
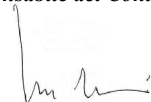
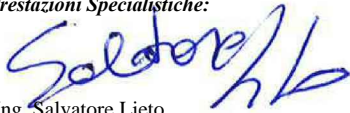


**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO -VALFABBRICA
SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO


| | | |
|--|---|--|
| <p>CONTRAENTE GENERALE:</p>  | <p>Il responsabile del Contraente Generale:</p>  Ing. Federico Montanari | <p>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</p>  Ing. Salvatore Lieto |
|--|---|--|

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

Mandataria: **PROGETTAZIONE GRANDI** Mandanti:

PROGIN S.p.A. **LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI** **LOMBARDI-REICO INGEGNERIA S.r.l.** **SGAI s.r.l. di E.Forlani & C. Studio di Ingegneria e Geologia Applicata**

Via Marconi, 20 - 47833 Montiano di Romagna (RN) - ITALY
P.IVA 01884425003 - tel/fax +39 054 988277 - e-mail: sga@sgai.com
pec: sga@sgaipec.com www.sgai.com Sit. Gest. Qual. ISO 9001:08 RINA 43870015

| | |
|---|--|
| <p>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I.</p>  Ing. Antonio Grimaldi | |
|---|--|

| | | |
|---|---|---|
| <p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Iginio Farotti</p> | <p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE</p> <p>Ing. Vincenzo Pardo</p> | <p>IL DIRETTORE DEI LAVORI</p> <p>Ing. Peppino Marascio</p> |
|---|---|---|

| | |
|--|---|
| <p>2.1.1. - PEDEMONTANA DELLE MARCHE Lotto funzionale del Sub lotto 2.1 - Tratto Fabriano - Matelica Nord</p> <p>INTERSEZIONI E SVINCOLI Viabilità interferita pk. 7+812 Relazione idraulica</p> | <p>SCALA: ---</p> <p>DATA: Ottobre 2020</p> |
|--|---|

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021** (Assegnato CIPE 20-04-2015)

Codice elaborato:

| | | | | | | | |
|-----------|--------|---------|-----|-------------|----------|----------|------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id. doc. | N. prog. | Rev. |
| L 0 7 0 3 | 2 1 1 | E | 1 1 | C S 5 0 1 0 | R E L | 0 1 | A |

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | Redatto | | Controllato | Approvato |
|------|--------------|-------------|---------|--------|-------------|-------------|
| A | Ottobre 2020 | Emissione | Progin | Progin | S. LIETO | A. GRIMALDI |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id. doc. REL | N. progr. 01 | REV. A | Pag. di Pag. 1 di 11 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

Indice

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1 | Premessa | 2 |
| 2 | Equazioni pluviometriche di progetto | 4 |
| 3. | Stima delle portate | 5 |
| 3.1 | Metodo Razionale | 5 |
| 3.2 | Coefficiente di deflusso | 5 |
| 4. | Dimensionamento idraulico | 7 |
| 5 | Fossi di guardia | 10 |

1 Premessa

La presente relazione riporta i calcoli eseguiti per il dimensionamento e la verifica dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche pertinenti alla sede stradale e ai fossi di guardia della Viabilità interferita al km 7+812, inserita nel Progetto Esecutivo della Pedemontana delle Marche tratto Fabriano–Matelica Nord Sub Lotto 2.1. nell’ambito dell’Asse viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna.

La viabilità in esame si sviluppa per 215m ca e ripristina il collegamento tra le viabilità rurali esistenti interferite dal progetto della Pedemontana tramite il nuovo cavalcavia in corrispondenza della progr. 7+812.02.

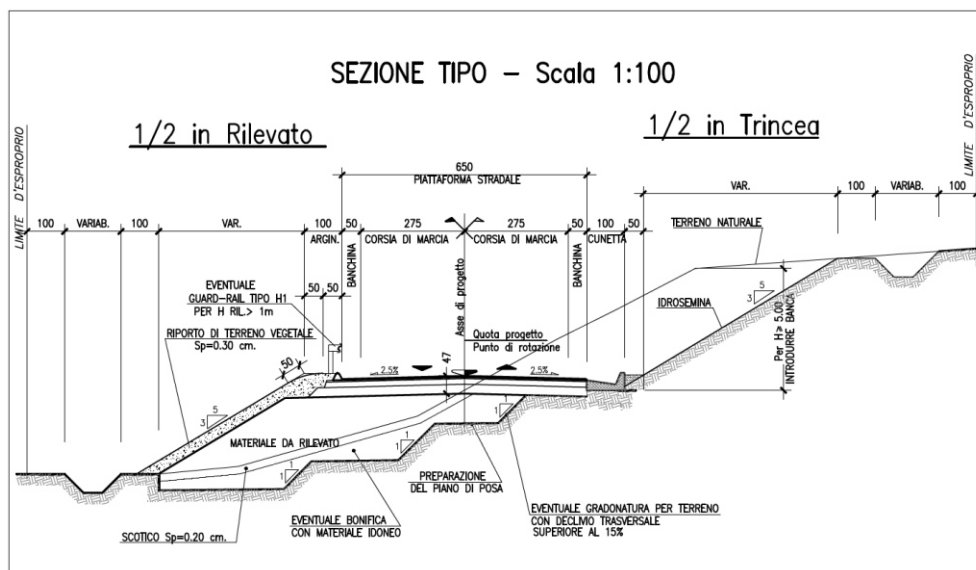
La sezione tipo della viabilità presenta una larghezza totale della piattaforma di 6.5m di cui 5.50m di carreggiata e 0.50m per le banchine laterali. Ai cigli è previsto un cordolo ed un arginello erboso di larghezza 1.0m.

Per assicurare, in caso di intense precipitazioni, l’immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla viabilità, la pavimentazione presenta nei tratti in curva una pendenza trasversale minima a falda unica del 2.5%, mentre a doppia falda in rettilo.

I flussi d’acqua defluiscono quindi al cordolo laterale dove sono intercettati ad interasse 15m dal sistema cordolo-embrice e recapitati all’esterno nei fossi di guardia a sezione trapezoidale in terra o rivestiti previsti al piede del rilevato di dimensioni 50x50x50cm o 60x60x60cm.

Tramite i fossi di guardia le portate hanno esito finale nelle opere idrauliche previste in attraversamento della viabilità o direttamente nelle incisioni naturali esistenti.

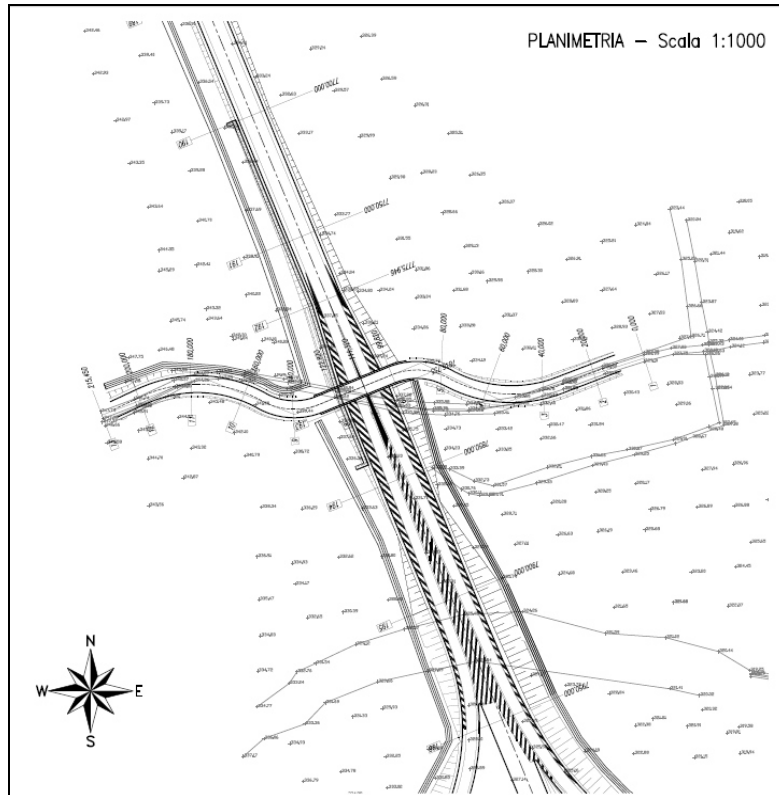
Gli embrici sono previsti per i tratti in rilevato di altezza superiore a 1.20 m, per altezze inferiori le acque meteoriche dalla pavimentazione defluiscono attraverso l’apertura del cordolo in modo laminare lungo la scarpa fino al piede del rilevato sul p.c. o nel fosso di guardia.




Sezione tipo di intervento

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|---------|----------|------|-------------|
| L0703 | 211 | E | 11 | CS5010 | REL | 01 | A | 3 di 11 |

Nella seguente corografia si mostra l'ubicazione della Viabilità interferita in attraversamento della Pedemontana con cavalcavia in corrispondenza della progr. 7+812.02.



Vista planimetrica viabilità di progetto

| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|------------------------|
|  | 2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.7+812 - Relazione idraulica | | | | | | | | |
| | Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id.doc. REL | N.progr. 01 | REV. A | Pag.di Pag. 4 di 11 |

2 Equazioni pluviometriche di progetto

Nel progetto esecutivo le portate massime di deflusso sia lungo i versanti naturali che lungo la piattaforma stradale sono state calcolate mediante la formula Razionale assumendo le curve di possibilità pluviometrica della Stazione pluviometrica di Fabriano, giudicata più significativa per l'entità delle precipitazioni registrate e rappresentativa, data la sua ubicazione baricentrica rispetto ai bacini idrografici.


Le curve di possibilità pluviometrica a cui fare riferimento sono state rilevate dalla Relazione Idraulica di piattaforma par. 3.1 “Calcolo delle portate “.

Riguardo alle esigenze progettuali e alle caratteristiche della viabilità in esame, è stata considerata, per il calcolo dell'intensità di precipitazione e successiva stima delle massime portate, la retta pluviometrica corrispondente ad un evento meteorico avente un tempo di ritorno di 50 anni e dato il limitato sviluppo del sistema drenante un tempo di pioggia cautelativo pari a 5' (0.0833 h) con precipitazioni intense ed inferiori l'ora.

Nella seguente tabella si mostrano le equazioni pluviometriche elaborate statisticamente della Stazione Pluviografica di Fabriano, corrispondenti sia all'altezza di precipitazione (h mm) che alla corrispondente intensità oraria (I mm/h).

| Tempo di ritorno (anni) | Altezza di precipitazione (mm) | Intensità oraria (mm/h) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 50 | $56.30 \times T^{0.51}$ | $56.30 \times T^{(0.51-1)}$ |

dove: T = tempo di corrvazione in ore

| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------|-----------|-----------------------|
|  | 2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.7+812 - Relazione idraulica | | | | | | | | |
| | Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id.doc. REL | N.prog. 01 | REV. A | Pag.diPag. 5 di 11 |

3. Stima delle portate

3.1 Metodo Razionale

Per la stima delle portate si è calcolata l'intensità oraria di precipitazione corrispondente ad un tempo di ritorno di 50 anni e per un tempo di pioggia 5' (0.0833 h).

$$T < 1h \quad I = 56.30 \times 0.0833^{(0.51-1)} = 190.28 \text{ mm/h}$$

Avvalendosi del metodo Razionale, adatto per bacini di modesta estensione e principalmente del tempo di corrivazione del bacino (T_c), si sono valutate le massime portate afferenti.

La formula Razionale è la seguente:

$$Q_{50} = A \times C \times I \times 0.278$$

dove

- Q = portata di massima piena in m³/s
- A = area del bacino in km²
- C = coefficienti di deflusso adimensionali (C1, C2 e C3)
- I = intensità di pioggia critica in mm /h
- 0.278 = fattore di conversione (1/3.6)

3.2 Coefficiente di deflusso


Il coefficiente di deflusso (C) è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

I coefficienti di deflusso (C) proposti nel progetto per le diverse tipologie e grado di permeabilità delle aree interessate sono i seguenti:

| | | |
|----------------------|----|--------|
| Area esterna a verde | C3 | = 0.20 |
| Area della scarpata | C2 | = 0.50 |
| Pavimentazione | C1 | = 0.90 |

Il calcolo di un coefficiente di afflusso globale viene valutato come media pesata sulle aree contribuenti dei coefficienti di afflusso tipici di ciascuna superficie drenata.


Di seguito a semplificazione dei calcoli si è determinata, mediante il Metodo Razionale, una portata specifica ad ettaro (qs/ha) per le differenti tipologie di copertura, assumendo l'intensità di pioggia di 190.28 mm/h.

| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------|
|  | 2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.7+812 - Relazione idraulica | | | | | | | | |
| | Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id.doc. REL | N.progr. 01 | REV. A | Pag.diPag. 6 di 11 |

il contributo ad ettaro relativo alle diverse aree sottese risulta quindi:

- Drenaggio area a verde
 $qs_{50} = 0.01 \times 0.2 \times 190.28 \times 0.277 = 0.105 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha}$
- Drenaggio area scarpata
 $qs_{50} = 0.01 \times 0.5 \times 190.28 \times 0.277 = 0.263 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha}$
- Drenaggio pavimentazione stradale
 $qs_{50} = 0.01 \times 0.9 \times 190.28 \times 0.277 = 0.474 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha}$

Mediante la cartografia disponibile, sono state delimitate le aree sottese ai vari punti di chiusura più significativi della rete drenante, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------|
|  | 2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.7+812 - Relazione idraulica | | | | | | | | |
| | Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id.doc. REL | N.progr. 01 | REV. A | Pag.diPag. 7 di 11 |

4. Dimensionamento idraulico

Per la verifica delle opere di drenaggio proposte nell'ambito delle Viabilità interferite sono stati calcolati i massimi livelli idrici in funzione delle portate massime afferenti, avvalendosi della formula di Gauckler-Strikler, secondo la quale, il flusso di moto uniforme in condizione di deflusso libero, la velocità media in una sezione di pendenza (i), raggio idraulico (Ri) e coefficiente di scabrezza (n) sono correlati dal seguente rapporto:

$$V = \frac{1}{n} \times Ri^{(2/3)} \times i^{(1/2)}$$

dove:

V = velocità media del flusso in m/s

n = coefficiente di scabrezza medio (di esercizio)

Ri = raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica (m²) e perimetro bagnato (m.))

i = pendenza longitudinale (m/m)

Portata e velocità sono legate dalla seguente equazione di continuità:

$$Q = V \times A$$

dove:

Q = portata in m³/s

A = area liquida in m²

Per la verifica si considerano come criteri di base i seguenti coefficienti di scabrezza:

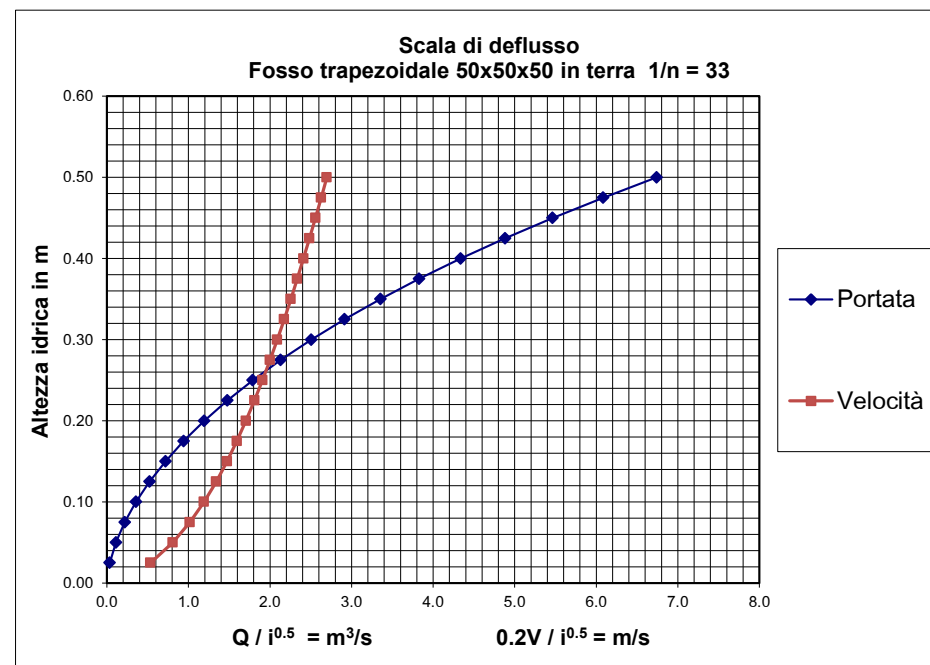
$K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per opere in cls;

$K_s = 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i fossi a sezione trapezoidale in terra.

Nelle seguenti tabelle A e B è riportata la scala di deflusso dei fossi trapezoidali 50x50x50cm e 100x100x100 in terra, in funzione del grado di riempimento e per differenti pendenze longitudinali. Nel grafico corrispondente sono indicate le relazioni intercorrenti tra portata unitaria ($Q / i^{0.5} \text{ m}^3/\text{s}$), altezza idrica (h in m) e velocità media del flusso d'acqua (V in m/s).

Fosso di guardia in terra 50x50x50cm in terra Tab. A

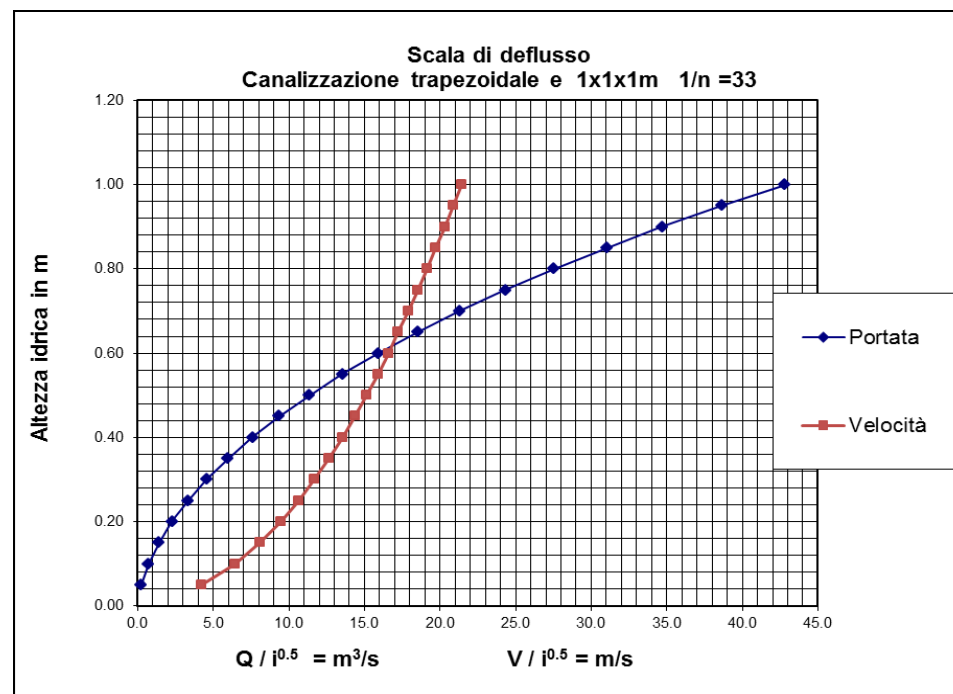
| Base minore struttura | [m] | = | 0.50 | | | | |
|---------------------------------|-----------|---------|--------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| Base maggiore struttura | [m] | = | 1.50 | | | | |
| Altezza max struttura | [m] | = | 0.50 | | | | |
| Coeff. di scabrezza Manning 1/n | | = | 33.0 | | | | |
| Altezza idrica | Altezza % | Area m2 | Q mc/s | Portata mc/s (f) Pendenza m/m | | | |
| | | | 1 | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.020 |
| 0.025 | 5 | 0.013 | 0.035 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 |
| 0.050 | 10 | 0.028 | 0.111 | 0.008 | 0.009 | 0.011 | 0.016 |
| 0.075 | 15 | 0.043 | 0.219 | 0.016 | 0.017 | 0.022 | 0.031 |
| 0.100 | 20 | 0.060 | 0.357 | 0.025 | 0.028 | 0.036 | 0.051 |
| 0.125 | 25 | 0.078 | 0.524 | 0.037 | 0.041 | 0.052 | 0.0741 |
| 0.150 | 30 | 0.098 | 0.718 | 0.051 | 0.056 | 0.07 | 0.102 |
| 0.175 | 35 | 0.118 | 0.942 | 0.067 | 0.073 | 0.09 | 0.133 |
| 0.200 | 40 | 0.140 | 1.194 | 0.084 | 0.092 | 0.12 | 0.169 |
| 0.225 | 45 | 0.163 | 1.476 | 0.104 | 0.114 | 0.15 | 0.209 |
| 0.250 | 50 | 0.188 | 1.788 | 0.126 | 0.138 | 0.18 | 0.253 |
| 0.275 | 55 | 0.213 | 2.131 | 0.151 | 0.165 | 0.21 | 0.301 |
| 0.300 | 60 | 0.240 | 2.506 | 0.177 | 0.194 | 0.25 | 0.354 |
| 0.325 | 65 | 0.268 | 2.913 | 0.206 | 0.226 | 0.29 | 0.412 |
| 0.350 | 70 | 0.298 | 3.354 | 0.237 | 0.260 | 0.34 | 0.474 |
| 0.375 | 75 | 0.328 | 3.829 | 0.271 | 0.297 | 0.38 | 0.541 |
| 0.400 | 80 | 0.360 | 4.338 | 0.307 | 0.336 | 0.43 | 0.614 |
| 0.425 | 85 | 0.393 | 4.884 | 0.345 | 0.378 | 0.49 | 0.691 |
| 0.450 | 90 | 0.428 | 5.466 | 0.386 | 0.423 | 0.55 | 0.773 |
| 0.475 | 95 | 0.463 | 6.085 | 0.430 | 0.471 | 0.61 | 0.861 |
| 0.500 | 100 | 0.500 | 6.743 | 0.477 | 0.522 | 0.67 | 0.954 |




Canalizzazione 1.0x1.0x1.0m in terra

Tab. B

| Base minore struttura | [m] | = | 1.00 | | | | |
|---------------------------------|-----------|---------|--------|-------------------------------|-------|-------|--------|
| Base maggiore struttura | [m] | = | 3.00 | | | | |
| Altezza max struttura | [m] | = | 1.00 | | | | |
| Coeff. di scabrezza Manning 1/n | | = | 33.0 | | | | |
| Altezza idrica | Altezza % | Area m2 | Q mc/s | Portata mc/s (f) Pendenza m/m | | | |
| | | | 1 | 0.005 | 0.006 | 0.010 | 0.020 |
| 0.050 | 5 | 0.053 | 0.222 | 0.016 | 0.017 | 0.022 | 0.031 |
| 0.100 | 10 | 0.110 | 0.706 | 0.050 | 0.055 | 0.071 | 0.100 |
| 0.150 | 15 | 0.173 | 1.393 | 0.099 | 0.108 | 0.139 | 0.197 |
| 0.200 | 20 | 0.240 | 2.268 | 0.160 | 0.176 | 0.227 | 0.321 |
| 0.250 | 25 | 0.313 | 3.325 | 0.235 | 0.258 | 0.332 | 0.4702 |
| 0.300 | 30 | 0.390 | 4.561 | 0.323 | 0.353 | 0.46 | 0.645 |
| 0.350 | 35 | 0.473 | 5.979 | 0.423 | 0.463 | 0.60 | 0.846 |
| 0.400 | 40 | 0.560 | 7.581 | 0.536 | 0.587 | 0.76 | 1.072 |
| 0.450 | 45 | 0.653 | 9.371 | 0.663 | 0.726 | 0.94 | 1.325 |
| 0.500 | 50 | 0.750 | 11.353 | 0.803 | 0.879 | 1.14 | 1.606 |
| 0.550 | 55 | 0.853 | 13.531 | 0.957 | 1.048 | 1.35 | 1.914 |
| 0.600 | 60 | 0.960 | 15.912 | 1.125 | 1.233 | 1.59 | 2.250 |
| 0.650 | 65 | 1.073 | 18.498 | 1.308 | 1.433 | 1.85 | 2.616 |
| 0.700 | 70 | 1.190 | 21.296 | 1.506 | 1.650 | 2.13 | 3.012 |
| 0.750 | 75 | 1.313 | 24.311 | 1.719 | 1.883 | 2.43 | 3.438 |
| 0.800 | 80 | 1.440 | 27.547 | 1.948 | 2.134 | 2.75 | 3.896 |
| 0.850 | 85 | 1.573 | 31.010 | 2.193 | 2.402 | 3.10 | 4.385 |
| 0.900 | 90 | 1.710 | 34.705 | 2.454 | 2.688 | 3.47 | 4.908 |
| 0.950 | 95 | 1.853 | 38.637 | 2.732 | 2.993 | 3.86 | 5.464 |
| 1.000 | 100 | 2.000 | 42.812 | 3.027 | 3.316 | 4.28 | 6.054 |



| | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|--------------|-----------|---------------|----------------|----------------|-----------|------------------------|
|  | 2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.7+812 - Relazione idraulica | | | | | | | | |
| | Opera L0703 | Tratto 211 | Settore E | CEE 11 | WBS CS5010 | Id.doc. REL | N.progr. 01 | REV. A | Pag.diPag. 10 di 11 |

5 Fossi di guardia

Data la morfologia esistente lungo l'asse della viabilità in esame non sono previste opere di attraversamento.

E' stato necessario inserire solo un fosso di guardia in terra tipo F1 sul lato dx tra la prog. 0+215 e la prog. 0+145 per l'intercettazione delle portate provenienti da una limitata area a verde.

I flussi d'acqua hanno esito finale nel fosso di guardia in cls tipo F1 previsto al piede del rilevato in dx della Pedemontana alla progr. 7+803. Per la morfologia esistente non si prevedono inoltre fossi di guardia nel tratto iniziale sino alla prog. 90 ca.

Per le limitate portate afferenti il fosso di guardia in terra a sezione trapezoidale di dimensioni 50x50x50cm risulta verificato, poiché i massimi livelli idrici anche per una pendenza longitudinale minima del 0.002m/m, sono interamente contenuti nella sezione idraulica del fosso.

Negli elaborati grafici delle planimetrie e profili idraulici è mostrata l'ubicazione del sistema di drenaggio e specifiche caratteristiche.

