specialistiche:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

ISCRITTO ORDINE INGEGNERI PARMA n. 821
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Cantierizzazione
Cantierizzazione**

Deviazione provvisoria autostrada A1

Relazione smaltimento acque deviazione provvisoria autostrada A1

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	CN	CN	02	V	RE	001	C

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
C	30/04/2015	AGGIORNAMENTO ELABORATO	COSTANTINI	F. NIGRELLI	MAZZOLI
B	21/11/2014	AGGIORNAMENTO ELABORATO	COSTANTINI	F. NIGRELLI	MAZZOLI
A	06/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	G. NERI	F. NIGRELLI	MAZZOLI

SOMMARIO

1.	PREMESSA	3
2.	DESCRIZIONE DELLA SISTEMA IDRAULICO	4
3.	DATI IDROLOGICI	5
3.1.	Tempi di ritorno	5
3.2.	Curve di possibilità pluviometrica	5
4.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	6
4.1.	Calcolo del coefficiente di deflusso	6
4.2.	Tempi di corrivazione.....	6
4.3.	Calcolo delle portate di progetto	6
4.4.	Dimensionamento delle sezioni idrauliche	7
4.5.	FOSSI DRENANTI AD INFILTRAZIONE	8

1. PREMESSA

La presente relazione idraulica espone i calcoli di verifica del sistema di smaltimento delle acque di pioggia raccolte dalle carreggiate autostradali della deviazione provvisoria presente nell'ambito della realizzazione del Raccordo Autostradale Autostrada della Cisa A15 – Autostrada del Brennero A22, da Fontevivo all'Autostazione Trecasali-Terre Verdiane.

L'intersezione fra l'Autostrada Milano-Napoli A1 e l'Autostrada A15 presenta un tratto in galleria, nella quale la direttrice Sud-Nord (A15) sottopassa la direttrice Est-Ovest (A1). La realizzazione di quest'opera comporta la deviazione provvisoria dei flussi di traffico dell'Autostrada A1, la quale si compone di 2 fasi:

- FASE 1 – Deviazione del traffico di carreggiata Sud
- FASE 2 – Deviazione del traffico di carreggiata Nord

Durante la FASE 1, la carreggiata Sud (Milano-Napoli) viene deviata verso Sud, impostando la piattaforma autostradale su un rilevato provvisorio appositamente realizzato. Il flusso di traffico in direzione Milano non viene modificato, e rimane sull'attuale carreggiata Nord.

Durante la FASE 2. Il traffico di carreggiata Nord viene deviato verso Sud, disponendo l'asse della carreggiata provvisoria in maniera parallela all'asse della carreggiata Sud già in precedenza deviata. In questo modo è possibile realizzare il tratto di nuova galleria prevista al di sotto dell'attuale carreggiata direzione Milano.

2. DESCRIZIONE DELLA SISTEMA IDRAULICO

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è stato studiato tenendo presente le fasi e la cantierizzazione dell'intervento, ovvero:

1. tutte le opere di deviazione fuori dalla sede attuale dell'autostrada A1 vengono realizzate senza interferenze, con le opere esistenti
2. la parte di deviazione interferente con la sede attuale viene realizzata nell'interruzione notturna del traffico appositamente programmata

Nell'elaborato RAAA1EICNCN02VPL036A è riportata la Planimetria e lo Schema Idraulico delle opere di smaltimento delle acque di piattaforma. Nello stesso disegno sono anche riportate tutte le tabelle di calcolo dei diversi elementi che compongono la rete idraulica.

Nelle pagine che seguono sono riportati i criteri di dimensionamento ed in particolare: a) il calcolo delle portate in ingresso alla rete b) la verifica degli elementi che compongono la rete.

3. DATI IDROLOGICI

3.1. TEMPI DI RITORNO

L'assegnazione del periodo di ritorno T_r per provvedere al dimensionamento di un'opera idraulica, e quindi al controllo di un definito evento limite, comporta l'assunzione di un parimenti definito grado di rischio. Il quale è legato, in modo sicuramente ragionevole e non privo di arbitrarietà, all'importanza dell'opera ed alla stima, sintetica, di quali potrebbero essere i danni cui l'insufficienza dell'opera, superata la soglia dell'evento di riferimento, potrebbe dare luogo.

Indicato con P la frequenza probabile che definisce la soglia di superamento dell'evento che cimenta il manufatto di interesse, $1-P$ rappresenta, ovviamente, l'esposizione dell'opera.

Il rischio R , se N è il numero d'anni che misura la durata della vita dell'opera, per un definito T_r diventa:

$$R = 1 - P^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^N$$

Per il dimensionamento delle opere idrauliche della deviazione provvisoria in esame si assume, ad evidente favore di sicurezza, un tempo di ritorno pari a 20 anni.

3.2. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Mediante elaborazione statistico-probabilistica delle serie storiche dei dati delle piogge intense è possibile la limitata conoscenza dei valori della variabile causale altezza di precipitazione, all'individuazione della possibile distribuzione della totalità dei valori che la stessa può assumere, in modo tale da estendere il campo delle previsioni oltre il periodo di osservazione. Si giunge a delle curve monomie dette curve di possibilità pluviometrica che consentono di individuare l'altezza di precipitazione corrispondente ad una determinata durata dell'evento di pioggia, parametrizzate in funzione del periodo di ritorno T_r . Tali curve vengono espresse nella forma:

$$h = a t^n$$

con:

h : altezza di precipitazione (mm)

t : durata di pioggia (ore)

n : esponente numerico

Le analisi statistiche per lo studio degli eventi pluviometrici sono state svolte partendo dalle misurazioni di pioggia della stazione "Parma Università". In particolare sono stati assunti i dati delle curve di possibilità pluviometrica riportati nella Relazione Ideologico Idraulica del Progetto Esecutivo (elaborato RAAA1EIGEXX01IRE001- pag. 28):

$$a = 39,8 \text{ mm/ora}$$

$$n = 0.321$$

4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

4.1. CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Nei modelli di trasformazione dell'afflusso meteorico in deflusso, la precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. Il coefficiente di deflusso esprime la percentuale della pioggia meteorica che contribuisce alla formazione delle portate di deflusso, caratterizzanti le dimensioni dei manufatti idraulici. Sono stati considerati due coefficienti di deflusso ovvero:

scarpate e fasce a verde: $\varphi_{\text{scarpate}} = 0,4$

aree pavimentate: $\varphi_{\text{strada}} = 0,9$

4.2. TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione relativo ad una determinata sezione della rete idraulica è l'intervallo di tempo necessario affinché nella sezione considerata giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino.

Come noto in letteratura il tempo di corrivazione è dato da:

$$\tau_c = \tau_e + \tau_r$$

dove:

τ_e è il tempo di entrata in rete o tempo di accesso

τ_r è il tempo di rete, stimabile con la seguente formula:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{v_{ri}}$$

con :

L_i lunghezza dell'*i*-esima tubazione/canale della rete di drenaggio a monte della sezione in esame [m];

v_{ri} velocità di moto uniforme della corrente transitante nella *i*-esima.

Mediamente, in relazione alle caratteristiche geometriche e altimetriche dei sottobacini drenati, si è assunto un tempo di accesso pari a 5 minuti.

4.3. CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO

Il calcolo delle portate di progetto che vengono raccolte da un bacino o sottobacino, viene eseguito tramite il *metodo razionale*, il quale fornisce la seguente formula per il calcolo del coefficiente udometrico:

$$u = \varphi h/\tau$$

dove:

φ = coefficiente di deflusso;

h = altezza di precipitazione;

τ = durata della precipitazione.

La precedente relazione può essere riscritta anche come:

$$u = \varphi a \tau^{n-1}$$

dove:

- φ = coefficiente di deflusso;
- a, n = coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;
- τ = durata della precipitazione;

e nella quale:

$$j = a \tau^{n-1}$$

è l'intensità di precipitazione.

Determinato il coefficiente di deflusso u , la portata Q sarà pari a :

$$Q = u S$$

in cui S è la superficie scolante.

Per il dimensionamento delle sezioni idrauliche si è imposta, nelle relazioni precedenti, la condizione:

$$\tau = \tau_c$$

ovvero che la durata della precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, condizione che, sulla base del metodo razionale adottato, consente di massimizzare il valore della portata di deflusso per un evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

4.4. DIMENSIONAMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE

Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono determinate mediante l'applicazione della formula di Chezy con la notazione di Manning per la scabrezza n :

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (1)$$

con:

Q = portata di progetto [m^3/s];

A = sezione idraulica bagnata [m^2];

n = coefficiente di Manning ;

R = raggio idraulico [m];

i = pendenza di fondo [m/m]

La scabrezza K di Gauckler-Strickler, pari al reciproco del coefficiente n di Manning $K=1/n$ è stata assunta pari a:

$K_{s_{asf}}=70 m^{1/3}/s$ per asfalto,

$K_{s_{cls}}=50 m^{1/3}/s$ per tubazioni e canalette in calcestruzzo,

$K_{s_{acciaio}}=80 m^{1/3}/s$ per tubazioni in acciaio,

$K_{s_{PeAD}}=80 m^{1/3}/s$ per tubazioni in PeAD,

$K_{s_{terra}}=30 m^{1/3}/s$ per fossi in terra inerbiti,

Nell'elaborato RAAA1EICNCN02VPL036A sono riportate la Planimetria e lo Schema Idraulico delle opere di smaltimento delle acque di piattaforma con le tabelle di calcolo dei diversi elementi che compongono la rete idraulica.

4.5. FOSSI DRENANTI AD INFILTRAZIONE

In progetto sono previsti due fossi drenanti ad infiltrazione e precisamente:

- da sez 27 a sez 30: fosso FD1 (in terra a sezione trapezia 70x100x70)
- da sez 34 a sez 36: fosso FD2 (in terra a sezione trapezia 100x500x100)

Il metodo per il calcolo di questi fossi/vasche è quello dell'invaso semplificato, analogo a quello già utilizzato ed approvato da Italferr sulla linea A.V. Bologna – Firenze e Milano - Torino

La determinazione delle dimensioni trasversali dei fossi è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame (Da Deppo, Datei, Saladin, Sistemazione dei corsi d'acqua, edizioni libreria Cortina 1995):

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente dispersa nel terreno circostante.

La portata entrante $Q_e(t)$ consiste nell'idrogramma di piena verificatosi in seguito ad un definito evento pluviometrico di durata variabile da 5' a 140'.

La funzione $Q_u(t)$, che rappresenta la portata uscente dal fosso non rivestito, risulta unicamente originata dalla infiltrazione nel terreno sottostante. La relazione utilizzata per il calcolo della portata infiltrata, ricavata da Vedernikov e adattata alle tipologie considerate, assume la seguente espressione:

$$Q_u(t) = k[B + C \cdot h(t)]L$$

Il valore C risulta variare nel tempo in funzione del rapporto B/h, nel caso limite di fosso pieno questo coefficiente assumerebbe un valore pari a circa 2,39. In questo caso cautelativamente è stato assunto per C un valore pari a 2.

$W(t)$ rappresenta il volume che si deve invasare nel fosso drenante

Le ipotesi utilizzate per condurre le verifiche idrauliche sono le seguenti:

- Drenaggio del fosso in funzione del reale riempimento, con variazione continua della portata drenata.
- Portata entrante crescente linearmente nei primi 5' di pioggia, costante durante l'evento esaminato, decrescente linearmente negli ultimi 5' di pioggia (transitorio, all'inizio dell'evento meteorico ed alla fine, di 5 min).
- Velo d'acqua uniformemente distribuito di 3 mm su tutte le superfici.
- Invaso nella rete
- Verifiche con tempi di pioggia: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 min.
- Coefficienti di afflusso $\varphi = 0.9$ e 0.6 (vedi tabulato).

Il calcolo è organizzata in cinque sezioni:

- 1) DIMENSIONAMENTO FOSSO DRENANTE
- 2) CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'
- 3) VOLUMI INVASATI SULLA RETE DI DRENAGGIO
- 4) VERIFICA DI CAPACITA' DEL FOSSO
- 5) PORTATE AFFERENTI

Nella prima sezione vengono inserite le caratteristiche geometriche del bacino scolante e dei fossi drenanti.

Nella seconda sezione vengono riportate le caratteristiche idrologiche e di permeabilità.

Nella terza sezione vengono riportati i volumi invasati sulla superficie del bacino, sotto forma di un velo d'acqua uniformemente distribuito, e all'interno della rete di drenaggio che scarica l'acqua nel fosso drenante

Nella quarta sezione si verifica effettivamente la capacità di drenaggio del singolo fosso drenante.

Si considerano sette eventi meteorici di durata variabile da 20 min a 140 min. Per ciascuno di essi si individua il massimo riempimento del fosso drenante in termini di volume e tirante idrico. Dall'involuppo dei massimi si rileva l'evento critico e il riempimento del fosso ad esso associato.

Il metodo adottato consente di valutare nel tempo il riempimento del fosso drenante, e quindi quantificare la variazione della portata drenata in funzione del reale riempimento del fosso.

Il metodo non necessita di iterazioni.

Nella quinta sezione si calcolano, per differenti intervalli di tempo che rappresentano una serie di eventi di pioggia di durata differente, i seguenti dati:

l'altezza d'acqua cumulata: $h = a \cdot t^n$

La portata afferente al fosso drenante: $Q = \varphi \cdot S \cdot h$

Il volume di laminazione maggiore è quello associato all'evento meteorico critico, ovvero a quello da considerarsi per definire la geometria del fosso drenante.

Gli eventi meteorici critici considerati sono 20', 40', 60', 80', 100', 120', 140'.

Per quanto riguarda i volumi invasati nella rete di drenaggio si è assunto:

-il velo d'acqua sulle superfici permeabili ed impermeabili

Si riporta di seguito, i tabulati di calcolo dei fossi FD1 e FD2.

DIMENSIONAMENTO FOSSO DRENANTE - FD1

Superficie impermeabile	m ²	880,00
Superficie permeabile	m ²	1114,55
coeff. Afflusso bitumato	-	0,9
coeff. Afflusso scarpate	-	0,4
SUPERFICIE EFFICACE IMPERMEABILE =	m ²	792,000
SUPERFICIE EFFICACE PERMEABILE =	m ²	445,820
Lunghezza fosso	m	56,84
base minore fosso	m	1,00
altezza max disponibile del fosso (senza rigurgito)	m	0,70
riempimento fosso (Y)	m	0,49
base maggiore fosso - larghezza pelo libero (sponde 1:1)	m	1,98
larghezza max in testa del fosso (sponde 1:1)	m	2,40
numero di fossi drenanti (=2 se in dx e sn)	-	1

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'

permeabilità	m/s	1,00E-05
a - TR20	mm/h	39,8
n - TR20		0,321
n' - TR20		0,321

VOLUMI INVASATI SULLA RETE DI DRENAGGIO

La precipitazione meteorica che cade direttamente sulla rete di drenaggio non viene considerata in quanto trascurabile. Si
 considera un velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm

Velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm	mm	3
Volume invasato sulla superficie impermeabile =	m ³	2,4
Volume invasato sulla superficie permeabile =	m ³	3,3
Altezza acqua media nella rete	m	0,00
Lunghezza della rete di drenaggio	m	0
Volume invasato (embrici e cunette di piattaforma)	m ³	0,0
TOTALE INVASI =	m ³	5,7

VERIFICA DI CAPACITA' DEL FOSSO AL PIEDE

VOLUME DISPONIBILE PER LAMINAZIONE	m ³	48,3
CAPACITA' MAX INVASO DEL FOSSO	m ³	67,6
% RIEMPIMENTO (area idrica)	m ²	71%

DIMENSIONAMENTO FOSSO DRENANTE - FD2

Superficie impermeabile	m ²	3458,00
Superficie permeabile	m ²	5020,00
coeff. Afflusso bitumato	-	0,9
coeff. Afflusso scarpate	-	0,4
SUPERFICIE EFFICACE IMPERMEABILE =	m ²	3112,200
SUPERFICIE EFFICACE PERMEABILE =	m ²	2008,000
Lunghezza fosso	m	38,21
base minore fosso	m	5,00
altezza max disponibile del fosso (senza rigurgito)	m	1,00
riempimento fosso (Y)	m	0,91
base maggiore fosso - larghezza pelo libero (sponde 1:1)	m	6,83
larghezza max in testa del fosso (sponde 1:1)	m	7,00
numero di fossi drenanti (=2 se in dx e sn)	-	1

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'

permeabilità	m/s	1,00E-05
a - TR20	mm/h	39,8
n - TR20		0,321
n' - TR20		0,321

VOLUMI INVASATI SULLA RETE DI DRENAGGIO

La precipitazione meteorica che cade direttamente sulla rete di drenaggio non viene considerata in quanto trascurabile. Si
 considera un velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm

Velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm	mm	3
Volume invasato sulla superficie impermeabile =	m ³	9,3
Volume invasato sulla superficie permeabile =	m ³	15,1
Altezza acqua media nella rete	m	0,00
Lunghezza della rete di drenaggio	m	0
Volume invasato (embrici e cunette di piattaforma)	m ³	0,0
TOTALE INVASI =	m ³	24,4

VERIFICA DI CAPACITA' DEL FOSSO AL PIEDE

VOLUME DISPONIBILE PER LAMINAZIONE	m ³	222,2
CAPACITA' MAX INVASO DEL FOSSO	m ³	229,3
% RIEMPIMENTO (area idrica)	m ²	97%