

REGIONE
TOSCANA



DIREZIONE DELLE POLITICHE MOBILITA'
INFRASTRUTTURE E TRASPORTO
PUBBLICO LOCALE

S.R. n° 70 "Della Consuma" Miglioramento della Sicurezza

Provincia di Firenze
Comune di Pelago



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

NOME FILE:

Riferimenti amministrativi

PRATICA N.

R.U.P.: Ing. Antonio De Crescenzo

SCALA:

Data revisione elaborato:

Gennaio 2017

PROGETTISTI:

Ing. Lorenzo Ballerini
Geom. Fabio Fallani

PROGETTISTA STRUTTURE:

Ing. Lorenzo Ballerini
Ing. Alessio Gensini

COLLABORATORI:

Ing. Vincenzo Simeoni
Arch. Mario Palmieri
Geom. Francesco Senatori

GEOLOGO

Geol. Manuela Germani

**COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE:**

Ing. Simone Risito

SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITA' REGIONALE
FIRENZE - PRATO

Relazione idrologico-idraulica

INTRODUZIONE

La presente relazione idrologico-idraulica riguarda gli interventi di miglioramento della sicurezza sulla SR70 denominati :

1. Località Camperiti;
2. Piazzola Bibbiano;
3. Fonte al Cerro;
4. Piazzola Le Cupole.

Si tratta di 4 interventi che permettono di migliorare la geometria di alcuni punti critici dell'infrastruttura o di creare delle piazzole di sosta per i veicoli che, date le elevate livellette longitudinali, avessero la necessità di fermarsi.

Lo smaltimento delle acque meteoriche, sia di piattaforma che di versante, viene assicurato dalle pendenze trasversali della sede stradale , dalle zanelle e dalle cunette ai lati della strada, oltre che da opere di attraversamento costituite essenzialmente da tombinature.

La raccolta e l'allontanamento dell'acqua meteorica dalla superficie stradale costituisce un aspetto di primaria importanza per i problemi che i ristagni o comunque un deflusso non corretto potrebbero causare alla sicurezza stradale. Altrettanto importante è la corretta progettazione degli elementi marginali e di attraversamento (zanelle, cunette e tombinature), per evitare fenomeni erosivi o turbolenze che avrebbero comunque un effetto negativo sia sulla infrastruttura che sull'ambiente circostante.

IDROLOGIA – DATI PLUVIOGRAFICI

Al fine di poter progettare i manufatti necessari allo smaltimento delle acque meteoriche si sono utilizzati i dati pluviometrici forniti dal Servizio Idrologico della Regione Toscana per la stazione denominata “Consuma (TOS01001041)”, posta nel territorio del Comune di Rufina con coordinate Gauss-Boaga: E 1707965, N 4851003.

Per quanto afferisce ai massimi valori delle precipitazioni registrate negli intervalli temporali 5', 10', 15', 20', 30', 1h, 3h, 6h, 12h e 24h si ha:

Precipitazioni massime						Breve durata				
	1h	3h	6h	12h	24h	5'	10'	15'	20'	30'
1991	11,0	11,2	12,6	12,8	24,2				7,2	
1992	32,2	43,2	72,4	81,4	101,2			19,0		29,6
1993	51,6	58,6	61,6	63,6	71,2	14,0	19,2	21,6	23,4	40,2
1994	39,6	55,2	56,4	57,2	74,0		14,6		22,0	29,2
1995	31,6	38,2	46,6	50,2	58,0		12,0		19,2	21,6
1996	45,2	57,0	64,2	86,2	93,4		16,2		27,4	34,0
1997	15,2	33,4	47,8	67,6	72,8					12,0
1998	37,2	49,0	67,4	67,8	73,0			23,6		31,4
1999	22,0	27,4	42,8	43,4	53,0			15,8		20,6
2000	48,8	54,2	64,8	70,2	94,4			24,4		33,0
2001	19,4	39,6	55,0	62,2	68,8			8,2		14,4
2002	28,8	47,8	58,8	73,4	87,6			20,6		25,2
2003	15,0	26,6	35,8	38,0	48,6			5,4		10,6
2004	52,2	88,0	95,6	96,8	118,8			16,2		29,0

2005	31,8	39,2	56,6	70,6	97,2			19,6		28,0
2006	16,8	38,0	56,8	93,8	119,2			9,8		14,0
2007	40,0	46,2	60,2	60,6	60,8			13,2		24,0
2008	21,8	28,8	42,0	58,0	65,4			20,2		20,6
2009	22,6	31,4	36,0	45,4	61,4			15,8		16,2
2010	20,4	34,8	48,0	60,8	65,0			15,0		17,4
2011	24,2	27,2	45,0	52,0	56,6			13,2		20,8
2012	19,8	32,4	49,8	55,8	101,6			12,2		18,0
2013	35,0	52,4	74,4	74,8	79,4			20,2		27,2
2014	24,8	31,6	41,2	53,8	69,2			13,0		18,0

Ai dati riportati sopra si applica la più utilizzata tra le leggi di variazione che si applicano ai massimi annuali di variabili idrologiche, quella di Gumbel, per la quale si hanno i seguenti parametri:

Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	24	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		29,46	41,31	53,83	62,35	75,62
$\sigma(h_t)$		12,07	15,34	16,23	18,28	22,56
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,11	0,08	0,08	0,07	0,06
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		24,03	34,40	46,52	54,12	65,46

Può infine essere ottenuta la curva di probabilità pluviometrica nella quale si stabilisce un legame tra la massima altezza di pioggia (espressa in mm) e la durata t (espressa in ore) per i vari tempi di ritorno con la nota relazione:

$$h = a * t^n$$

Si ha quindi:

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$		
10 anni	→	$h=45,687xt^{0,2626}$	
30 anni	→	$h=56,35xt^{0,249}$	
50 anni	→	$h=61,219xt^{0,2442}$	
100 anni	→	$h=67,786xt^{0,2388}$	
200 anni	→	$h=74,33xt^{0,2343}$	

La linea segnalatrice di probabilità pluviometrica è stata confrontata infine con i valori derivanti dallo studio di Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme – Aggiornamento 2012, a cura di Regione Toscana ed Università di Firenze. Le curve risultanti sono risultate paragonabili a quelle sopra riportate, a

parte le fisiologiche differenze. Si confermano quindi i valori sopra riportati che sono aggiornati con le ultime rilevazioni pubblicate risalenti all'anno 2014.

Per i manufatti idraulici previsti con il presente progetto risultano di interesse le altezze di pioggia correlate a tempi inferiori all'ora, quindi tempi di corrivazione estremamente ridotti e dipendenti da precipitazioni brevi ed intense, sono dunque di particolare interesse i dati riferiti a durate inferiori all'ora che sono state rilevate nella stazione TOS 01001041.

Nel caso di precipitazioni brevi (i cosiddetti "scrosci" d'acqua), si considera il solo tempo di ritorno di 50 anni, almeno ai fini della determinazione dei parametri della curva di probabilità pluviometrica .

E' possibile diagrammare nel piano bilogaritmico la "nuvola di punti" di cui alla tabella seguente:

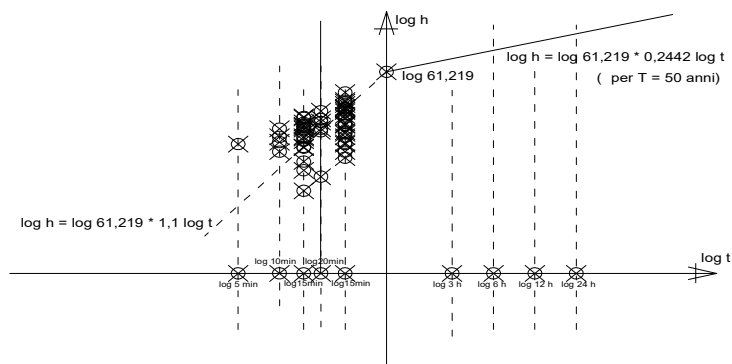
Breve durata					logaritmi brevi durate				
5'	10'	15'	20'	30'	-1,07918	-0,77815	-0,60206	-0,47712	-0,30103
			7,2					0,857332	
		19,0		29,6			1,278754		1,471292
14,0	19,2	21,6	23,4	40,2	1,146128	1,283301	1,334454	1,369216	1,604226
	14,6		22,0	29,2		1,164353		1,342423	1,465383
	12,0		19,2	21,6		1,079181		1,283301	1,334454
	16,2		27,4	34,0		1,209515		1,437751	1,531479
				12,0					1,079181
		23,6		31,4			1,372912		1,49693
		15,8		20,6			1,198657		1,313867
		24,4		33,0			1,38739		1,518514
		8,2		14,4			0,913814		1,158362
		20,6		25,2			1,313867		1,401401
		5,4		10,6			0,732394		1,025306
		16,2		29,0			1,209515		1,462398
		19,6		28,0			1,292256		1,447158
		9,8		14,0			0,991226		1,146128
		13,2		24,0			1,120574		1,380211
		20,2		20,6			1,305351		1,313867
		15,8		16,2			1,198657		1,209515
		15,0		17,4			1,176091		1,240549
		13,2		20,8			1,120574		1,318063
		12,2		18,0			1,08636		1,255273
		20,2		27,2			1,305351		1,434569
		13,0		18,0			1,113943		1,255273

Il baricentro della nuvola ha le seguenti coordinate nel piano bi logaritmico:

$$\log t = 0,479619 \quad \log h = 1,259385$$

Affinché si possa ottenere una curva di probabilità pluviometrica che non presenti discontinuità si procede a congiungere tale punto con l'intercetta della retta di regressione ricavata in precedenza, ottenendo il nuovo andamento della curva nell'intervallo di durata considerato. Il coefficiente angolare per piogge di breve durata si ottiene congiungendo il baricentro di cui sopra con l'intercetta della retta di regressione già trovata nel punto con $t = 1$ h.

Graficamente si ha il seguente risultato (per $T = 50$ anni):



Dal procedimento adottato si ottiene un risultato che risulta però fortemente condizionato dalla soggettività circa la registrazione degli eventi ritenuti “estremi” per archi temporali molto limitati, come quelli dell’ordine dei minuti, i risultati ottenuti si confrontano quindi con formulazioni sperimentali che permettono di definire, per periodi inferiori all’ora, la curva di probabilità pluviometrica:

Bell (t in minuti):
$$h_{t,T} (t < 1h) = h_{t,T} (1h) * (0,54 t^{0,25} - 0,50);$$

Ferreri-Ferro (t in minuti):
$$h_{t,T} (t < 1h) = h_{t,T} (1h) * 0,208 t^{0,386};$$

Inviluppo massime osservazioni (t in ore):
$$h_{t,T} (t < 1h) = h_{t,T} (1h) * 1,015 t^{0,433}.$$

Per il dimensionamento delle opere idrauliche, a seconda del tempo di corrivazione, si adotta, a favore di sicurezza, l'altezza massima di pioggia nell'intervallo in esame, come risultante dalle formulazioni sopra riportate.

SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE - STATO ATTUALE

Intervento n.1 – Loc. Camperiti

L'intervento prevede la rettifica geometrica dell'asse stradale e l'allargamento della carreggiata in un tratto dove la sezione stradale è tipicamente a “mezzacosta”.

Lo smaltimento delle acque sia di monte che provenienti dalla piattaforma stradale è assicurato attualmente da un ruscellamento alla base del muro in pietra che viene convogliato in un pozzetto in corrispondenza della sez. 7.

A valle della strada non sono presenti manufatti specifici per lo scolo delle acque, si ha dunque un ruscellamento diffuso.

In corrispondenza della sez. 11 è presente un canale avente larghezza pari a circa 1 m e profondità 80 cm circa per il convogliamento e smaltimento finale delle acque dal tratto in esame.

Intervento n.2 – piazzola Bibbiano

L'intervento prevede la realizzazione di una piazzola di sosta a monte della strada (è previsto uno sbancamento dell'altezza massima di 1 m), in corrispondenza di un accesso agricolo carrabile di cui si prevede un arretramento.

Sia a valle che a monte sono presenti cunette per il convogliamento delle acque meteoriche rivestite in calcestruzzo, e sono presenti, a monte, due pozzetti per la captazione, agli estremi del tombino che permette il passaggio delle acque al di sotto dell'accesso carrabile.

In corrispondenza di tale accesso è presente una griglia con relativo pozzetto, dalla quale parte il sottoattraversamento della S.R. 70 che porta le acque intercettate a valle della strada.

Intervento n.3 – Fonte al Cerro

L'intervento prevede la rettifica geometrica dell'asse stradale e l'allargamento della carreggiata in un tratto dove la sezione stradale è tipicamente a "mezzacosta".

Lo smaltimento delle acque, nel tratto, è assicurato dalle sole pendenze della piattaforma stradale, non sono state riscontrate cunette in fregio alla sede stradale se non per un brevissimo tratto di monte tra la sez.5 e la sez.6.

A monte è comunque presente una zanella in pietra che permette il deflusso e l'apporto di acqua ai pozzetti:

- il tombino alla sez. 12;
- quello da cui parte un sottoattraversamento in corrispondenza della sez. 20;
- il pozzetto con griglia alla sez. 28.

Intervento n.4 – Piazzola Le Cupole

L'intervento prevede la realizzazione, a valle, di una piazzola di sosta in un tratto dove è già presente uno spazio utilizzabile a tal fine, anche se non è pavimentato.

A monte è presente una cunetta che recapita l'acqua in un pozzetto in corrispondenza della sez. 6, a valle è presente lo scarico, in corrispondenza della sez.7.

DETERMINAZIONE DEFLUSSI ACQUE METEORICHE

Per il dimensionamento idraulico delle opere d'arte a servizio del corpo stradale e delle zone circostanti, come zanelle, fossi di guardia e tombini, è di fondamentale importanza l'individuazione delle portate massime che queste devono essere capaci di smaltire.

Come già detto in precedenza, data la natura dei manufatti da progettare e i loro "bacini" di riferimento, si assume un tempo di ritorno per i successivi dimensionamenti pari a 50 anni.

Il calcolo di tali portate risulta di difficile determinazione, in considerazione che gli elementi dai quali esse dipendono è molteplice ed ha una variabilità notevole.

Con la presente relazione il metodo scelto per la determinazione delle portate da smaltire è quello cosiddetto "cinematico", esso risulta adatto a bacini scolanti di limitata estensione e la sua applicazione è estremamente diffusa. La formulazione di tale metodo è:

$$Q_{MAX} = \Phi h S / t_c$$

Φ : Coefficiente di deflusso;

h : Altezza della precipitazione in t_c (m);

S : Superficie del bacino (m^2);

t_c : Tempo di corrivazione (sec).

La determinazione del tempo di corrivazione è dunque fondamentale, pur non essendo nè agevole, né univoca, proprio per tale motivo esistono molteplici formulazioni che lo definiscono. Per fossi di guardia e superfici stradali, nel caso di estensioni piuttosto contenute, può essere preso come riferimento il metodo proposto dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland (1971):

$$t_c = 26.3 (L/K_s)^{0.6} / (J^{0.4} i^{0.3})$$

L : Lunghezza massima superficie scolante (m);

K_s : Coefficiente di resistenza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);

J : Intensità precipitazione in m/ora;

i : pendenza media della superficie scolante.

Il calcolo del tempo di corrivazione viene effettuato con riferimento al bacino di influenza di ogni manufatto con funzione di smaltimento delle acque meteoriche del progetto. Date le ridotte dimensioni di tali bacini si può assumere, in riferimento alle zanelle ed alle cunette, un valore di t_c pari a 5 minuti. Tale considerazione viene assunta anche per il tombino dell'intervento di Fonte al Cerro per il quale è comunque stata fatta una valutazione a parte, avendo esso il bacino "imbrifero" più esteso rispetto agli altri elementi per lo smaltimento delle acque. Tale valutazione è stata fatta considerando varie formulazioni empiriche ritenute più adatte al bacino in esame, i risultati ottenuti per t_c sono stati, a parte le normali approssimazioni, molto simili, per questo si è deciso di assumere il tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

I metodi che si sono usati sono:

Kirpich (1940): $t_c = 0.0078 L^{0.77} S^{-0.385}$

(L lunghezza asta principale in piedi e S pendenza media del bacino, t_c in minuti);

California Culvert Practice (1995): $t_c = 60 (11.9 L^3 / H)^{0.385}$

(L massima distanza in miglia tra lo spartiacque e la sezione di chiusura, H massimo dislivello in piedi tra lo spartiacque e la sezione di chiusura, t_c in minuti);

Viparelli (1963): $t_c = L / 60 V$

(L massima distanza in metri tra lo spartiacque e V velocità media di deflusso in m/s);

Pezzoli (1970): $t_c = 0.055 L / i^{0.5}$

(L lunghezza in km asta principale, i pendenza media asta principale, t_c in ore)

SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE - STATO DI PROGETTO

Tutti gli interventi di progetto sono realizzati in modo da ottemperare alle prescrizioni normative vigenti, in particolare quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 al par. 5.2.3, dove si evidenzia che la pendenza trasversale della piattaforma deve permettere l'allontanamento delle acque meteoriche.

Si ha dunque una pendenza minima delle falde della carreggiata pari al 2,5%, valori inferiori sono tollerati soltanto nei tratti di transizione tra elementi del tracciato caratterizzati da opposte pendenze trasversali.

Intervento n.1 – Loc. Camperiti

Con la realizzazione del muro di controripa si prevede la fornitura e posa in opera di una nuova zanella alla base di esso per il deflusso delle acque meteoriche, con sezione di contenimento dell'acqua triangolare, avente larghezza di almeno 48 cm e profondità interna 12 cm. In sommità del muro si prevede la realizzazione di una cunetta in terra a sezione trapezia con base maggiore e base minore rispettivamente 150 cm e 50 cm ed altezza pari a 50 cm, la pendenza longitudinale della canaletta segue la sommità del muro. Il recapito finale di entrambi i manufatti continuerà ad essere il pozzetto attuale posto all'estremo del muro in c.a. di recente realizzazione, che si trova in corrispondenza della sez. 7.

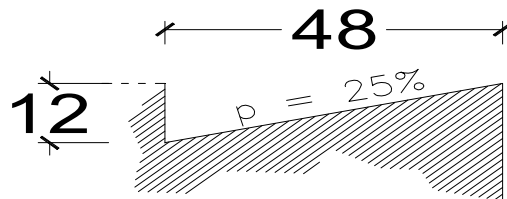
A valle della strada, in sommità del muretto di sottoscarpa fondato su micropali ed anche per il tratto nel quale il manufatto termina, quindi dalla sez. 5 alla sez. 11, si realizza una canaletta in cls di sezione trapezia avente base maggiore e base minore rispettivamente 60 cm e 35 cm ed altezza interna pari a 35 cm. La livelletta della canalizzazione è definita nella tabella sottostante:

Sez	Prog	Q fondo canaletta	Pendenza
5b	119,33	226,33	
6	128,01	225,56	8,9%
6b	140,76	225,30	2,0%
7	152,71	225,00	2,5%
7b	159,49	224,90	1,5%
8	175,21	224,70	1,3%
8b	179,49	224,60	2,3%
9	196,5	224,15	2,6%
10	217,8	221,95	10,3%
11	240,3	221,35	2,7%

Le portate richieste ai vari elementi costituenti il nuovo sistema di smaltimento delle acque e quelle max smaltibili sono sotto-riportate. Per zanella e cunette sia di valle che di monte, si determinano con il metodo cinematico le massime portate con tempo di ritorno di 50 anni, si utilizza la formula del moto uniforme e coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler per la determinazione della massima portata smaltibile:

- Zanella alla base del muro di controripa, essa si può schematicamente rappresentare come nella figura sottostante:

$$\Phi=0,9$$



(pavimentazione asfaltata), $S = 1000 \text{ mq}$, $h=24 \text{ mm}$, $t_c=5 \text{ min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 0,072 \text{ mc/s} = 72 \text{ l/s}$$

$K_S = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

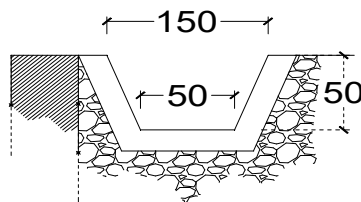
$A = bh_{\text{MAX}}/2 = 0,029 \text{ mq}$ (forma zanella triangolare);

$Rh = A/C = 0,048 \text{ m}$

$i = 6,0\%$ pendenza longitudinale media elemento

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_S (Rh)^{2/3} i^{1/2} A = 0,074 \text{ mc/s} = 74 \text{ l/s}$$

- Cunetta in cls a valle della strada, con sezione trapezia avente $B=150 \text{ cm}$, $b=50 \text{ cm}$ ed $h=50 \text{ cm}$. Essa raccoglie essenzialmente le acque della scarpata stradale e quelle provenienti dalla piattaforma, per il tratto che va dalla sezione 6 alla sezione 11. Dalla sezione 7 nella canaletta confluisce anche l'acqua proveniente dal pozzetto di monte, con portata max 72 l/s.



$\Phi=0,9$ (pavimentazione asfaltata, anche se solo in parte), $S = 2030 \text{ mq}$, $h=24 \text{ mm}$, $t_c=5 \text{ min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c + 0,072 \text{ mc/s} = 0,218 \text{ mc/s} = 218 \text{ l/s}$$

$K_S = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A = 0,24 \text{ mq}$;

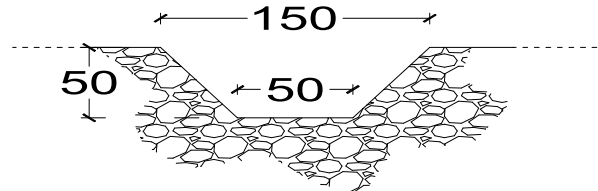
$Rh = A/C = 0,218 \text{ m}$;

$i = 1,3\%$ (pendenza longitudinale media elemento)

Assumendo $h_{\text{max}} = 30 \text{ cm}$:

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_S (Rh)^{2/3} i^{1/2} A = 0,694 \text{ mc/s} = 694 \text{ l/s}$$

- Cunetta in terra a monte del muro di controripa, con sezione trapezia avente B=150cm, b=50cm ed h=50cm. Essa si sviluppa dalla sezione 1c alla sezione 7, raccoglie essenzialmente le acque del terreno a monte della strada dove è presente un oliveto.



$\Phi=0,4$ (terreno inerbito ed uliveto), $S = 2630 \text{ mq}$, $h=24\text{mm}$, $t_c=5\text{min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 0,085 \text{ mc/s} = 85 \text{ l/s}$$

$K_s = 25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A=0,1875\text{mq}$;

$Rh=A/C=0,1875\text{m}$:

$i = 1,3\%$ (pendenza longitudinale media elemento)

Assumendo $h_{\text{max}}=25 \text{ cm}$:

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_s (Rh)^{2/3} i^{1/2} A = 0,175 \text{ mc/s} = 175 \text{ l/s}$$

Sul lato di valle, dove la pendenza della strada è tale da prevedere l'apporto di acqua, è prevista la realizzazione di drenaggi mediante canalette trapezoidali in calcestruzzo prefabbricato.

Intervento n.2 – Piazzola Bibbiano

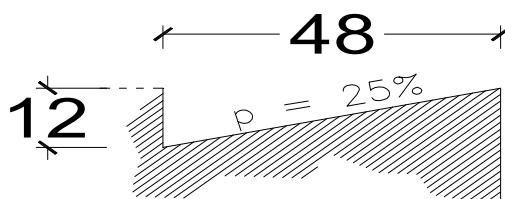
Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche ai margini della sede stradale non viene modificato dall'intervento in quanto gli scavi non interessano le zone nelle quali sono presenti le cunette in calcestruzzo prefabbricate.

Per una corretta regimazione idraulica si realizza dunque la piazzola in modo che la pendenza trasversale del 2,5% permetta di indirizzare le acque nella zanella posta alla base del muretto di controripa da realizzare ($h_{\text{max}}=1 \text{ m}$). La continuità idraulica della zanella è assicurata anche in corrispondenza dell'accesso carrabile, dove il manufatto sarà del tipo a "doppio petto".

La zanella avrà una sezione di contenimento dell'acqua triangolare con larghezza di almeno 48 cm e profondità interna 12 cm, con pendenza trasversale del 15%.

Il recapito finale sarà in corrispondenza dell'estremo sud della piazzola dove verrà realizzato un pozzetto con griglia, da esso, mediante un sottoattraversamento della SR 70, l'acqua verrà recapitata in un pozzetto a valle della strada, in corrispondenza della cunetta in calcestruzzo prefabbricato a valle della strada.

La portata richiesta alla zanella viene determinata con la formula del moto uniforme e coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:



$\Phi=0,9$ (pavimentazione asfaltata), $S = 800\text{mq}$, $h=24\text{mm}$, $t_c=5\text{min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 0,058 \text{ mc/s} = 58 \text{ l/s}$$

$K_s = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A=bh_{\text{MAX}}/2 = 0,029\text{mq}$ (forma zanella triangolare);

$Rh= A/C= 0,048\text{m}$

$i = 5,0\%$ pendenza longitudinale media elemento

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_s (Rh)^{2/3} i^{1/2} A = 0,068 \text{ mc/s} = 68 \text{ l/s}$$

Il sottoattraversamento può essere realizzato per mezzo di un tubo in pvc rinfiato con calcestruzzo avente diametro interno pari a 20 cm. La sua portata, calcolata con la formula di Chezy e coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, è:

$K_s = 120 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A = 0,0285\text{mq}$;

$Rh= A/C= 0,0607\text{m}$

$i = 3,0\%$ pendenza longitudinale media elemento

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_s (Rh)^{2/3} i^{1/2} A = 0,091 \text{ mc/s} = 91 \text{ l/s}$$

Per tale sottoattraversamento la scelta progettuale è comunque quella di utilizzare una tubazione avente diametro interno pari a 40 cm.

Intervento n.3 – Fonte al Cerro

La rettificazione del tratto stradale viene realizzata attraverso l'allargamento a monte della curva compresa tra le sezioni 4 ed 11 con la conseguente realizzazione di un tratto di muro di controripa, una leggera deviazione del tracciato tra le sez. 15 e 19 e l'allargamento di monte della successiva curva con la realizzazione di un nuovo tratto di muro di controripa.

Per questo intervento particolare cura deve essere posta allo smaltimento delle acque meteoriche viste le conseguenze dell'erosione diffusa riscontrata nelle scarpate. Per tale motivo tutto il lato monte della strada dovrà essere protetto mediante una canaletta in calcestruzzo che permetta il convogliamento delle acque ed il recapito ad opportuni ricettori.

A monte della strada si prevede inoltre l'utilizzo di una geogriglia che sia idonea ad evitare il fenomeno erosivo, anche in corrispondenza degli impluvi del terreno si provvederà ad un idoneo rivestimento.

A livello della piattaforma stradale, limitatamente ai tratti in cui è presente il muro, è previsto l'inserimento di una zanella in calcestruzzo prefabbricata per il convogliamento delle acque meteoriche che saranno poi recapitate nei punti di captazione presenti attualmente o di progetto. Per questi ultimi il progetto prevede:

- Sez.4: Si realizza una griglia con relativo pozzetto di captazione dal quale, mediante un sottoattraversamento con tubazione in pvc rinfiata in calcestruzzo per attraversare l'accesso carrabile attuale, si recapita l'acqua nella scarpata. Data la morfologia del terreno, la pendenza della curva e la livelletta della strada, l'afflusso di acqua è estremamente limitato e si prevede l'utilizzo di una tubazione avente diametro interno 150 mm.
- Sez.9: Si prevede la realizzazione di un nuovo pozzetto con griglia in corrispondenza della sezione finale del muro di controripa, da esso, mediante un sottoattraversamento con diametro interno 200 mm per superare l'accesso carrabile, l'acqua viene condotta al tombino della sez.12.
- Sez.12: E' presente un tombino ad arco avente luce di 2,30m ed altezza in chiave 2,0m (con imposte a 1,25m) che è stato prolungato, per una lunghezza di 4,0m, con un tombino circolare avente diametro 1,0m che riduce notevolmente la sezione di deflusso.
Si prevede dunque la demolizione del tombino circolare, per eliminare la "strozzatura", con l'utilizzo di un nuovo tombino a sezione rettangolare prefabbricato in calcestruzzo, del tipo autoportante, che permetta lo smaltimento di portate maggiori. Tale manufatto sarà posto all'interno del preesistente tombino in muratura ad arco in modo da avere la possibilità di "sigillare" i 2 manufatti evitando così il rischio di infiltrazioni estremamente dannose per il corpo stradale.
Tali scelte sono state supportate dalle verifiche idrauliche.
La portata massima che interessa il tombino si definisce con il metodo dell'invaso, assumendo un coefficiente di deflusso pari a 0,65, in base al tempo di corrivazione già definito in precedenza:

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 2,50 \text{ mc/s} = 2500 \text{ l/s}$$

Il tombino circolare presente attualmente riesce a garantire, con riempimento pari a circa il 94%, una portata max pari a 2,35 mc/s, quindi inferiore alla massima defluente sopra individuata. Le dimensioni interne del nuovo tombino scatolare sono: larghezza 1,60m, altezza 1,00 m, esso, come il preesistente, viene posto in opera con pendenza pari all'1%. Si può dunque individuare la massima portata defluente:

$K_S = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A = 1,44 \text{ mq}$;

$R_h = A/C = 0,4235 \text{ m}$;

$i = 1\%$ (pendenza longitudinale media elemento)

Assumendo $h_{\text{max}} = 90 \text{ cm}$:

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_S (R_h)^{2/3} i^{1/2} A = 5,685 \text{ mc/s} = 5685 \text{ l/s}$$

- Sez.20: Il pozzetto di raccolta presente attualmente viene spostato, realizzando il prolungamento, con la medesima sezione, della tubazione esistente che sottoattraversa la strada. Con la creazione della cunetta alla sommità del muro di controripa, che recapiterà l'acqua direttamente al tombino presente alla sez.12, l'afflusso di acqua a tale pozzetto di raccolta proveniente dalla scarpata di monte tenderà a ridursi drasticamente.
- Sez.28: Il pozzetto presente attualmente non viene interessato dai lavori.

Alla base dei muri di controripa si prevede l'utilizzo di zanella analoga a quella utilizzata per gli altri interventi. Per il dimensionamento e la verifica di tale elemento si procede dunque con modalità analoghe a quanto già fatto:

$\Phi = 0,9$ (pavimentazione asfaltata), $S = 1000 \text{ mq}$, $h = 24 \text{ mm}$, $t_c = 5 \text{ min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 0,072 \text{ mc/s} = 72 \text{ l/s}$$

$K_S = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

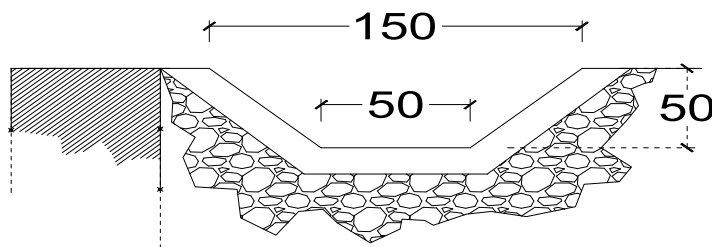
$A = b h_{\text{MAX}} / 2 = 0,029 \text{ mq}$ (forma zanella triangolare);

$R_h = A/C = 0,048 \text{ m}$

$i = 6,0\%$ pendenza longitudinale media elemento (si considera a favore di sicurezza la minima):

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_S (R_h)^{2/3} i^{1/2} A = 0,074 \text{ mc/s} = 74 \text{ l/s}$$

Per quanto afferisce alla cunetta posta in sommità dei muri di controripa essa viene realizzata a sezione trapezoidale con base maggiore 150 cm, base minore 50 cm ed altezza pari a 50 cm. Si provvede ad effettuare il dimensionamento per il tratto soggetto alla maggiore portata, che è quello che va dalla sez. 27 alla sez. 12:



$\Phi = 0,65$ (bosco poco permeabile), $S = 12000 \text{ mq}$, $h = 24 \text{ mm}$, $t_c = 5 \text{ min}$

$$Q_{\text{MAX DEFLUENTE}} = \Phi h S / t_c = 0,624 \text{ mc/s} = 624 \text{ l/s}$$

$K_S = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ (coefficiente di Gauckler-Strickler)

$A = 0,240 \text{ mq}$;

$R_h = A/C = 0,218 \text{ m}$;

$i = 3\%$ (pendenza longitudinale media elemento)

Assumendo $h_{\max} = 30 \text{ cm}$:

$$Q_{\text{MAX SMALTIBILE}} = K_S (R_h)^{2/3} i^{1/2} A = 1,20 \text{ mc/s} = 1200 \text{ l/s}$$

Il tratto dalla sez. 10 alla sez. 7 viene previsto con analoghe dimensioni, esso porta l'acqua ad una preesistente cunetta in terra che si trova in corrispondenza della sez. 7 a monte della strada.

Sul lato di valle, dove la pendenza della strada è tale da prevedere l'apporto di acqua, è prevista la realizzazione di drenaggi mediante canalette trapezoidali in calcestruzzo prefabbricato, almeno per i tratti dove manufatti simili non siano già presenti.

Intervento n.4 – Piazzola Le Cupole

L'intervento non prevede modifiche rispetto al sistema di smaltimento attuale.