

**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><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** INFRASTRUTTURE **PROGIN S.p.A.** Mandanti: **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 - telefono +39 054 988277 - e-mail: sgai@sgai.com
www.sgai.com

<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. 2+766 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 0 4	R E L	0 2	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 CS5004	Id. doc. REL	N. progr. 02	REV. A	Pag. di Pag. 1 di 17
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	-----------------	-----------	-------------------------

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	11
7.	Fosso di guardia	12
8	Verifica idraulica degli attraversamenti	13
	Allegato "A" Tabelle Verifica Tombini	15

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.prog. 02	REV. A	Pag.di Pag. 2 di 17

1 Premessa

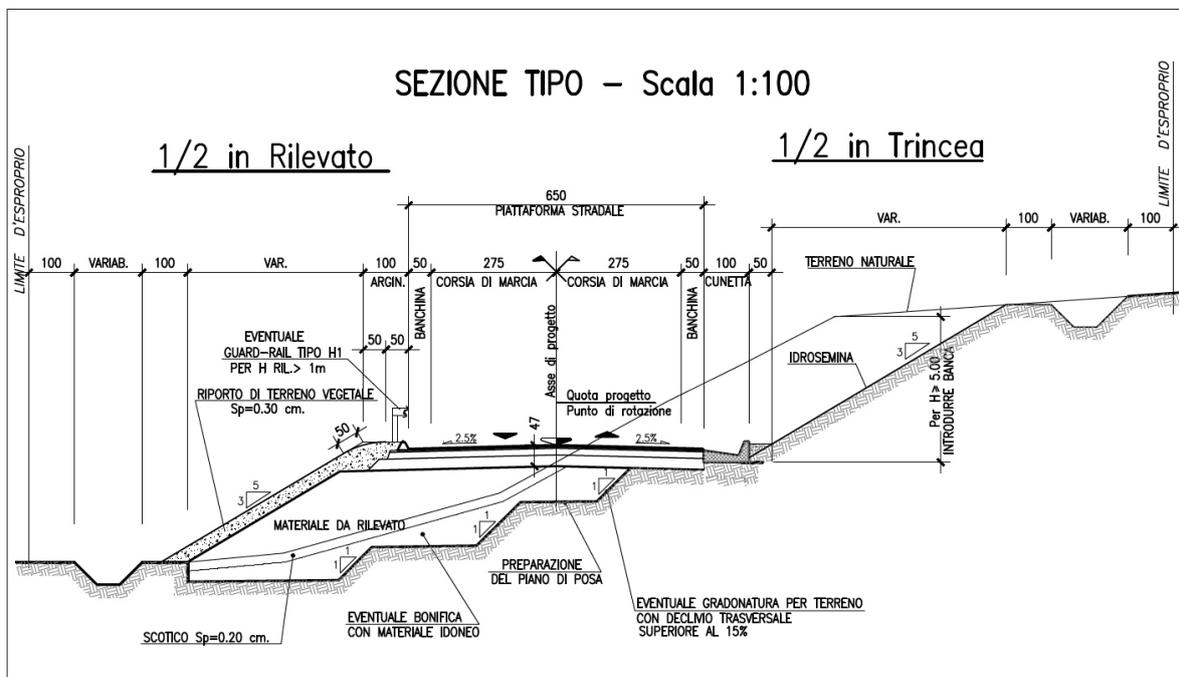
La presente relazione riporta i calcoli eseguiti per il dimensionamento e la verifica dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche pertinenti alla sede stradale e ai fossi di guardia della Viabilità interferita al km 2+766, inserita nel Progetto Esecutivo della Pedemontana delle 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 558m ca e ripristina il collegamento tra le viabilità locali esistenti interferite dal progetto della Pedemontana tramite il nuovo sottovia poderale in corrispondenza della progr. 2+766.96.

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.

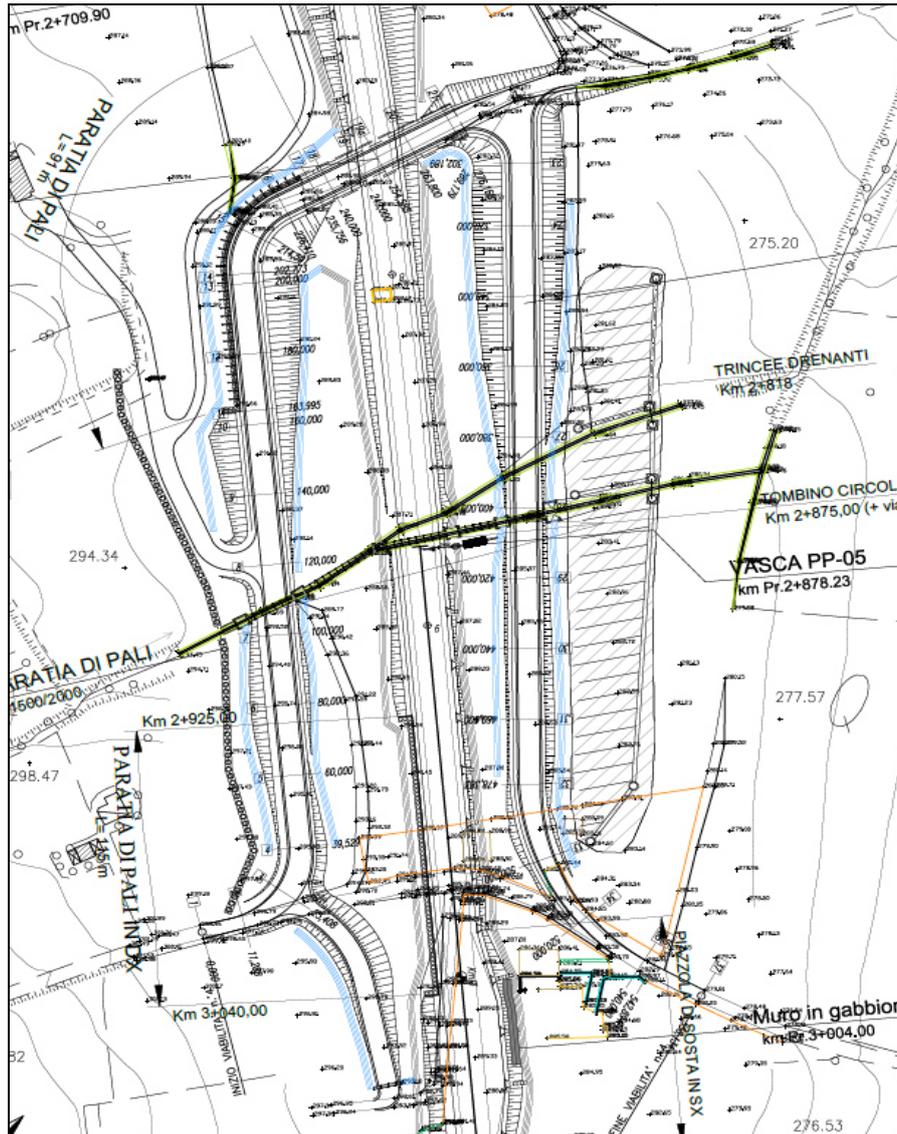
Per assicurare, in caso di intense precipitazioni, l’immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla viabilità, la pavimentazione presenta nei tratti in curva una pendenza trasversale minima a falda unica del 2.5%, mentre a doppia falda in rettilineo.

La pendenza trasversale garantisce, in caso di intense precipitazioni, l’immediato deflusso delle portate all’esterno dove sono intercettate dai fossi di guardia a sezione trapezoidale di dimensione minima 50x50x50cm ubicati al piede del rilevato stradale. Le portate hanno esito finale nelle opere idrauliche previste in attraversamento della viabilità.



Sezione tipo di intervento

Nella seguente corografia si mostra l'ubicazione della Viabilità interferita e del tombino idraulico $\Phi 1500\text{mm}$ che si sviluppa per 85m ca.intersecando la suddetta viabilità in sx a prog. 0+117.05, l'asse della Pedemontana in corrispondenza della prog. 2+875.00 ed infine in dx a prog. 0+404.30; è rappresentato anche il ramo di collegamento in corrispondenza della progr. 3+040, per le cui verifiche si rimanda alla relazione LO703211E11CS5004REL01.



Stralcio planimetrico

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.diPag. 4 di 17

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.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.diPag. 5 di 17

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.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag. di Pag. 6 di 17

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.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.diPag. 7 di 17

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 (R_i) e coefficiente di scabrezza (n) sono correlati dal seguente rapporto:

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

dove:

V = velocità media del flusso in m/s

n = coefficiente di scabrezza medio (di esercizio)

R_i = raggio idraulico (rapporto tra luce idraulica (m^2) 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^3/s

A = area liquida in m^2

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

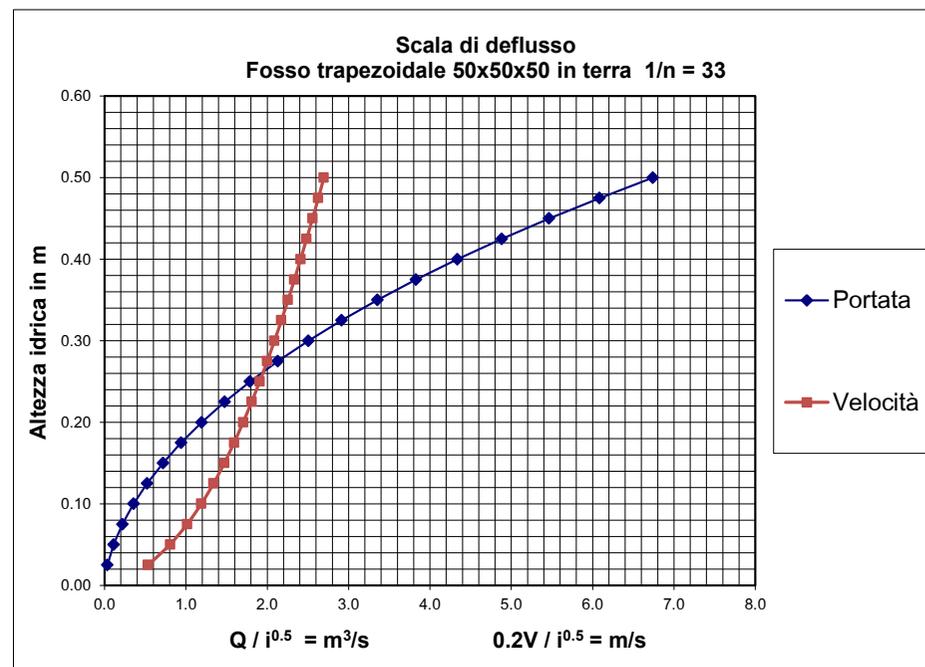
$K_s = 60 m^{1/3}/s$ per opere in cls;

$K_s = 33 m^{1/3}/s$ 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 ($Q / i^{0.5} m^3/s$), 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

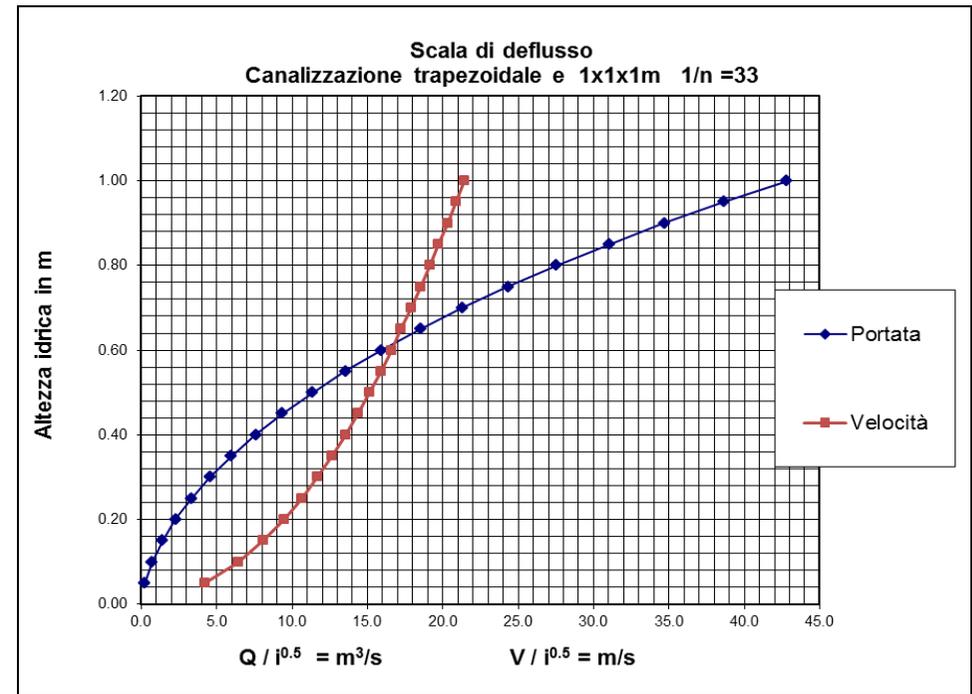


	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera LO703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.prog. 02	REV. A	Pag. di Pag. 9 di 17

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.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag. di Pag. 10 di 17

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.

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag. di Pag. 11 di 17

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).

6 Opere idrauliche

Le opere idrauliche in attraversamento della viabilità n°4 sono state dimensionate in funzione delle massime portate afferenti e tombini di dimensioni similari a quelle previsti dal progetto in attraversamento della Pedemontana. Come richiesto per gli attraversamenti idraulici, la portata massima si riferisce ad un tempo di ritorno di 200 anni e data la limitata estensione dei bacini, per precipitazioni intense e di breve durata.

Nella seguente tabella si riporta per ogni opera idraulica le principali caratteristiche: il numero e l'estensione del bacino idrografico sotteso, la massima portata, l'ubicazione e dimensioni dei tombini idraulici. I dati sono stati reperiti nella relazione del P.E. "Pedemontana delle Marche – Idraulica di piattaforma" paragrafo 3.5.

Bacino 'n°	Dimensioni Tombino	Asse Stradale	Progressiva 'km	Area m2	Q max m3/s
B11	Φ1500	Viabilità 4	0+117.05	71500	0.770
		Asse 2 d	2+875.00		
		Viabilità 4	0+404.30		

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.diPag. 12 di 17

7. Fosso di guardia

Lungo l'asse della Viabilità n°4 sono stati inseriti al piede del rilevato in entrambi i lati fossi di guardia in terra a sezione trapezoidale di dimensioni 50x50x50cm per l'intercettazione delle limitate portate provenienti sia dalla sede stradale che dall'area di terreno naturale interclusa tra la Viabilità e la Pedemontana.

In particolare sul lato in destra della Pedemontana, tra la progr. 0+0 e la progr. 0+250 ca, i fossi di guardia sono ubicati sopra la viabilità in scavo con esito finale nell'opera d'imbocco del tombino $\Phi 1500$ e nel fosso di guardia della Pedemontana, Nel tratto in sinistra da progr. 0+270 sino alla fine della viabilità, i fossi intercettano sia le portate provenienti dalla pavimentazione stradale tramite gli embrici che dall'area interclusa tra la Pedemontana e la viabilità n°4.

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.

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.diPag. 13 di 17

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 per ogni attraversamento, nelle relative tabelle 7.2 e 7.3 dell'allegato "A". e riportati nella seguente tabella. n°7.1 con le principali caratteristiche geometriche dei tombini (dati di input).

Le verifiche effettuate attestano l'idoneità del dimensionamento delle opere idrauliche di attraversamento proposte, 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 accettabili.

Verifica attraversamenti idraulici Viabilità interferita n°2
tab. 7.1

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	2+875.00	Φ1500		85	770	0.05	60	0.63	0.25	18	3.84

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord Viabilità interferita pk.2+766 - Relazione idraulica								
	Opera L0703	Tratto 211	Settore E	CEE 11	WBS CS5004	Id.doc. REL	N.progr. 02	REV. A	Pag.di Pag. 15 di 17

Allegato "A" Tabelle Verifica Tombini

Tombino Ø1500 a pk 2+875.00
Dati INPUT :

Progressiva	Km =	2+875.00
Dimensioni Struttura	diametro =	1 × 1.50 m
Lunghezza del tombino	L [m] =	85.000
Tombino in	Calcestruzzo	
Tipo di imbocco	Muri di testa	
Coefficiente per imbocco	Ke =	0.50
Portata massima	Q [m3/s] =	0.770
Pendenza della struttura	i [m/m] =	0.0500
Coefficiente di scabrezza	K [1/n] =	60.000
Altezza acqua imposta in uscita	h [m] =	0.400

Risultati con funzionamento con controllo in INLET

Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] =	0.630
Risultati per un flusso a moto uniforme (Manning)		
Altezza d'acqua nella struttura	hu [m] =	0.250
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	3.845

Risultati con funzionamento con controllo in OUTLET

Perdita di carico all'imbocco	dhe [m] =	0.005
Perdita di carico distribuita	dhf [m] =	0.017
Perdita di carico allo sbocco	dhs [m] =	0.010
Perdita di carico totale	dht [m] =	0.031
Altezza d'acqua all'imbocco	Hw [m] =	-3.779
Altezza d'acqua in uscita	h [m] =	0.440
Velocità dell'acqua in uscita	V [m/s] =	1.782
Pendenza critica della struttura	ic [m/m] =	0.0055
Altezza d'acqua critica	hc [m] =	0.440
Velocità dell'acqua critica	Vc [m/s] =	1.782

Essendo $TW < (hc+h)/2$
 e $HW < h + (1+Ke) * V^2 / (2 * G)$
 il moto nel tombino avviene a superficie libera anche in OUTLET CONTROL

