
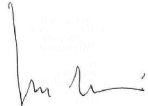
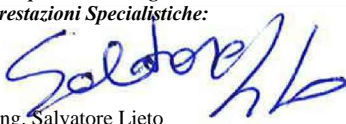


**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA  
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
MAXI LOTTO 2**

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><b>CONTRAENTE GENERALE:</b></p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p>  Ing. Federico Montanari	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></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: sgai@sgai.com  
pec: sgai@sgai.pcc.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><b>2.1.1. - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Lotto funzionale del Sub lotto 2.1 - Tratto Fabriano - Matelica Nord</b></p> <p>INTERSEZIONI E SVINCOLI Viabilità interferita pk. 5+065 Relazione idraulica</p>	<p><b>SCALA:</b> ---</p> <p><b>DATA:</b> 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 0 6	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 CS5006	Id. doc. REL	N. progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 1 di 20
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------

## 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	Verifica delle opere di attraversamento idraulico	10
6	Opere idrauliche	12
7	Fosso di guardia	14
8	Verifica idraulica degli attraversamenti	15
	Allegato "A" Tabelle Verifica Tombini	17

## 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 5+065, 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.

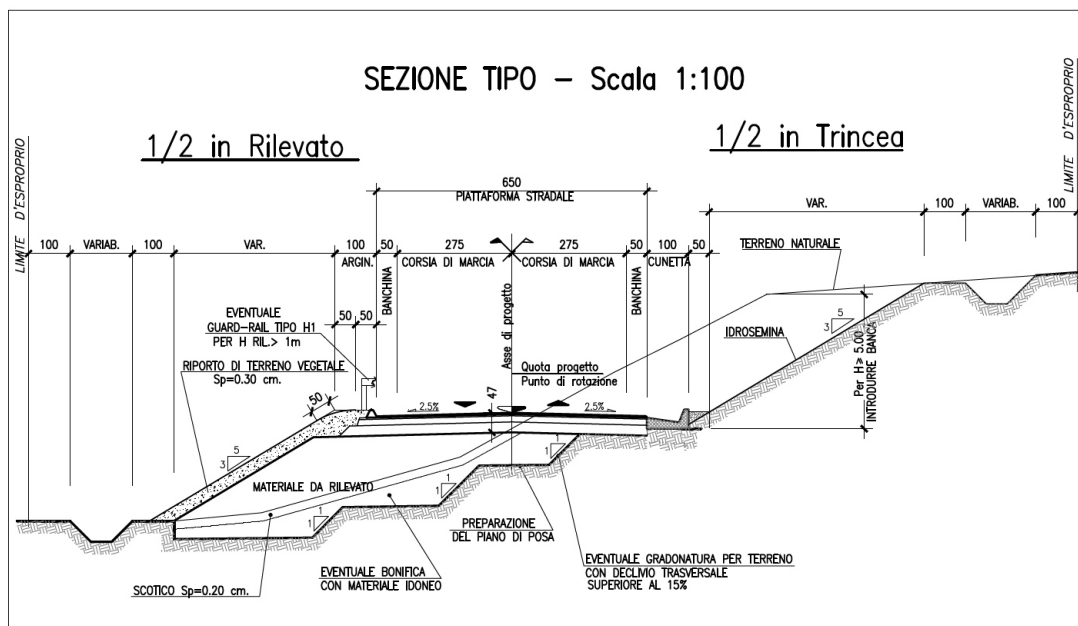
La viabilità in esame si sviluppa per 393m ca e ripristina il collegamento tra le viabilità esistenti interferite dal progetto della Pedemontana tramite il nuovo cavalcavia in corrispondenza della progr. 5+065.00.

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.

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 previsti al piede del rilevato di dimensioni generalmente 50x50x50cm (tipo F1) o 30x30x30cm (tipo F0).

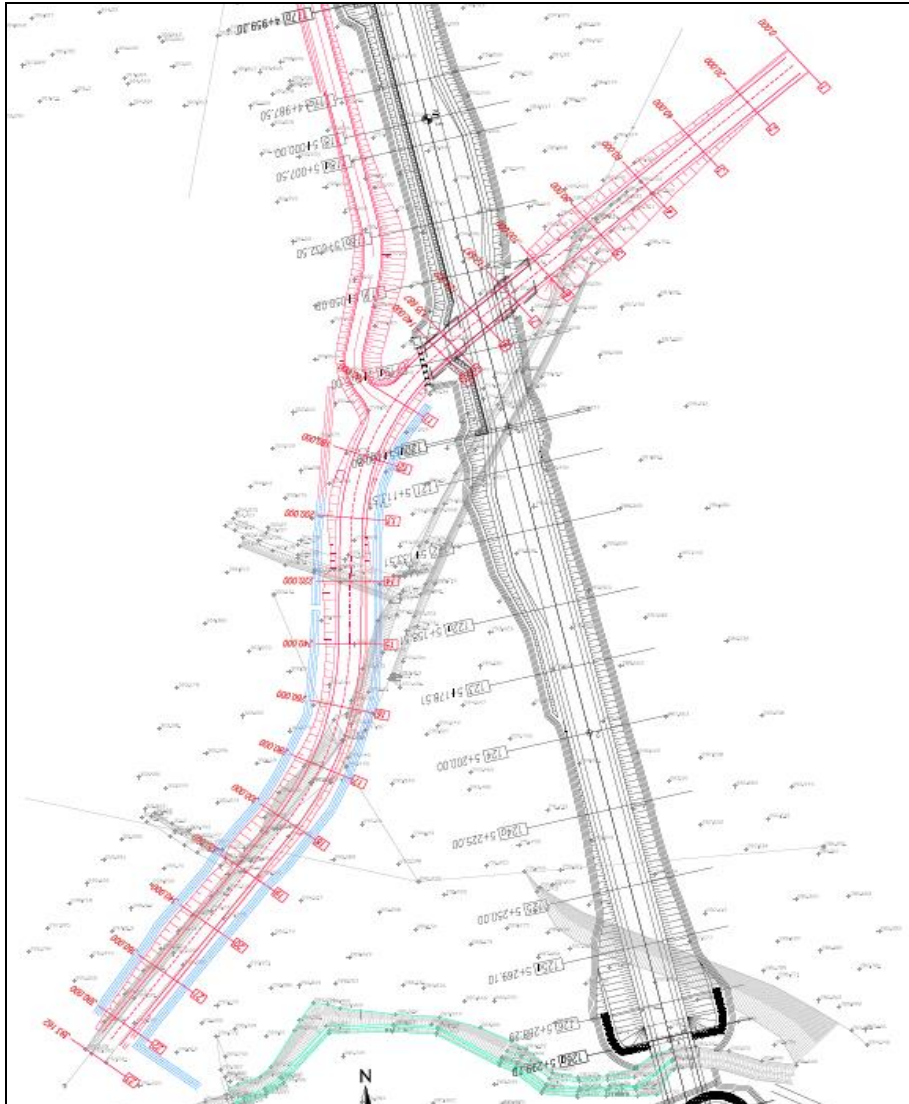
Tramite i fossi di guardia le portate hanno esito finale nelle opere idrauliche previste in attraversamento della viabilità o direttamente nelle incisioni naturali esistenti.

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

Nella seguenti corografie sono rappresentate l'ubicazione della Viabilità interferita con le opere idrauliche di attraversamento  $\Phi 1000$  a prog. 0+147.00 e a prog. 0+393.00.



**Vista planimetrica viabilità di progetto**

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.diPag. 4 di 20

## 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

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.diPag. 5 di 20

### 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 m<sup>3</sup>/s
- A = area del bacino in km<sup>2</sup>
- 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.

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 6 di 20

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.

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.diPag. 7 di 20

#### 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:

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

dove:

V = velocità media del flusso in m/s

n = coefficiente di scabrezza medio (di esercizio)

Ri = raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica (m<sup>2</sup>) 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 m<sup>3</sup>/s

A = area liquida in m<sup>2</sup>

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;

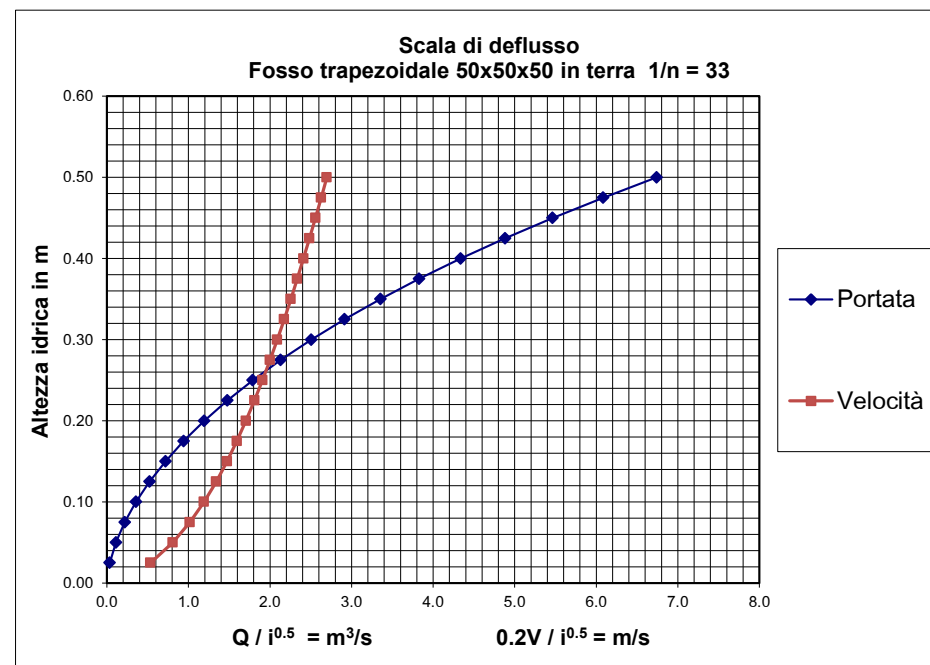
$K_s = 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per i fossi a sezione trapezoidale in terra.

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

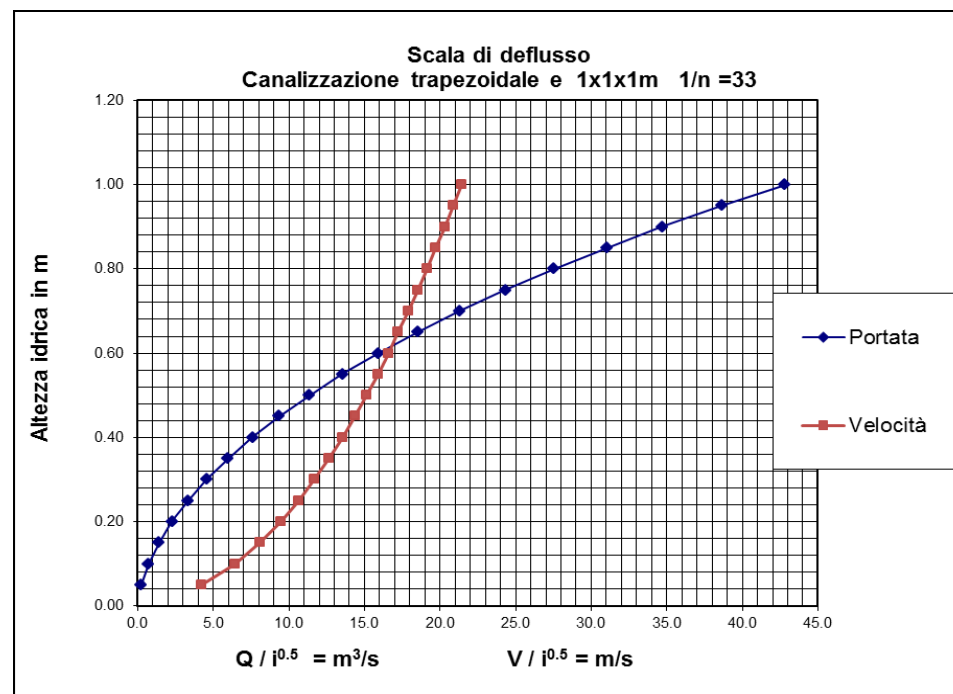
Base minore struttura	[m]	=	0.50				
Base maggiore struttura	[m]	=	1.50				
Altezza max struttura	[m]	=	0.50				
Coeff. di scabrezza Manning 1/n		=	33.0				
Altezza idrica	Altezza %	Area m2	Q mc/s	Portata mc/s (f) Pendenza m/m			
			1	0.005	0.006	0.010	0.020
0.025	5	0.013	0.035	0.002	0.003	0.004	0.005
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



	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 10 di 20

## 5 Verifica delle opere di attraversamento idraulico

Alle opere in calcestruzzo è attribuito un coefficiente di scabrezza cautelativo (di Gauckler-Strickler) pari a  $K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , valore di resistenza al moto per opere in cemento in non perfette condizioni. Questo al fine di ricavare la portata massima transitabile nelle condizioni più sfavorevoli, ossia quelle di innalzamento massimo del pelo libero del corso d'acqua rilevabile in fase di esercizio corrente.

Le verifiche idrauliche per le opere di attraversamento sono di due tipi:

- verifica che l'altezza d'acqua all'imbocco del tombino risulti minore o al limite uguale al 70% l'altezza dell'opera;
- calcolo dell'altezza e della velocità all'interno della canna del tombino.

Il livello idrico di monte è valutato in base ai diagrammi sperimentali del (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts - Bureau of Public Roads - 1964 U.S.A.).

Il primo fornisce tale livello in condizioni di “controllo da monte”, assumendo la portata di progetto e la geometria dell'ingresso (forma ed area della sezione); il secondo nella condizione di “controllo da valle”.

Entrambi consentono di valutare il livello idrico tenendo conto della scabrezza, della lunghezza della canna e di eventuali livelli idrici a valle. La verifica è compiuta per ambedue i tipi di funzionamento assumendo come rappresentativo il maggiore dei due.

Quanto al livello idrico di valle del tombino esso viene assunto, nel caso di verifica con “controllo da valle”, pari al valore medio tra l'altezza della canna e l'altezza critica della stessa. La velocità e l'altezza dell'acqua all'interno del tombino sono stimate nell'ipotesi di raggiungimento del moto uniforme, condizione non sempre possibile data la lunghezza dell'opera di attraversamento.

A tal fine si è adottata la formula di Chèzy:

$$Q = C A \sqrt{R i}$$

In tal caso la velocità media (in m/s) è esprimibile per mezzo dell'equazione:

$$U = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:


A area della sezione bagnata;

R raggio idraulico pari al rapporto fra l'area A e il perimetro bagnato P [m];


i pendenza di fondo [m/m].

$K_s = 1/n$  coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

$C = K_s R^{1/6}$  indice di scabrezza.

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 11 di 20

Per ogni attraversamento sono state eseguite le verifiche idrauliche tramite il programma di calcolo "Hydraulic design of Highway Culverts" che, in funzione delle portate massime afferenti, della tipologia dell'opera d'ingresso e della pendenza longitudinale determina i livelli idrici a monte dell'opera (inlet control) e quelli relativi lungo la canna e allo sbocco (outlet control). Nelle relative tabelle si mostrano inoltre i risultati relativi alla velocità media del flusso (m/s) e grado di riempimento (h/H).

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 12 di 20

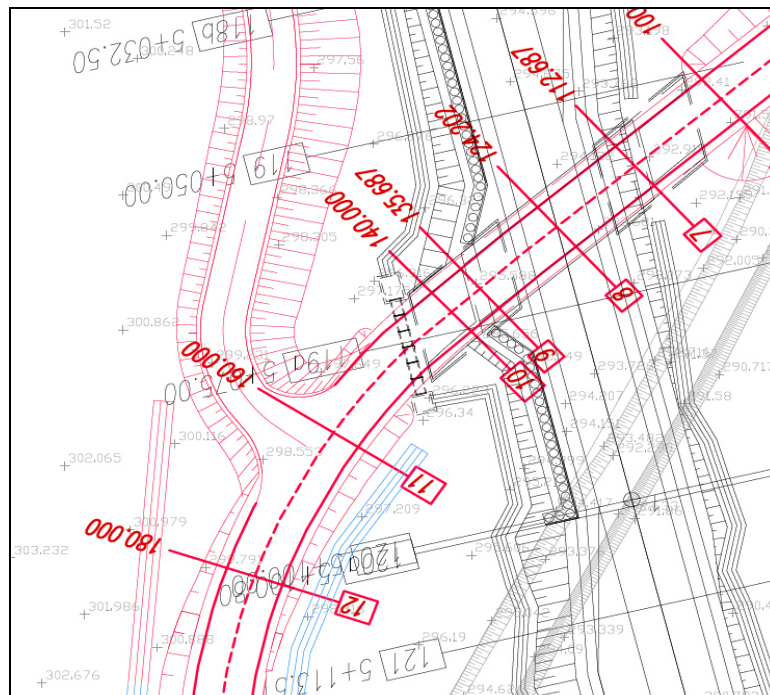
## 6 Opere idrauliche

Per l'opera idraulica in attraversamento della viabilità n°4 alla pk 0+147.00 si riporta nella seguente tabella le principali caratteristiche: il numero e l'estensione del bacino idrografico sotteso, la massima portata, l'ubicazione e dimensioni dei tombini idraulici.

Bacino 'n°	Dimensioni Tombino	Asse Stradale	Progressiva 'km	Area m2	Q max m3/s
Sottobacino 'del B17	Φ1000	'Viabilità n°6	0+147.00	9950	0.100
Sottobacino 'del B17	Φ1000	'Viabilità n°6	0+393.00	40200	0.422

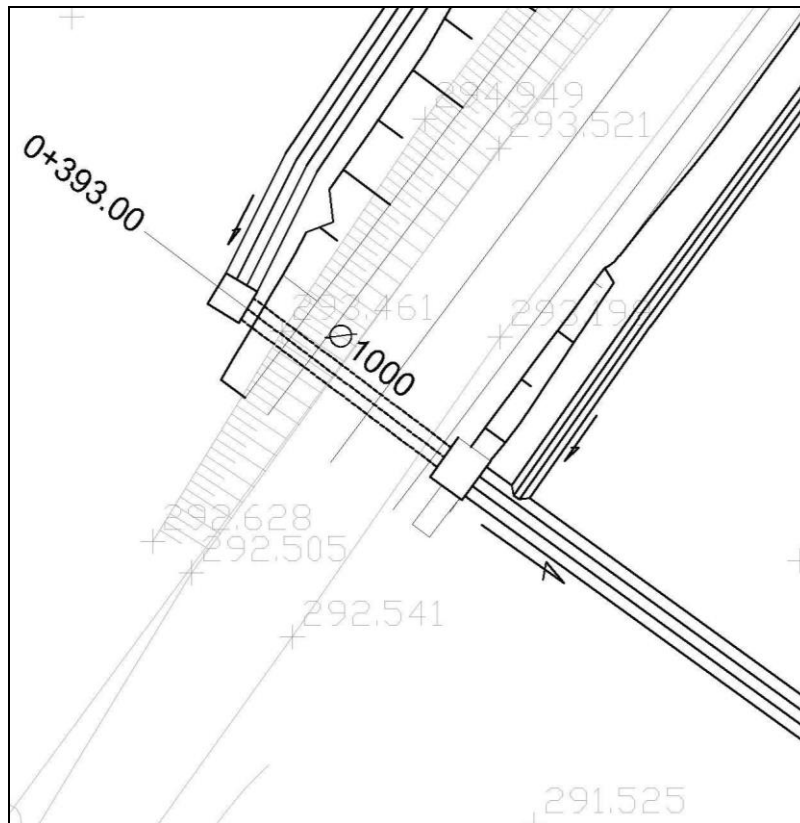
Nella fig. 1 si mostra in pianta l'ubicazione dell'opera idraulica Φ1000 inserita in attraversamento della viabilità a pk 0+147 per garantire la continuità idraulica ai flussi d'acqua provenienti dal fosso di guardia in destra della Pedemontana.

Mentre nella fig. 2 si mostra l'ubicazione del tombino Φ1000 inserito in attraversamento della viabilità a pk 0+393 per l'intercettazione delle portate provenienti dai fossi di guardia di sx e di dx ed il loro deflusso nell'alveo esistente.




1 – DN 1000 – 0+147

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.prog. 01	REV. A	Pag. di Pag. 13 di 20
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------



**2 – DN 1000 – 0+393**

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.prog. 01	REV. A	Pag. di Pag. 14 di 20

## 7 Fosso di guardia

Lungo l'asse della Viabilità n°6 sono stati inseriti, dalla prog. 0+147 sino alla fine della viabilità fossi di guardia a sezione trapezoidale in terra in entrambi i lati.

In particolare in destra della Pedemontana i fossi di guardia tipo F1 sono ubicati sopra la viabilità in scavo con esito finale in parte nell'opera d'imbocco del tombino  $\Phi 1000$  in attraversamento della viabilità a prog. 0+147 mentre nel tombino  $\Phi 1000$  a prog. 0+393 incide un'area più estesa del sottobacino B17.


Mentre per l'intercettazione delle limitate portate provenienti dalla sede stradale in sinistra tramite gli embrici, sono stati previsti fossi trapezoidali in terra tipo F0 di dimensioni 30x30x30cm. Le portate defluiscono sia nei fossi della Pedemontana che nell'opera di uscita del tombino  $\Phi 1000$  a prog. 0+393 lle.

Data la morfologia esistente nel tratto iniziale della viabilità da prog. 0+000 a prog. 0+100 non sono previsti fossi di guardia. Le limitate portate provenienti dalla pavimentazione e dalle scarpate defluiscono in modo laminare sul p.c.

Per limitare eventuali erosioni del fosso in terra alla connessione con opere strutturali in cls si prevede un rivestimento in cls non armato del fosso per uno sviluppo di almeno 3.0/4.0m a monte e a valle dell'attraversamento.

I fossi di guardia in terra previsti lungo la viabilità in esame sono ampiamente verificati al deflusso delle portate afferenti, poiché i livelli idrici risultano interamente contenuti nella sezione del fosso con un grado di riempimento inferiore al 70% dell'altezza.

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

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag.diPag. 15 di 20

## 8 Verifica idraulica degli attraversamenti

La verifica dell'idoneità idraulica delle opere di attraversamento è stata effettuata in considerazione del massimo livello idrico nell'opera di imbocco (inlet), lungo la canna ed allo sbocco (outlet) del tombino, valutato in base ai diagrammi sperimentali del (Hydraulic Charts for the selection of highway culverts - Bureau of Public Roads - 1964 U.S.A.).

Come menzionato nel paragrafo n° 5 "Verifica opere di attraversamento idraulico", la verifica è stata fatta con la seguente procedura:

Per ogni attraversamento sono state eseguite le verifiche idrauliche tramite il programma di calcolo "Hydraulic design of Highway Culverts" che, in funzione delle portate massime afferenti, della tipologia dell'opera d'ingresso e della pendenza longitudinale determina i livelli idrici a monte dell'opera (inlet control) e quelli relativi lungo la canna e allo sbocco (outlet control). Si mostrano inoltre i risultati relativi alla velocità media del flusso (m/s) e grado di riempimento (h/H).


I risultati ottenuti tramite il programma di calcolo (inlet-outlet), sono evidenziati nella tabella 8.2 e 8.3 dell'allegato "A" e riportati nella seguente tabella. n°8.1 con le principali caratteristiche geometriche dei tombini (dati di input).

Le verifiche effettuate attestano l'idoneità dei tombini  $\Phi 1000$ , poiché i livelli idrici all'imbocco (inlet) sono inferiori all'altezza dell'opera e lungo la canna hanno un grado di riempimento inferiore al 70%, con velocità media del flusso d'acqua nella canna ed allo sbocco non superiore a 1.91 m/s.



**Verifica attraversamenti idraulici della Viabilità interferita n°6**

Posizione		Caratteristiche opera di attraversamento			Input di verifica Tombino			Output di Verifica Tombino			
Tombino	Progr,	larghezza	altezza	lunghezza canna	Portata	pendenza longitudinale	Coefficiente scabrezza	Altezza idrica imbocco	Altezza idrica nella canna	Grado riempimento	Velocità media
N°	km	m	'm	m	l/s	m/m	1/n	m	m	%	m/s
1	0+147.00	Φ1000		12..0	100	0.015	60	0.23	0.14	14	1.44
2	0+393.00	Φ1000		11..0	422	0.015	60	0.53	0.32	53	1.91

	<b>2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto</b> <b>2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord</b> Viabilità interferita pk.5+065 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 17 di 20

**Allegato "A" Tabelle Verifica Tombini**

Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5006	Id.doc. REL	N.progr. 01	REV. A	Pag. di Pag. 18 di 20
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	--------------------------

**Tombino  $\Phi 1000$  a pk 0+147.00**

Dati INPUT :

Progressiva	Km =	0+147.00
Dimensioni Struttura	diámetro =	1 $\times$ 1.00 m
Lunghezza del tombino	L [ m ] =	12.500
Tombino in	Calcestruzzo	
Tipo di imbocco	Muri di testa	
Coefficiente per imbocco	Ke =	0.50
Portata massima	Q [m <sup>3</sup> /s] =	0.100
Pendenza della struttura	i [m/m] =	0.0150
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] =	60.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [ m ] =	0.200

Risultati con funzionamento con controllo in INLET

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [ m ] =	0.229
-----------------------------	------------	-------

Risultati per un flusso a moto uniforme ( Manning )

Altezza d'acqua nella struttura	hu [ m ] =	0.140
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.444

Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET

Perdita di carico all'imbocco	dhe [ m ] =	0.000
Perdita di carico distribuita	dhf [ m ] =	0.000
Perdita di carico allo sbocco	dhs [ m ] =	0.001
Perdita di carico totale	dht [ m ] =	0.002

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [ m ] =	0.014
Altezza d'acqua in uscita	h [ m ] =	0.200
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	0.894

Pendenza critica della struttura	ic [m/m] =	0.0072
Altezza d'acqua critica	hc [ m ] =	0.170
Velocità dell'acqua critica	Vc [m/s] =	1.129

Essendo  $\left[ \begin{array}{l} TW < (hc+h)/2 \\ e \end{array} \right]$  e  $\left[ HW < h + (1+Ke) * V^2 / (2 * G) \right]$   
 il moto nel tombino avviene a superficie libera anche in OUTLET CONTROL

**Tombino  $\Phi 1000$  a pk 0+393.00**

## Dati INPUT :

Progressiva	Km =	0+393.00
Dimensioni Struttura	diámetro =	1 $\times$ 1.00 m
Lunghezza del tombino	L [ m ] =	11.000
Tombino in	Calcestruzzo	
Tipo di imbocco	Muri di testa	
Coefficiente per imbocco	Ke =	0.50
Portata massima	Q [m <sup>3</sup> /s] =	0.420
Pendenza della struttura	i [m/m] =	0.0100
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] =	60.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [ m ] =	0.300

## Risultati con funzionamento con controllo in INLET

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [ m ] =	0.534
-----------------------------	------------	-------

## Risultati per un flusso a moto uniforme ( Manning )

Altezza d'acqua nella struttura	hu [ m ] =	0.320
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.914

## Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET

Perdita di carico all'imbocco	dhe [ m ] =	0.007
Perdita di carico distribuita	dhf [ m ] =	0.006
Perdita di carico allo sbocco	dhs [ m ] =	0.015
Perdita di carico totale	dht [ m ] =	0.027

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [ m ] =	0.277
Altezza d'acqua in uscita	h [ m ] =	0.360
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.650

Pendenza critica della struttura	ic [m/m] =	0.0066
Altezza d'acqua critica	hc [ m ] =	0.360
Velocità dell'acqua critica	Vc [m/s] =	1.650

Essendo  $\left[ \begin{array}{l} TW < (hc+h)/2 \\ e \end{array} \right]$   $\left[ \begin{array}{l} HW < h + (1+Ke) * V^2 / (2 * G) \end{array} \right]$   
 il moto nel tombino avviene a superficie libera anche in OUTLET CONTROL

