



PROVINCIA DI PESARO E URBINO

SERVIZIO 2 – DIREZIONE GENERALE
POSIZIONE ORGANIZZATIVA 2.7 PROGRAMMAZIONE
DELLE OPERE PUBBLICHE – SICUREZZA SUI LUOGHI
DI LAVORO – SUPPORTO AI SERVIZI TECNICI

S.P. 424 Cesanense
PROGETTO DI VARIANTE DELLA S.P. 424, IN
CORRISPONDENZA DEL CENTRO ABITATO DI
S.LORENZO IN CAMPO.

Progetto Esecutivo
II° STRALCIO FUNZIONALE

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA E DI INSERIMENTO
DELL'OPERA CON RIFERIMENTO ALLE PREVISIONI DEL P.A.I.



Progettista

Ing. LUIGI FARINA

Responsabile del procedimento

Arch. GIUSEPPE ROMBINI

Data

OTT/18

Scala

Redazione

Rev.

0

Elaborato

IISF ID 01 IDR RE

1 INDICE

1	INDICE.....	1
2	PREMESSA.....	2
3	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	4
4	RISCHIO IDRAULICO E RAFFRONTO CON IL P.A.I.	6
5	SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	7

2 PREMESSA

Il progetto preliminare, la cui presente relazione descrive gli aspetti idraulici, riguarda la realizzazione del II° Stralcio Funzionale del tratto di variante alla S.P. 424 (ex S.S. 424) "Cesanense" in corrispondenza del centro abitato di San Lorenzo in Campo e prevede il completamento del tratto di strada provinciale in variante per il by-pass completo del centro abitato di San Lorenzo in Campo.

Di seguito si analizzano le interferenze di detto tracciato con la rete idrografica superficiale e con le aree identificate a rischio nell'approvazione definitiva del 2004 del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche.

Inoltre si affronta lo studio idrologico ed idraulico al fine dell'individuazione e dimensionamento dei sistemi di raccolta e allontanamento delle acque di piattaforma con scelta del recettore finale.

Il territorio in esame è ubicato in Provincia di Pesaro e Urbino lungo la valle del Fiume Cesano, tutto in Comune di San Lorenzo in Campo.

Il tratto di completamento si sviluppa per circa 900 metri con direzione Pergola, partendo dal nuovo quarto braccio della rotatoria appartenente al I° stralcio funzionale e termina con una rotatoria di progetto che raccorda il nuovo tracciato in variante con la S.P. 424 e via Bagnara.

Lo scopo principale del tracciato è di aggirare il centro abitato con il contestuale spostamento su di esso di tutto il carico costituito del traffico pesante e non.

Il tracciato di completamento si avvicina all'asta fluviale del Cesano ad una distanza non inferiore ai 60 m in corrispondenza del sottopasso di via Leopardi, dove è presente anche l'unica interferenza idrauliche, costituita dal fosso Vallato Gazzetti. Tale interferenza viene risolta mediante l'inserimento di una tubazione in acciaio tipo ARMCO a sezione ribassata di dimensioni pari a Luce = 1,80 m - Freccia = 1,11 m e sviluppo di ml. 39,0 passando sotto la nuova strada e la stradina di servizio. Al fine di garantire la sua funzionalità anche sotto i carichi stradali, si è previsto di rivestire la tubazione con una soletta in cls di spessore cm. 15 armata con rete elettrosaldata Ø8 15x15 cm per tutta la sua lunghezza, visto anche il residuo ricoprimento in corrispondenza della stradina di servizio. Il collettore presenta un'area equivalente pari a 1.59 mq, equivalente a quella del fosso esistente, garantendo pertanto il deflusso delle portate presenti.

Per quanto concerne le acque di piattaforma sono stati individuati i relativi sistemi di allontanamento in base alle diverse tipologie del tracciato stradale (in rilevato, in trincea, in sottopasso) e conseguentemente sono state dimensionate le canalizzazioni di raccolta e convogliamento (canalette, tubazioni, fossi di guardia), ponendo particolare attenzione al loro tracciato, anche in relazione alla disposizione dei possibili ricettori finali.

Visto l'andamento altimetrico del tracciato, si è previsto smaltire le acque di piattaforma nel punto più depresso in corrispondenza della pk 0+088 e mediante un fosso di guardia recapitare le acque direttamente nel fiume Cesano. In accordo a quanto operato nel I Stralcio Funzionale, non sono state previste vasche di prima pioggia, ma rimane comunque impregiudicata la possibilità di realizzare, in qualunque momento si voglia, il recapito finale di tutte le acque di prima pioggia del tracciato in una o più vasche di disoleazione e sedimentazione.

Per la stima delle portate di deflusso dei corsi d'acqua, si è proceduto con metodi semplificati stante la scarsa pericolosità dei corsi acqua interferiti, mentre per i dati pluviometrici sono state acquisiti quelli del

3 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Per la costruzione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state acquisite le serie storiche (tabella 1) delle precipitazioni brevi ed intense relative alla stazione pluviografica di San Lorenzo in Campo, pienamente rappresentativa delle precipitazioni critiche sull'area oggetto di intervento.

Sulla serie storica delle precipitazioni è stata svolta un'analisi statistica mediante il metodo di Gumbel, che consente di determinare le altezze massime di pioggia previste con diversi tempi di ritorno (tabella 2).

In particolare sono state costruite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 10, 20, 30, 50, 100, 200 anni e sono stati riportati i valori dei parametri caratteristici a ed n dell'espressione analitica di tali curve ($h_d = ad^n$).

TABELLA 1 - OSSERVAZIONI AL PLUVIOMETRO

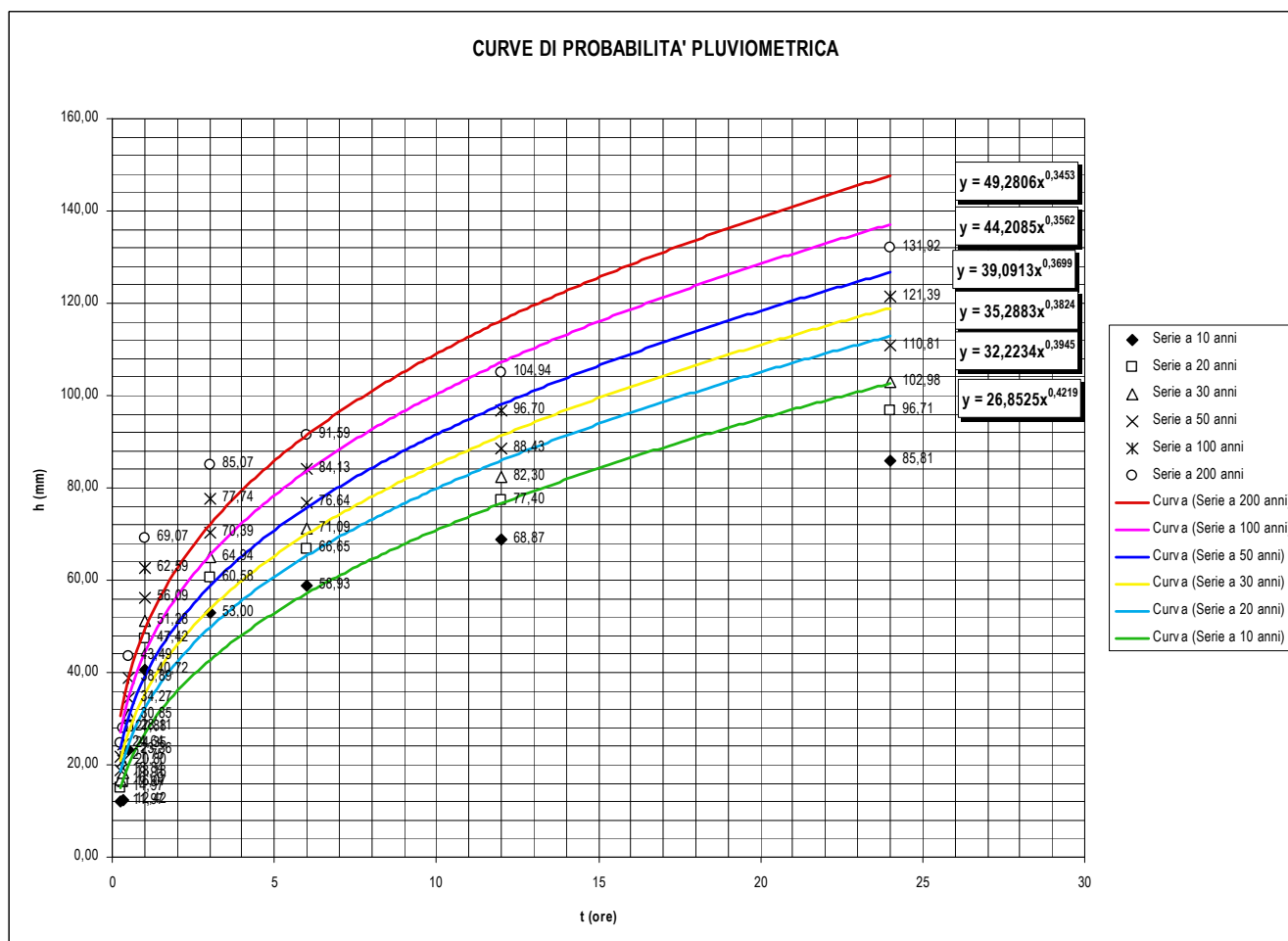
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:		SAN-LORENZO IN CAMPO				N.B. Valori di input in rosso su sfondo grigio											
BACINO :		FIUME CESANO				Valori calcolati in nero su fondo bianco											
QUOTA:		m s.l.m.m.															
Anni di osservazione		64															
		INTERVALLO DI ORE															
		SCROSCI						PIOGGE									
		15 minuti		20 minuti		30 minuti		1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
Anno	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	h(mm)	$\bar{X}^2=(h-\bar{M})^2$	
1938					25,60	176,97	26,00	0,72	31,80	12,78	34,60	40,72	45,00	16,40	48,20	150,68	
1939			16,60	160,66			19,40	33,10	37,00	2,64	52,40	130,39	70,20	447,32	79,00	343,18	
1940			25,00	444,16			29,80	21,59	35,80	0,18	50,40	88,71	83,60	1.193,70	122,00	3.785,33	
1941							23,80	1,83	30,40	24,75	50,40	88,71	50,80	3,06	54,60	34,52	
1942					18,00	32,53	28,00	8,10	34,20	1,38	36,40	20,99	36,60	155,00	43,40	291,56	
1943					27,20	222,10	37,00	140,35	59,00	558,14	59,80	354,15	63,80	217,56	85,60	631,27	
1944																	
1945					10,00	5,28	13,00	147,70	29,20	38,13	39,00	3,93	39,00	101,00	39,40	444,16	
1946					9,40	8,39	13,00	147,70	27,80	57,38	33,80	51,57	50,20	1,32	71,60	123,77	
1947					15,20	8,43	24,00	1,33	42,60	52,20	67,60	708,56	73,40	592,92	81,20	429,53	
1948					35,60	543,04	40,00	220,43	57,20	476,33	59,60	346,66	76,20	737,12	79,80	373,46	
1949					21,80	90,31	30,40	27,53	45,80	108,68	49,00	64,30	67,60	344,10	105,40	2.018,26	
1950					15,60	10,91	21,40	14,09	21,40	195,30	22,40	345,26	26,20	522,12	27,20	1.107,23	
1951							19,00	37,86	40,00	21,39	43,00	4,08	50,60	2,40	58,00	6,13	
1952	15,40	107,97					22,40	7,58	25,60	95,55	34,40	43,31	51,80	7,56	51,80	75,26	
1953					19,00	44,93	22,20	8,72	29,20	38,13	33,60	54,48	43,40	31,92	48,60	141,02	
1954							47,00	477,29	54,60	369,60	54,60	185,47	54,60	30,80	54,60	34,52	
1955	12,80	60,69	13,00	82,36	16,00	13,71	39,60	208,71	52,00	276,39	64,80	567,33	69,00	398,00	87,00	703,58	
1956																	
1957							12,00	173,00	20,80	212,43	34,60	40,72	38,60	109,20	53,00	55,88	
1958																	
1959	16,00	120,79	16,00	145,81	21,60	86,55	23,00	4,64	33,00	5,64	37,40	12,83	41,80	52,56	49,20	127,13	
1960							28,80	13,30	31,40	15,80	43,20	4,92	49,40	0,12	64,00	12,43	
1961	10,60	31,26					26,00	0,72	27,40	63,60	30,80	103,66	45,80	10,56	63,60	9,77	
1962																	
1963	12,40	54,62	18,20	203,78			20,40	22,59	32,40	8,85	34,00	48,74	36,00	170,30	58,00	6,13	
1964	12,80	60,69	10,60	44,56	35,40	533,75	78,20	2.813,97	85,80	2.542,68	88,40	2.248,54	90,20	1.693,32	92,80	1.044,91	
1965	20,60	243,07	12,80	78,77	27,20	222,10	32,20	49,66	38,20	7,98	39,80	1,40	43,80	27,56	57,40	9,46	
1966																	
1967			19,00	227,26	24,00	136,96	45,00	393,90	47,60	149,45	56,00	225,56	62,60	183,60	66,40	35,11	
1968			18,80	221,27			20,60	20,73	43,00	58,14	49,60	74,28	60,60	133,40	82,20	471,98	
1969			14,00	101,51			20,40	22,59	41,00	31,64	50,40	88,71	85,40	1.321,32	89,00	813,68	
1970			15,80	141,02			52,00	720,75	76,20	1.666,68	80,00	1.522,46	80,20	970,32	80,20	389,08	
1971			13,20	86,03			14,40	115,63	17,60	315,95	21,40	383,43	30,60	340,40	44,80	245,71	
1972	11,80	46,11			24,60	151,37	29,00	14,80	50,00	213,89	53,60	159,23	56,60	57,00	58,00	6,13	
1973					31,20	357,33	43,40	332,95	51,40	256,80	52,80	139,68	53,20	17,22	72,80	151,91	
1974			16,00	145,81			23,80	1,83	28,40	48,65	34,00	48,74	41,20	61,62	49,20	127,13	
1975			21,00	291,56			54,40	855,38	56,00	425,39	56,40	237,74	58,00	80,10	58,40	4,31	
1976	13,00	63,85			24,40	146,49	28,40	10,54	40,00	21,39	51,00	100,38	72,00	526,70	94,00	1.123,93	
1977	13,60	73,80			19,60	53,34	25,40	0,06	38,20	7,98	38,20	7,74	41,60	55,50	46,20	203,78	
1978					12,20	0,01	17,20	63,25	23,40	143,40	39,60	1,91	50,00	0,90	95,00	1.191,98	
1979	17,80	163,60					38,60	180,82	40,00	21,39	40,00	0,96	62,60	183,60	89,20	825,13	
1980					15,00	7,31	20,00	26,55	26,80	73,53	30,20	116,24	40,00	81,90	62,00	2,33	
1981					20,00	59,34	24,00	1,33	41,80	41,28	49,40	70,88	55,00	35,40	90,40	895,51	
1982					25,80	182,33	38,00	165,04	57,40	485,10	66,40	646,11	72,00	526,70	80,60	405,02	
1983					12,00	0,09	18,00	51,17	25,60	95,55	25,80	230,47	45,20	14,82	45,20	233,33	
1984			21,20	298,43	26,00	187,78	33,00	61,57	58,00	511,89	63,40	502,60	76,40	748,02	77,40	286,46	
1985							17,00	66,47	44,60	85,10	58,60	310,42	71,00	481,80	73,80	177,56	
1986	16,20						19,00	37,86	35,40		43,00	4,08	51,60	6,50	64,40	15,41	
1987					30,00	313,40	32,00	46,88	34,40	0,95	34,60	40,72	34,80	203,06	59,20	1,63	
1988	10,60	31,26					14,20	119,97	17,00	337,64	22,60	337,87	27,80	451,56	33,80	711,56	
1989					22,00	94,15	31,40	39,02	43,60	67,65	43,60	6,86	43,60	29,70	54,20	39,38	
1990	12,80	60,69			20,80	72,30	31,80	44,18	48,20	164,48	49,40	70,88	49,40	0,12	84,00	553,43	
1991	10,40	29,06			12,00	0,09	13,00	147,70	30,20	26,78	43,20	4,92	54,40	28,62	55,00	29,98	
1992	13,40	70,40			24,40	146,49	32,80	58,47	38,40	9,15	38,40	6,66	41,20	61,62	44,00	271,43	
1993	10,80	33,53			11,80	0,25	13,60	133,47	19,80	242,58	23,40	309,10	30,20	355,32	46,40	198,11	
1994	5,60	0,35			9,20	9,59	12,60	157,58	23,80	133,98	34,00	48,74	46,60	6,00	50,40	101,51	
1995	8,20	10,18			13,20	0,82	19,40	33,10	26,80	73,53	31,40	91,80	34,80	203,06	40,20	411,08	
1996	11,20	38,32			17,00	22,12	29,00	14,80	47,20	139,83	52,80	139,68	69,20	406,02	98,20	1.423,18	
1997	10,80	33,53			12,40	0,01	15,20	99,06	24,00	129,39	33,60	54,48	42,60	41,60	55,60	23,77	
1998	12,20	51,71			19,20	47,65	23,80	1,83	28,20	51,48	28,20	163,36	47,00	4,20	75,80	234,86	
1999	12,00	48,87			19,00	44,93	22,80	5,54	31,80	12,78	34,00	48,74	45,80	10,56	54,60	34,52	
2000	24,00	360,64			34,40	488,55	42,40	297,45	51,80	269,78	52,80	139,68	53,00	15,60	53,00	55,88	
2001	5,60	0,35			9,20	9,59	17,60	57,05	33,80	2,48	47,00	36,23	55,40	40,32	71,40	119,36	

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

N=	64	64	64	64	64	64	64	64
$M = \frac{\sum X}{N}$	5,01	3,93	12,30	25,15	35,38	40,98	49,05	60,48
$\sum X^2$	1795,34	2672,92	4531,27	8981,86	11501,65	11930,74	14550,25	23774,07
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	5,34	6,51	8,48	11,94	13,51	13,76	15,20	19,43
$\alpha = 1,283/\sigma$	0,24	0,20	0,15	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07
$\beta = M - 0,5772\alpha$	2,61	0,99	8,48	19,78	29,30	34,79	42,21	51,74

Tempo di ritorno	15 minuti	20 minuti	30 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10 anni	hmax= 11,97 mm	12,42 mm	23,36 mm	40,72 mm	53,00 mm	58,93 mm	68,87 mm	85,81 mm
20 anni	hmax= 14,97 mm	16,07 mm	28,11 mm	47,42 mm	60,58 mm	66,65 mm	77,40 mm	96,71 mm
30 anni	hmax= 16,69 mm	18,18 mm	30,85 mm	51,28 mm	64,94 mm	71,09 mm	82,30 mm	102,98 mm
50 anni	hmax= 18,84 mm	20,80 mm	34,27 mm	56,09 mm	70,39 mm	76,64 mm	88,43 mm	110,81 mm
100 anni	hmax= 21,75 mm	24,35 mm	38,89 mm	62,59 mm	77,74 mm	84,13 mm	96,70 mm	121,39 mm
200 anni	hmax= 24,64 mm	27,88 mm	43,49 mm	69,07 mm	85,07 mm	91,59 mm	104,94 mm	131,92 mm

TABELLA 3 - CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA



4 RISCHIO IDRAULICO E RAFFRONTO CON IL P.A.I.

Il tracciato stradale di completamento non interferisce con l'area a rischio denominata "E-07-0010" con tipologia Rischio Moderato "R1", così come riportato nel P.A.I. approvato definitivamente nel 2004.

Il tratto che più si avvicina a tale area risulta in corrispondenza del sottopasso di via Leopardi, in cui la distanza risulta comunque essere non inferiore ai 60 metri, in ottemperanza alla nota del Servizio Tutela e Risanamento Ambientale della Regione Marche n. 6240 del 15/05/2001, in cui si richiedeva di arretrare il vecchio progetto preliminare consegnato 2001.

Per tale motivo non si prevedono particolari accorgimenti idraulici, quali opere di difesa spondale.

5 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Lungo il tracciato stradale di progetto è stato previsto un sistema di canalizzazioni per il convogliamento e l'allontanamento delle acque meteoriche che interessano la sede stradale, le relative scarpate e le zone adiacenti.

Il presente capitolo si prefigge lo scopo di indicare i criteri progettuali seguiti nel tracciare e dimensionare le opere di scolo della sede stradale e le canalizzazioni disposte per intercettare, convogliare ed avviare ai recapiti finali le relative portate originatesi dal complesso delle superfici drenanti, sia in aperto che nel sottopasso.

Il dimensionamento delle opere in esterno fa riferimento ai dati pluviometrici della stazione di San Lorenzo in Campo già citata.

5.1 Determinazione delle portate massime di progetto

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio della sede stradale l'intensità critica di pioggia adottata è quella relativa ad un tempo di corrvazione $T_C = 5$ minuti, date le limitate estensioni delle superfici scolanti.

Per tutte le opere idrauliche di drenaggio il tempo di ritorno T_r di progetto è di 10 anni. I dati di progetto fanno riferimento alle curve di possibilità pluviometrica della stazione di San Lorenzo in Campo.

Il coefficiente di deflusso globale viene valutato come media pesata sulle aree contribuenti dei coefficienti di deflusso tipici di ciascuna superficie drenata ($\phi_1 = 0,95$ per la superficie asfaltata, $\phi_2 = 0,50$ per la superficie delle scarpate, $\phi_3 = 0,10$ per il terreno naturale di notevole permeabilità).

5.2 Cunette “alla francese” (sezione triangolare)

Come elementi di drenaggio delle acque di piattaforma, si è scelto di impiegare delle canalette classiche “alla francese”.

La prima azione che si esegue per la verifica di dette canalette, è quella di computare quale sia la portata Q di acque di pioggia che ogni metro lineare di canaletta raccoglierà al suo interno e che successivamente dovrà essere smaltita.

$$\text{Essendo } Q_a = I_c * C * A \quad (1)$$

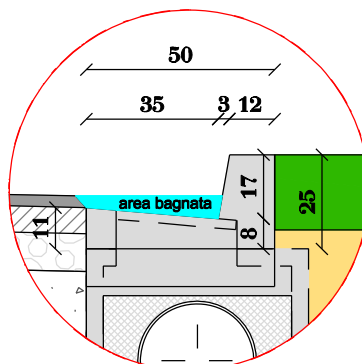
Dove:

- Q_a è la portata di acqua attesa che si riverserà su un metro di canaletta (in mc/sec)
- I_c è l'intensità massima di pioggia per tempi di pioggia 15 min (scroscio) è pari a **~ 60 mm/ora**.
- C è Il coefficiente di deflusso pari a 1 (massimo a favore di sicurezza)
- A è la superficie scolante di un metro di lunghezza della pavimentazione stradale pari a 10,50 m² nel caso peggiore ovvero in curva.

Inserendo i valori sopradetti nella (1) si ottiene che ogni metro di solido stradale in curva apporta alla canaletta di interno curva una portata **$Q=0,00017$ mc/sec**

Si ritiene, vista la portata da smaltire di cui sopra, di inserire delle canalette in cls prefabbricato con le dimensioni riportate in fig 1.

FIGURA 1 – Cunetta alla francese impiegate



Le verifiche idrauliche delle canalette scelte vengono condotte nel seguente modo:

1. Si calcola la portata della canaletta scelta Q_c con la formula Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler.

$$Q_c = K * R^{2/3} * I^{1/3} * A_w \quad (2)$$

Dove:

- Q_c è la portata della canaletta per un certo riempimento fissato (~100%)
- K è il coefficiente di scabrezza (~70 per cls)
- R è Il raggio idraulico
- I è la pendenza **minima** da fornire alla canaletta (0,61% pendenza minima da profilo longitudinale in curva)
- A_w è l'area bagnata per il riempimento fissato (~100%)

Inserendo i valori sopradetti nella (2) si ottiene che la canaletta scelta consente per il riempimento e la pendenza minima fissati una portata di smaltimento pari a **$Q_c=0,0034$ mc/sec.**

2. Dividendo la portata ottenuta per la canaletta Q_c per la portata di acqua attesa Q_a si ottiene una **$L_{max}=20,3$ m** che è la massima distanza alla quale potranno trovarsi i punti di raccolta.

Pertanto i punti di raccolta saranno posizionati ogni 20 m.

Detti punti di raccolta sono costituiti da pozzetti prefabbricati in cls con dimensioni minime interne 50x50x50 e fornite di caditoia carrabile in ghisa per consentire la raccolta delle acque dalle canalette.

5.3 Tubazioni

Per la verifica idraulica delle tubazioni si fa sempre riferimento alla formula Formula di Chezy e si procede in completa analogia a quanto descritto al paragrafo precedente.

Pertanto considerando un coefficiente udometrico pari a:

$$u = Q_a / A = I_c * C = 160 \text{ l/sec/ha}$$

si ottengono i seguenti risultati riportati nel prospetto:

u= 160 l/sec,ha

coeff. udotometrico valutato con Tr=10 anni

	Tratto tubazione	Lunghezza tratto	Larghezza carreggiata	Area scolante	Portata da calcolo	Portata tubazione GR=80%	DN tubazione	Pend. tubazione
	da pk - a pk	(m)	(m)	mq	(l/s)	(l/s)	(mm)	(%)
TRATTO IN ROTATORIA	Asse B - lato DX	100	8,5	850,0	13,6	40,0	315	0,20
	Asse B - lato SX	345	8,5	2932,5	46,9	70,0	400	0,20
TRATTO IN ASSE A	0+580 - 0+880	300	10,5	3150,0	50,4	110,0	315	2,40
	0+000 - 0+580	580	10,5	6090,0	147,8	150,0	400	0,81
TRATTO IN SOTTOPASSO	Strada di servizio	217	5,0	1085,0	17,4	40,0	315	0,20
	Strada di servizio Sottopasso	64	5,0	320,0	5,1			

La portata da calcolo è stata determinata moltiplicando il coefficiente udotometrico per la superficie scolante A data dalla pavimentazione stradale del tratto in esame: $Q = u \times A$ [l/sec]

Per la verifica la pendenza della tubazione è stata considerata la minima presente nel tratto in esame, come da profili altimetrici.

Pertanto le tubazioni in PEAD corrugato previste in progetto risultano tutte soddisfatte.

5.4 Fossi di guardia

I fossi di guardia raccolgono le acque che defluiscono sia dalla superficie del corpo stradale che, eventualmente, da fasce circostanti di terreno naturale, per convogliarle alla rete di drenaggio naturale presente nella zona in esame. I fossi sono quindi interconnessi con tutta la rete scolante dai terreni agricoli circostanti.

Nel dimensionamento dei fossi di guardia ai piedi del rilevato ed in testa nei tratti in trincea, si è tenuto conto degli apporti delle scarpate e dei terreni agricoli circostanti, operando con un opportuno margine di sicurezza.

I fossi vengono dimensionati per piogge con un tempo di ritorno di 10 anni.

Per calcolare la portata che affluisce al fosso si utilizza il metodo del volume d'invaso, assumendo che ciascun tratto di fosso abbia sezione costante e bacino scolante pure costante in modo tale da dover smaltire una portata proporzionale alla sua lunghezza.

I fossi di guardia sono realizzati con un canale a sezione trapezia rivestiti con elementi prefabbricati di larghezza del fondo 0,5 m, altezza 0,5 m e pendenza delle scarpate 1/1. La loro pendenza minima è del 0,1%.

Si riporta un prospetto di calcolo in cui si evidenzia la portata affluente ai fossi considerando una lunghezza degli stessi pari a 1.000 m pari a 20,95 l/sec. Pertanto inferiore al quella in grado di far defluire dai fossi di guardia stimata in 166 l/sec.

CALCOLO DELLA PORTATA AFFLUENTE AI FOSSI DI GUARDIA							
METODO DELL'INVASO (espressione di PUPPINI)							
$u \text{ [l/s ha]} = 2520 n (K a)^{1/n} / V_0^{(1-n)/n}$ coefficiente udometrico							
$V_0 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} = \text{volume specifico di invaso}$							
$n, a \text{ [m/ore}^{-n}\text{]} = \text{parametri curva di possibilità pluviometrica}$							
$K = \text{coefficiente di deflusso ragguagliato}$							
$V_1 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	volume specifico di invaso dovuto al velo d'acqua di piattaforma stradale =						0,003
$V_2 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	volume specifico di invaso per il bacino esterno alla piattaforma =						0,003
$V_3 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	$A/L = \text{volume specifico del fosso (A=area bagnata in mq con un franco di 10cm, L=larghezza in metri del bacino scolante)}$						
$V_0 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	$V_1 + V_2 + V_3$						
$K_1 = \text{coefficiente di deflusso del corpo stradale}$							
$K_2 = \text{coefficiente di deflusso della scarpata}$							
$K_3 = \text{coefficiente di deflusso del bacino esterno al fosso di guardia}$							
$L_1 \text{ [m]} =$	ampiezza della semi piattaforma scolante =						0,00
$L_2 \text{ [m]} =$	larghezza scarpata rilevato						10,00
$L_3 \text{ [m]} =$	larghezza della fascia tra il piede rilevato e fosso di guardia =						0,50
$L_4 \text{ [m]} =$	larghezza del bacino esterno al fosso di guardia =						30,00
$L \text{ [m]} =$	larghezza del bacino drenato dal fosso $= (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) =$						40,50
$V_1 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	0,0000						
$V_2 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	0,0030						
$V_3 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	0,0089 con $A = \text{area liquida del fosso con 10cm di franco} =$						0,36 m ²
$V_0 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]} =$	0,0119						
$a \text{ [mm/ore]} =$	26,8525 Tr(10anni)						
$n =$	0,4219 Tr(10anni)						
$K_1 =$	0,95	peso 1		0,00			
$K_2 =$	0,60	peso 2		0,26			
$K_3 =$	0,20	peso 3		0,74			
$K =$	0,30						
$q = u L / 10000 \text{ [l/s m]} = \text{portata affluente per un metro di lunghezza (D) del fosso di guardia}$							
$D \text{ [m]} = \text{lunghezza massima dei fossi} = 1000$							
K	$V_0 \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{]}$	$a \text{ [m/h]}$	n	$u \text{ [l/s ha]}$	$q \text{ [l/s m]}$	$D \text{ [m]}$	$q D \text{ [l/s]}$
0,30	0,0119	0,027	0,4219	5,17	0,021	1000	20,95
CALCOLO DELLA PORTATA DEFLUENTE NEI FOSSI DI GUARDIA							
METODO A MOTO UNIFORME							
$Q_d \text{ [m}^3/\text{sec]} = 1/n A R_H^{2/3} i^{1/2}$							
$R_H \text{ [m}^2/\text{m]} = A/P = \text{raggio idraulico}$							
$n = \text{coefficiente di scabrezza di Manning [m}^{-1/3} \text{ s]}$							
$i = \text{pendenza minima di fondo dei fossi di guardia}$							
$A =$	0,36	m ²					
$P =$	1,63	m					
$n =$	0,025	m ^{-1/3} s	(canale in terra)				
$i =$	0,001		0,10%				
$v =$	0,46	m/s					
$1/n \text{ [m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{]}$	$A \text{ [m}^2\text{]}$	$R_H \text{ [m}^2/\text{m]}$	i	$Q_d \text{ [l/s]}$			
40	0,36	0,22	0,001	166			
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> $Q_d > q D$ → verifica soddisfatta </div>							

