



COMUNE DI CHIANNI - (PISA)

ENTE COMMITTENTE



STUDIO GEOLOGICO-TECNICO DI SUPPORTO ALLA REDAZIONE DEL PIANO STRUTTURALE
E DEL REGOLAMENTO URBANISTICO

IL RISCHIO IDRAULICO

Relazione sulle sezioni fluviali e torrentizie utilizzate
per la verifica idraulica dei corsi d'acqua e la realizzazione
della Carta di Pericolosità idraulica del territorio comunale di Chianni

a cura dell'

Ing. Alessandro PERUGINELLI

con la collaborazione del

Dr. Marcello CINCI

a norma del

P.T.C. (Piano Territoriale di Coordinamento)
approvato con Del. C.P. di Pisa n. 349 del 18/12/1998

INDICE

Indice	2
--------------	---

ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

1 – Metodologia utilizzata nella determinazione delle “Classi di pericolosità idraulica”	3
2 – Metodologia per l’esecuzione delle Verifiche idrauliche necessarie all’individuazione delle aree soggette ad elevato rischio idraulico	4
3 – DESCRIZIONE DEL METODO	
Tempo di corrvazione (Tc)	4
Altitudine media del bacino	5
Portate massime ai tempi di ritorno di 2,20,200 anni	6
Elaborazione dei dati idrologici storici	6
Distribuzione di Gumbel	9
Distribuzione di Fuller Coutagne	10
Distribuzione di Gibrat-Galton	11
4 – DETERMINAZIONE DELLA PORTATA “MAXIMA” IN ALVEO CON IL METODO DELLA “FORMULA RAZIONALE”	13
Il Coefficiente di deflusso [C]	14
Uso e capacità di assorbimento del suolo	15
5 – VERIFICA DELLA SCALA DELLE PORTATE nelle sezioni fluviali studiate	17

SCHEDE SEZIONI FLUVIALI ESAMINATE

1. Scheda SEZIONE 1	18
2. Scheda SEZIONE 2	22
3. Scheda SEZIONE 3	25
4. Scheda SEZIONE 4	29
5. Scheda SEZIONE 5	32
6. Scheda SEZIONE 6	36
7. Scheda SEZIONE 7	40
8. Scheda SEZIONE 8	43
9. Scheda SEZIONE 9	46
10. Scheda SEZIONE 10.....	49
11 . Scheda SEZIONE 11.....	52
6 – CONCLUSIONI	55

1 - Metodologia utilizzata nella determinazione delle “Classi di Pericolosità Idraulica”

Nelle pagine seguenti è illustrato il metodo seguito nella determinazione delle “Classi di Pericolosità Idraulica” per la stesura della carta omonima, necessaria all’indagine Geologico-Tecnica di supporto alla variante per le zone agricole del Comune di Chianni.

La necessità di individuare con buona precisione le aree soggette ad elevato rischio idraulico, onde evitare interventi in aree inondabili, ha richiesto un accurato studio del territorio Comunale di Chianni ed in particolare delle aree prossime ai corsi d’acqua.

La definizione delle classi di pericolosità, ha avuto come linee guida, il documento: “*Metodologia per la redazione degli strumenti cartografici di controllo delle attività ai fini della tutela della integrità fisica del territorio*” redatto dalla provincia di Pisa per la stesura del P.T.C. (approvato con Del. C.P. 349/98), integrato nell’analisi delle stime di portata al colmo, con il metodo idraulico della “Formula Razionale” utilizzando però le denominazioni delle classi di pericolosità / vulnerabilità in modo da renderle omologhe alle suddivisioni previste dalla D.C.R. 94/85.

<i>Classi e sottoclassi di Pericolosità / Vulnerabilità Documento 4.E - Conferenza di Programmazione PTCP</i>	<i>Classi e sottoclassi di Pericolosità / Vulnerabilità Corrispondenti alle tavole e norme del PTCP vigente</i>	<i>Classi e sottoclassi di Pericolosità / Vulnerabilità Corrispondenti alle tavole e norme del P.I.T. vigente</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>3a</i>	<i>3a</i>	<i>2 (Area a quota superiore a 2 m dal ciglio o piede esterno argine)</i>
		<i>3 (Area a quota inferiore a 2 m dal ciglio o piede esterno argine)</i>
<i>3b</i>	<i>3b</i>	<i>3 (Corso arginato)</i>
		<i>4 (Corso non arginato)</i>
<i>3c</i>	<i>4a</i>	<i>4 (alveo ordinario – aree con Tr di esondazioni da 0 a 20 anni)</i>
<i>4</i>	<i>4b</i>	

In particolare è stato adottato il criterio “geomorfologico e geologico” per la definizioni delle classi 1, 2 e in parte per la 3A, mentre per la individuazione delle classi 3B e 4A oltre alla ricerca storica di esondazioni ed alluvioni, sono state eseguite delle verifiche idrauliche.

La zonazione delle aree di pericolosità idraulica, secondo il P.T.C. è riportata nella tavola 12 e 12A, mentre la zonazione secondo il P.I.T. è illustrata nelle tavole 13 e 13A.

2 – Metodologia per l'esecuzione delle verifiche idrauliche necessarie all'individuazione delle aree soggette ad elevato rischio idraulico

La necessità di caratterizzare su base deterministica, la formazione dell'onda di piena e quindi la pericolosità idraulica dei corsi d'acqua presenti nel Comune di Chianni, ha richiesto l'esecuzione di 11 verifiche idrauliche su altrettante sezioni fluviali e torrentizie. Queste sono state ubicate sui principali corpi idrici del territorio Comunale, in corrispondenza di punti significativi (es. restringimento di alveo, in prossimità di zone di espansione urbanistica) e sono rispettivamente:

4 sul torrente Sterza

1 sul torrente Pietraia

1 sul torrente Ostone

34 sul fiume Cascina

1 sul torrente La Fine

1 sul torrente San Donato

Le caratteristiche geometriche delle sezioni (Area sezione e pendenza), sono state rilevate direttamente in campagna utilizzando un teodolite elettronico e georeferenziate con l'ausilio di gps, mentre l'altezza media dei bacini è stata calcolata mediante l'analisi statistica delle aree alle diverse quote (curva ipsometrica).

3 - Descrizione del Metodo

Tempo di corrivazione (Tc)

Il tempo di Corrivazione (da ora in poi solo "Tc"), è definito come quello necessario affinché una particella d'acqua, possa giungere dai punti più lontani del bacino alla sezione fluviale considerata, ed è da ritenersi in teoria costante per quella determinata sezione.

Per calcolare Tc esistono varie formule empiriche, tra queste utilizziamo la formula di Giandotti¹ per bacini imbriferi con superficie superiore a 20 kmq e la formula di Kirpich/Ramser² per i bacini imbriferi di superficie inferiore a 20 kmq a monte della sezione esaminata:

Formula di Giandotti (sperimentata per bacini medio-grandi) modificata da Visentini per adattarla a piccoli bacini. Secondo questo metodo la portata di massima piena, avente prefissato tempo di ritorno, sarà prodotta dalla massima precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione:

¹ Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana – Regione Toscana, Giunta Regionale; 03/1998

² Rischio Idraulico ed idrogeologico – A. M. Calvano; EPC Libri; 2003

$$\text{- Giandotti (1934; 1937) : } Tc = \frac{a\sqrt{S} + bL}{c\sqrt{H_m}} = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}} \quad 1)$$

dove: L = Lunghezza asta fluviale (km)

H_m = Altitudine media del bacino sotteso (m)

S = Superficie bacino sotteso (km²)

a, b, c = coefficienti numerici correttivi ai quali l'Autore, in base ad osservazioni sperimentali per piccoli bacini, ha assegnato i valori: a = 4; b = 1.5; c = 0.8;

$$\text{- Kirpich/Ramser : } 0.0195 * L^{0.77} \times ((H \text{ max} - H \text{ min}) / L)^{-0.385} \quad 2)$$

dove: L = Lunghezza asta fluviale (m)

H max = Altezza massima del bacino

H min = Altezza minima del bacino

Altitudine media del bacino

Per valutare l'altitudine media del bacino si suddivide la sua superficie A in aree parziali A_j comprese tra due o più curve di livello e a ciascuna area A_j si assegna una quota media h_j pari alla media delle quote delle due curve di livello che la delimitano.

L'altitudine media h_m del bacino è la media pesata delle quote medie h_j con peso la superficie parziale:

$$h_m = \frac{\sum h_j A_j}{A} = \quad 3)$$

L'altitudine media h_m è una quota riferita al livello del mare mentre l'altezza media H_m è riferita alla quota della sezione di chiusura. Tra l'altezza media e l'altitudine media sussiste pertanto la seguente relazione:

$$H_m = h_m - h_{\min} \quad 4)$$

in cui si è indicato con h_{\min} la quota della sezione di chiusura.

Portate massime ai tempi di ritorno di 2, 20 e 200 anni

Elaborazione dei dati idrologici storici

E' necessario tenere presente che in fase di verifica idraulica di un qualsiasi corso d'acqua naturale è ormai prassi comune basare tale verifica sul concetto di **rischio idraulico**; pertanto la scelta dell'evento meteorico di pioggia da porre a base dell'indagine idrologica non può assolutamente prescindere, secondo i più recenti criteri di studio, dalla determinazione della probabilità con la quale tale evento e le relative portate possono manifestarsi.

Ciò fa sì che la **curva segnalatrice di possibilità pluviometrica** valutata in base alla utilizzazione ed alla successiva elaborazione dei massimi valori registrati ai pluviometrografi deve essere accompagnata da una analisi e da una successiva elaborazione di carattere statistico dei dati aleatori di pioggia e da una valutazione della curva teorica di frequenza con la quale tali dati possono essere raccordati e interpolati. La individuazione di tale curva, la quale offre la possibilità di regolarizzare i dati sperimentali raccolti, ha condotto a numerose leggi statistiche, che in pratica dovrebbero rappresentare analiticamente la effettiva distribuzione dei dati storici.

L'esame statistico delle precipitazioni offre la possibilità di valutare in termini probabilistici ogni quanti anni si può verificare il mancato contenimento delle acque di piena entro l'alveo naturale sotto indagine, così da valutare il corrispondente **rischio idraulico**.

Una tale metodologia di approccio consente di raffrontare in termini economici gli eventuali danni provocati da una esondazione con le spese che si devono sostenere per mettere in sicurezza l'alveo. Sovente infatti vi è un notevole disequilibrio tra l'impegno economico di una sistemazione idraulica e la sicurezza che si può raggiungere considerando eventi che hanno una probabilità di verificarsi molto bassa.

Pertanto l'esame statistico delle osservazioni meteorologiche, quali le **piogge di notevole intensità e breve durata**, assume un notevole interesse in vista soprattutto della valutazione del **tempo di ritorno $[T_r]$** .

Tale parametro, chiamato anche intervallo di ricorrenza rappresenta il periodo di tempo (in genere espresso in anni) durante il quale un dato valore dell'evento preso in considerazione viene uguagliato o superato una sola volta.

Per valutare $[T_r]$ occorre conoscere la legge di probabilità con la quale si può manifestare l'evento meteorico; a tale proposito sono state proposte varie espressioni in relazione alle diverse leggi probabilistiche scelte a rappresentare la distribuzione dei valori estremi considerati.

TABELLA 1 - OSSERVAZIONI AL PLUVIOMETRO

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:		Casciana Terme									
BACINO :		ERA									
QUOTA:		150 m s.l.m.m.									
Anni di osservazione		48									
Anno	INTERVALLO DI ORE										
	1		3		6		12		24		
	h(mm)	$X^2=(h-M)^2$	h(mm)	$X^2=(h-M)^2$	h(mm)	$X^2=(h-M)^2$	h(mm)	$X^2=(h-M)^2$	h(mm)	$X^2=(h-M)^2$	
1935	42.00	174.19	78.20	1346.89	85.60	1351.48	92.00	1277.76	98.20	1114.45	
1936	27.00	3.25	40.00	2.25	50.80	3.85	57.40	1.31	63.00	3.30	
1938	25.00	14.46	41.60	0.01	48.20	0.41	55.60	0.43	68.40	12.84	
1939	27.20	2.57	55.00	182.25	55.20	40.48	55.20	1.11	55.20	92.48	
1941	21.40	54.79	35.80	32.49	58.40	91.44	87.80	995.14	88.40	556.17	
1942	58.00	852.52	74.40	1082.41	77.40	815.82	86.40	908.77	87.60	519.08	
1943	31.00	4.83	57.00	240.25	60.40	133.69	60.80	20.66	63.60	1.48	
1944	29.00	0.04	61.40	396.01	76.00	737.80	80.00	563.86	80.00	230.53	
1945	10.00	353.52	13.60	778.41	15.00	1144.98	18.00	1463.38	18.00	2191.80	
1951	16.40	153.81	25.40	259.21	40.00	78.10	55.20	1.11	62.80	4.07	
1952	22.60	38.47	26.00	240.25	28.20	425.91	41.20	226.63	59.00	33.83	
1953	33.00	17.62	49.40	62.41	63.40	212.07	65.00	76.49	70.00	26.87	
1954	39.00	104.00	55.80	204.49	56.00	51.30	58.40	4.60	58.40	41.17	
1955	48.20	376.28	48.20	44.89	48.40	0.19	48.60	58.59	49.20	243.88	
1956	23.00	33.66	24.60	285.61	32.40	270.19	47.00	85.64	61.80	9.10	
1957	22.20	43.59	30.00	132.25	36.60	149.76	43.20	170.41	59.20	31.55	
1958	21.40	54.79	37.20	18.49	48.20	0.41	51.60	21.66	58.20	43.78	
1959	22.00	46.27	30.00	132.25	38.00	117.45	44.20	145.30	48.20	276.11	
1960	30.40	2.55	51.40	98.01	57.00	66.63	63.40	51.06	65.00	0.03	
1961	34.20	29.14	43.00	2.25	61.20	152.83	72.20	254.27	72.40	57.51	
1962	16.00	163.89	24.00	306.25	36.00	164.80	46.40	97.10	51.00	190.90	
1963	26.00	7.85	35.60	34.81	40.00	78.10	40.00	264.20	41.00	567.23	
1964	39.00	104.00	39.00	6.25	39.20	92.88	39.20	290.84	51.20	185.41	
1965	61.00	1036.71	69.00	756.25	69.60	431.08	69.80	183.49	97.00	1035.77	
1966	21.00	60.87	31.00	110.25	42.80	36.45	67.60	128.73	126.00	3743.40	
1967	35.00	38.41	40.20	1.69	40.20	74.61	40.40	251.35	50.80	196.47	
1968	41.00	148.79	44.40	8.41	46.20	6.96	46.20	101.09	49.60	231.55	
1969	16.00	163.89	26.80	216.09	43.00	34.08	46.40	97.10	49.00	250.17	
1970	18.00	116.69	36.40	26.01	47.20	2.68	50.40	34.27	54.00	117.00	
1971	19.00	96.08	29.00	156.25	47.40	2.07	59.80	12.57	62.00	7.93	
1972	16.40	153.81	21.40	404.01	26.60	494.51	38.20	325.95	74.00	84.33	
1973	34.60	33.62	57.40	252.81	60.80	143.10	62.00	33.01	69.20	19.21	
1974	37.80	58.20	58.20	278.89	59.60	115.83	59.60	11.19	59.60	27.21	
1975	20.20	74.00	40.00	2.25	48.80	0.00	83.00	715.34	83.80	360.37	
1976	29.60	0.64	45.60	16.81	59.60	115.83	59.60	11.19	68.00	10.13	
1977	31.60	7.83	32.80	75.69	37.40	130.82	50.80	29.75	59.60	27.21	
1978	26.00	7.85	32.00	90.25	46.20	6.96	46.20	101.09	46.40	339.17	
1979	19.60	84.68	22.20	372.49	23.40	647.07	27.60	821.06	45.60	369.28	
1980	21.60	51.87	25.40	259.21	30.00	354.85	43.00	175.67	65.00	0.03	
1981	25.60	10.25	30.20	127.69	40.20	74.61	42.60	186.44	55.20	92.48	
1982	25.20	12.98	25.60	252.81	39.00	96.78	54.80	2.11	65.00	0.03	
1983	25.80	9.01	34.40	50.41	34.40	208.44	44.80	131.20	54.00	117.00	
1984	42.00	174.19	61.20	388.09	61.20	152.83	61.20	24.46	61.20	13.08	
1985	13.80	225.06	13.80	767.29	20.40	808.69	24.00	1040.33	37.00	773.77	
1993	46.30	306.18	114.80	5372.89	140.80	8457.10	151.40	9052.73	153.00	7776.30	
1994	34.60	33.62	43.20	2.89	43.20	31.78	53.40	8.15	81.40	275.01	
1995	25.80	9.01	34.20	53.29	37.20	135.43	41.40	220.65	47.00	317.43	
1996	31.00	4.83	46.20	22.09	47.40	2.07	67.20	119.81	68.00	10.13	

Tabella 1 Elaborazione dati pluviometrici

In ogni caso la scelta della funzione di distribuzione più idonea a rappresentare la distribuzione dei dati sperimentali raccolti è basata sul **principio del “best fitting”** ossia sul principio di massima aderenza tra la legge teorica scelta ed i dati storici disponibili.

I tecnici e gli studiosi di idrologia hanno proposto molte leggi per associare ad un generico evento (x) una corrispondente probabilità cumulata ($P[x]$), pari alla probabilità che si manifesti un evento minore od uguale ad (x).

Le leggi più utilizzate nel caso di eventi eccezionali quali possono essere le piogge di notevole intensità e breve durata sono senza dubbio le tre leggi a due parametri seguenti:

- **distribuzione esponenziale di FULLER –COUTAGNE**
- **distribuzione log-normale di GIBRAT-GALTON**
- **distribuzione dei valori estremi del I tipo di GUMBEL**

In ogni caso i due parametri che compaiono nelle distribuzioni sopra indicate sono funzione di $[x_m]$ e di $[\sigma]$:

x_m = Valore medio della distribuzione

σ = Scarto quadratico medio della distribuzione

L'elaborazione dei dati pluviometrici (riportati in TABELLA I) di forte intensità e durata di poche ore relativi alla Stazione di Casciana Terme, la quale costituisce la Stazione più prossima ai bacini idrografici ubicati all'interno del Territorio del comune di Chianni ha condotto in sintesi ai seguenti risultati (vedere inoltre l'allegato 1 "Test di significatività di Kolmogorov-Smirnov"):

Distribuzione di Gumbel

Durata 1 ora

$T_r= 2$ anni	→	$h= 26.998$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 43.016$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 49.136$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 57.059$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 62.995$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 68.910$ mm

Durata 3 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 38.474$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 65.535$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 75.875$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 89.260$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 99.290$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 109.28$ mm

Durata 6 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 45.557$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 74.891$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 86.100$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 100.610$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 111.480$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 122.313$ mm

Durata 12 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 52.799$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 83.698$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 95.505$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 110.787$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 122.240$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 133.650$ mm

Durata 24 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 61.213$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 93.442$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 105.757$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 121.697$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 133.642$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 145.544$ mm

Distribuzione di Fuller Coutagne

Durata 1 ora

$T_r = 2$ anni	→	$h = 25.443$ mm
$T_r = 10$ anni	→	$h = 42.994$ mm
$T_r = 20$ anni	→	$h = 50.553$ mm
$T_r = 50$ anni	→	$h = 60.545$ mm
$T_r = 100$ anni	→	$h = 68.104$ mm
$T_r = 200$ anni	→	$h = 75.663$ mm

Durata 3 ore

$T_r = 2$ anni	→	$h = 35.849$ mm
$T_r = 10$ anni	→	$h = 65.498$ mm
$T_r = 20$ anni	→	$h = 78.268$ mm
$T_r = 50$ anni	→	$h = 95.150$ mm
$T_r = 100$ anni	→	$h = 107.92$ mm
$T_r = 200$ anni	→	$h = 120.69$ mm

Durata 6 ore

$T_r = 2$ anni	→	$h = 42.709$ mm
$T_r = 10$ anni	→	$h = 74.851$ mm
$T_r = 20$ anni	→	$h = 88.693$ mm
$T_r = 50$ anni	→	$h = 106.993$ mm
$T_r = 100$ anni	→	$h = 120.835$ mm
$T_r = 200$ anni	→	$h = 134.678$ mm

Durata 12 ore

$T_r = 2$ anni	→	$h = 49.799$ mm
$T_r = 10$ anni	→	$h = 83.655$ mm
$T_r = 20$ anni	→	$h = 98.237$ mm
$T_r = 50$ anni	→	$h = 117.512$ mm
$T_r = 100$ anni	→	$h = 132.094$ mm
$T_r = 200$ anni	→	$h = 146.675$ mm

Durata 24 ore

$T_r = 2$ anni	→	$h = 58.083$ mm
$T_r = 10$ anni	→	$h = 93.397$ mm
$T_r = 20$ anni	→	$h = 108.606$ mm
$T_r = 50$ anni	→	$h = 128.712$ mm
$T_r = 100$ anni	→	$h = 143.921$ mm
$T_r = 200$ anni	→	$h = 159.130$ mm

Distribuzione di Gibrat-Galton

Durata 1 ora

$T_r= 2$ anni	→	$h= 26.921$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 43.048$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 49.175$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 57.120$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 63.117$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 69.156$ mm

Durata 3 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 37.928$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 65.326$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 76.213$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 90.650$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 101.764$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 113.126$ mm

Durata 6 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 45.202$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 74.830$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 86.324$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 101.387$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 112.862$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 124.499$ mm

Durata 12 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 52.688$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 83.778$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 95.550$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 110.788$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 122.275$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 133.828$ mm

Durata 24 ore

$T_r= 2$ anni	→	$h= 61.392$ mm
$T_r= 10$ anni	→	$h= 93.646$ mm
$T_r= 20$ anni	→	$h= 105.554$ mm
$T_r= 50$ anni	→	$h= 120.777$ mm
$T_r= 100$ anni	→	$h= 132.126$ mm
$T_r= 200$ anni	→	$h= 143.446$ mm

L'esame dei dati elaborati consente di fare alcune osservazioni.

Innanzitutto si può notare come in ogni caso, per ognuna delle distribuzioni probabilistiche esaminate, i valori di pioggia relativi alla durata di un'ora siano discosti dai dati relativi alle durate di [3, 6, 12, 24 ore]; tenendo inoltre presente che i tempi di corrivazione [T_c] relativi ai bacini esaminati sono comunque superiori all'ora, sembra opportuno non prendere in considerazione il dato relativo all'ora per valutare la **curva segnalatrice di possibilità pluviometrica**.

Pertanto, per individuare per ciascun tempo di ritorno [T_r], la relativa curva segnalatrice si terrà quindi conto solamente dei dati elaborati relativi alle durate di [3, 6, 12, 24 ore].

Inoltre l'entità dei valori ottenuti dalla elaborazione dei dati storici e l'esame del Test di significatività di Kolmogorov-Smirnov suggeriscono di scegliere, tra le tre distribuzioni esaminate, quella di Fuller-Coutagne.

Pertanto, utilizzando il metodo dei minimi quadrati e optando per la classica forma della curva segnalatrice di pioggia si ha:

$T_r=2$ anni	→	$h = 27.99 t^{0.23}$
$T_r=10$ anni	→	$h = 54.74 t^{0.169}$
$T_r=20$ anni	→	$h = 66.38 t^{0.156}$
$T_r=50$ anni	→	$h = 81.82 t^{0.144}$
$T_r=100$ anni	→	$h = 93.53 t^{0.137}$
$T_r=200$ anni	→	$h = 105.25 t^{0.131}$

dove:

h → in [mm] t → in [ore]

4 - Determinazione della portata “maxima” in alveo con il metodo della “Formula Razionale”

Il metodo che utilizza la **Formula Razionale** per valutare la portata maxima relativa alla sezione di chiusura di un bacino idrografico è senza dubbio quello più semplice ed immediato; al tempo stesso, se si valutano con attenzione i parametri che compaiono in tale Formula, risulta affidabile e attendibile.

Tale metodo stima la portata di picco di un bacino idrografico in funzione dell'area del bacino, del coefficiente di deflusso e della intensità di pioggia corrispondente ad un evento avente durata pari al tempo di corrivazione (tempo necessario perché le particelle d'acqua piovute in corrispondenza dei punti più remoti del bacino arrivino alla sezione dell'alveo sotto indagine).

Le ipotesi principali sul quale è basata la Formula Razionale sono le seguenti:

- la portata valutata ha la stessa probabilità di verificarsi e quindi ha lo stesso tempo di ritorno $[T_r]$ della intensità di pioggia $[I]$ utilizzata per valutare la portata stessa,
- la portata risultante dai deflussi superficiali conseguenti ad un determinato evento meteorico risulta massima quando la durata dell'evento è pari al tempo di corrivazione (in pratica ciò significa che, nella ipotesi di intensità di pioggia costante, tutto l'intero bacino contribuisce a formare l'onda di piena),
- il coefficiente di deflusso $[C]$ si mantiene costante durante tutto l'evento di pioggia assunto per valutare la portata di picco,
- il tempo di corrivazione è pari all'intervallo di tempo necessario perché le particelle d'acqua cadute nella zona più remota del bacino raggiungano la sezione terminale di indagine,
- la pioggia durante l'intero evento pluviometrico considerato è distribuita in modo uniforme sull'intero bacino.

La classica espressione della Formula Razionale è la seguente:

$$Q_{\max} = k C I A \quad 5)$$

dove:

$k = 0.002778$:	fattore di conversione,
C	:	$[-]$ coefficiente di deflusso,
I	:	$[\text{mm/h}]$ intensità oraria di pioggia,
A	:	$[\text{ha}]$ area del bacino.

Il *coefficiente di deflusso* [C], di natura adimensionale, rappresenta in pratica il rapporto tra i deflussi superficiali e gli afflussi meteorici.

Costituisce senza dubbio il fattore critico della Formula razionale in quanto risulta di difficile valutazione; tra i parametri che compaiono nella Formula Razionale, è quello che risulta di valutazione più soggettiva ed è di conseguenza il parametro meno suscettibile di una valutazione precisa. Tale parametro dipende infatti da numerosi fattori tra i quali i principali sono i seguenti:

- natura del suolo,
- forma della area del bacino drenato,
- stato di imbibimento e di umidità del terreno,
- utilizzazione del suolo,
- pendenza dei versanti,
- copertura vegetale del terreno,
- percentuale di terreno di natura impermeabile,
- caratteristiche del reticolo di drenaggio esistente,
- durata della precipitazione,
- intensità di pioggia,
- caratteristiche del pluviogramma,
- natura e tipologia degli invasi superficiali,
- tempo di ritorno dell'evento pluviometrico.

Per la valutazione di [C] occorre operare tenendo presente che in genere, proprio a causa dei numerosi fattori dai quali dipende, l'intero bacino di area [A] non presenta caratteristiche uniformi su tutta la sua estensione; pertanto, per determinare in modo relativamente corretto il valore di [C], occorre suddividere l'intera area [A] in zone omogenee (nel ns caso 500m per 500m) per poi valutare un valore medio pesato, confrontando e sovrapponendo, la carta delle pendenze, la carta della permeabilità, la carta dell'uso del suolo ed utilizzando la espressione seguente:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad 6)$$

- dove :
- C = coefficiente pesato (vedi tabella 2)
 - i = i-esima sottoarea
 - n = numero delle sottoaree del bacino
 - A_i = i-esima superficie della sottoarea
 - C_i = coefficiente di deflusso della i-esima sottoarea

Coefficiente di deflusso "Cd"				
<u>Uso del suolo / Capacità di assorbimento del suolo</u>		Elevata	Media	Bassa
Bosco	Pendenza < 5°	Cd=0.10	Cd=0.30	Cd=0.40
	5°-10°	Cd=0.25	Cd=0.35	Cd=0.50
	10°-30°	Cd=0.30	Cd=0.50	Cd=0.60
Suolo a pascolo	Pendenza < 5°	Cd=0.10	Cd=0.30	Cd=0.40
	5°-10°	Cd=0.15	Cd=0.35	Cd=0.55
	10°-30°	Cd=0.20	Cd=0.40	Cd=0.60
Suolo coltivato	Pendenza < 5°	Cd=0.30	Cd=0.50	Cd=0.60
	5°-10°	Cd=0.40	Cd=0.60	Cd=0.70
	10°-30°	Cd=0.50	Cd=0.70	Cd=0.80

Tabella 2 – Parametri per la determinazione del coefficiente di deflusso

Per la **intensità di pioggia [I]**, espressa in [mm/h,] si deve valutare l'intensità oraria relativa ad una pioggia avente durata pari al tempo di corrivazione [T_c]; pertanto, avendo valutato le curve segnalatrici di possibilità climatica, ognuna corrispondente ad un determinato tempo di ritorno [T_r], nella ipotesi che il tempo di ritorno di un evento pluviometrico sia pari al tempo di ritorno del corrispondente deflusso, si può individuare l'intensità [I] utilizzando la espressione seguente:

$$I = \frac{a T_c^n}{T_c} = a T_c^{n-1} \quad 7)$$

Nella precedente espressione si deve ovviamente porre per i parametri [a] e [n] i valori corrispondenti al tempo di ritorno [T_r] desiderato; tali valori, come visto in precedenza, risultano individuati in seguito all'esame statistico dei dati storici di pioggia.

In definitiva la Formula Razionale assume la forma seguente:

$$Q_{\max} = k C a T_c^{n-1} A \quad 8)$$

Quindi, tenendo conto del tempo di ritorno [T_r], per valutare le portate maxime si devono utilizzare le espressioni seguenti nelle quali va introdotta l'area [A] del bacino in [ha], il coefficiente di deflusso [C] ed il tempo di corrivazione [T_c] in [ore]:

T _r = 2 anni	→	$Q_{\max} = 0.0778 C T_c^{-0.77} A$
T _r = 20 anni	→	$Q_{\max} = 0.1844 C T_c^{-0.844} A$
T _r = 200 anni	→	$Q_{\max} = 0.2924 C T_c^{-0.869} A$

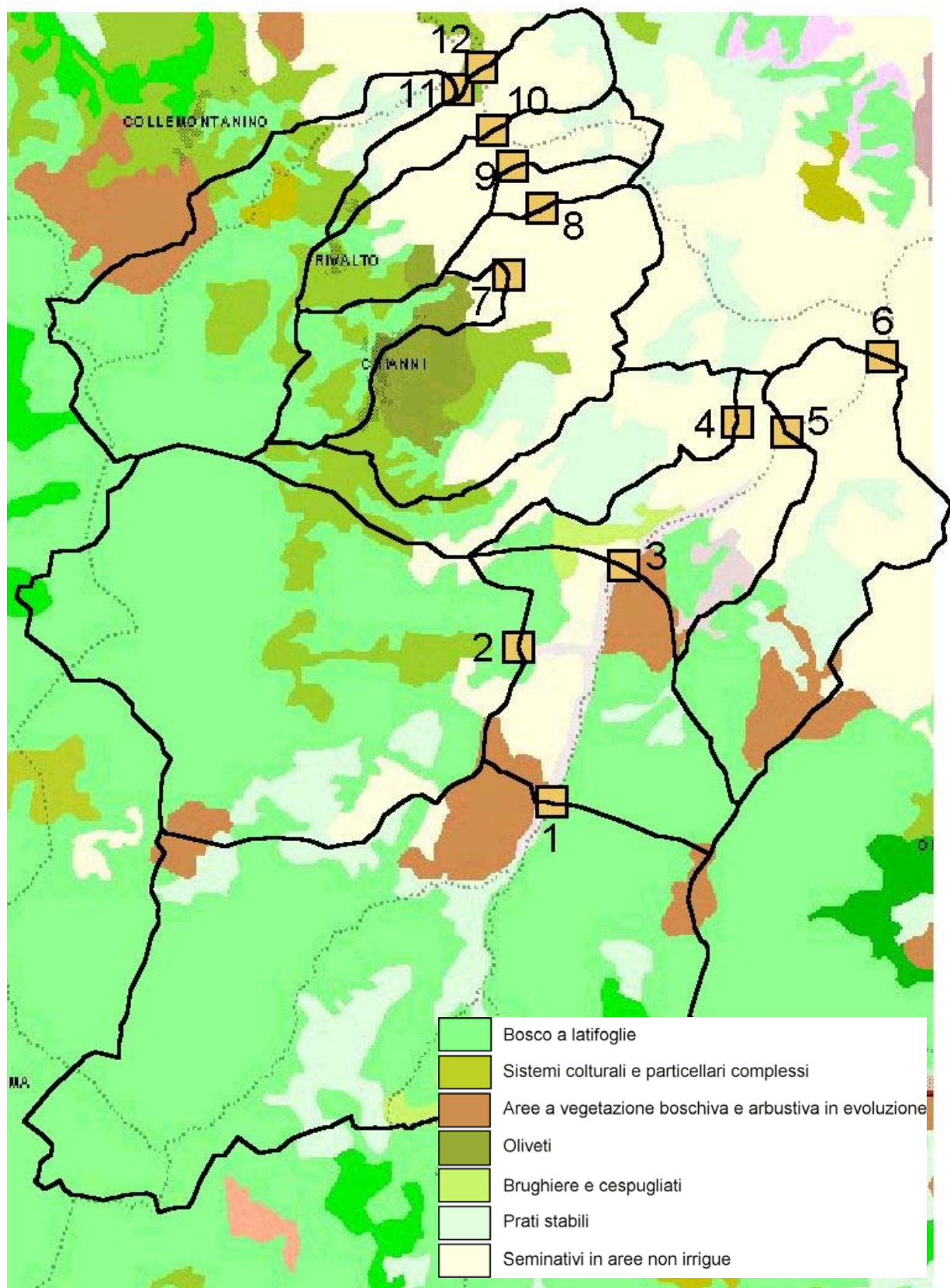


Figura 1 - Carta dell'uso del suolo dei bacini idrografici studiati

5 - Verifica della scala delle portate nelle sezioni fluviali studiate

Allo scopo di valutare la sicurezza idraulica, con particolare riguardo per la verifica dei tiranti idrici in corrispondenza di ciascuna portata di calcolo, per ogni tratto di torrente o botro considerato, è stato effettuato un rilievo della sezione per la stima delle relazioni geometriche tra area, raggio idraulico e tirante idrico, A(h) e R(h), che la caratterizzano dal punto di vista idraulico.

La scala delle portate nella sezione considerata è stata quindi costruita per mezzo della relazione monomia di Gauckler e Strickler in funzione del coefficiente di scabrezza n che si utilizza:

$$Qc = n^{-1} \times A^{5/3} \times C^{-2/3} \times i^{1/2} \quad 9)$$

Dove: Qc = Portata massima Smaltibile [mc/s]
 n = Coefficiente di scabrezza di Manning
 A = Area della sezione di flusso [mq]
 C = Perimetro bagnato [m]
 I = Gradiente idraulico (pendenza media alveo nel tratto della sezione misurato su un tratto 2/3 a monte e 1/3 a valle della sezione stessa)

Condizioni dell'alveo		Valori		
Materiale costituente l'alveo	Terra	n ₀	0.02	0.026
	Roccia		0.025	
	Alluvione grossolana		0.028	
	Alluvione fine		0.024	
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n ₁	0	0.01
	Bassa		0.005	
	Moderata		0.01	
	Elevata		0.02	
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n ₂	0	0
	Variazione occasionale		0.005	
	Variazione frequente		0.010-0.015	
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n ₃	0	0.015
	Modesto		0.010-0.015	
	Apprezzabile		0.020-0.030	
	Elevato		0.040-0.060	
Effetto della vegetazione	Basso	n ₄	0.005-0.010	0.01
	Medio		0.010-0.025	
	Alto		0.025-0.050	
	Molto alto		0.050-0.100	
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m ₅	1	1
	Apprezzabile		1.15	
	Elevato		1.3	

Tabella 3 – Parametri per la ricostruzione del coefficiente di scabrezza di Manning. In particolare è stato calcolato separatamente per quei corsi d'acqua che hanno golene con caratteristiche diverse dall'alveo (es. Cascina).
 Da A.M. Calvano Rischio Idraulico ed idrogeologico EPC Libri 2003.

Il valore da utilizzare per la scabrezza è dato da:
 $n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3) * m_5$

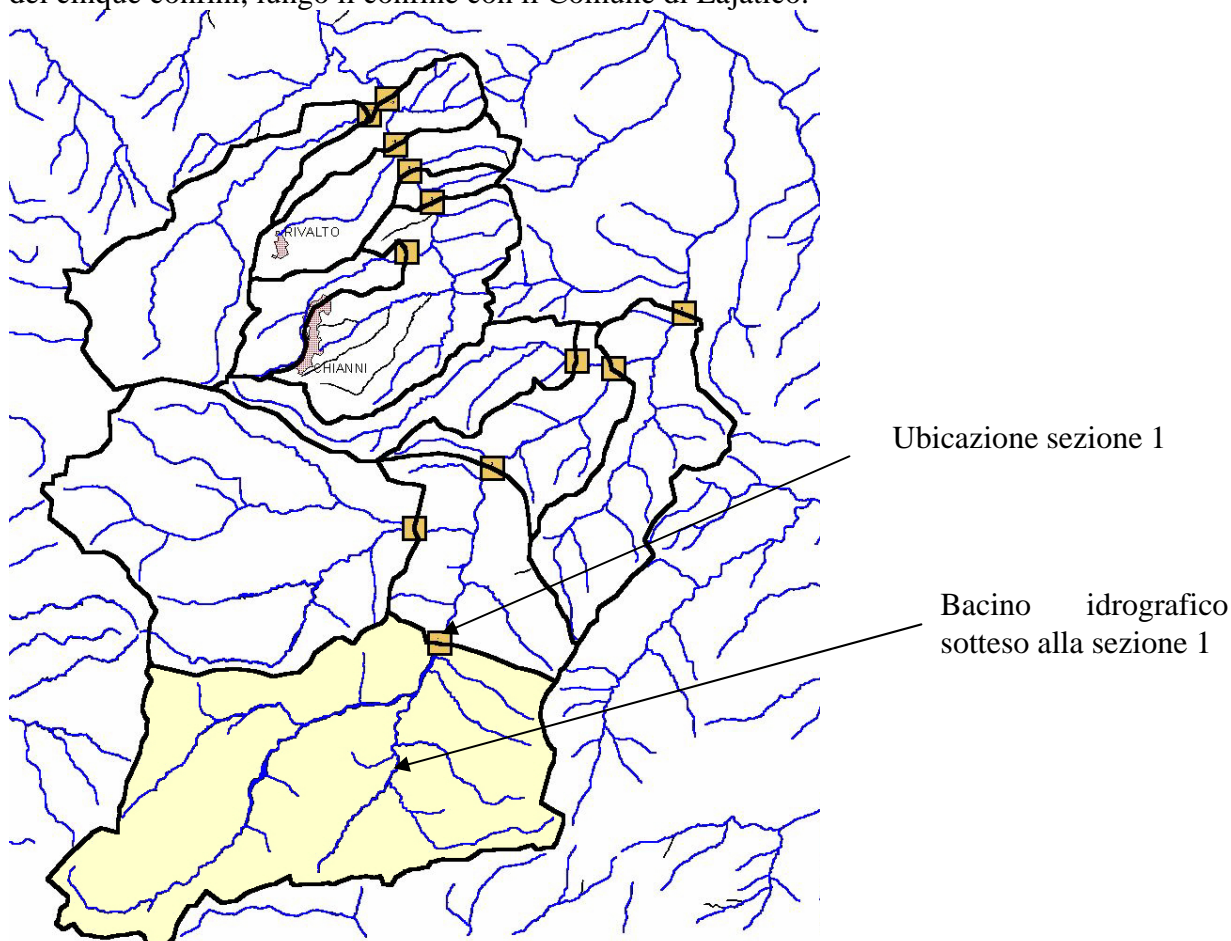
Scheda sezione 1

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano della Sterza – loc. Ponte dei cinque confini
Bacino: Sterza - Corso d'acqua: torrente Sterza

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione fluviale presa in esame è ubicata sull'asta del torrente Sterza, circa all'altezza del ponte dei cinque confini, lungo il confine con il Comune di Lajatico.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo totale incassato ha una larghezza di circa 140 metri con tirante idrico massimo utile di 2.45 m. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma moderatamente irregolare, è costituito da alluvioni grossolane ed è inciso nella propria pianura alluvionale. L'alveo straordinario ed eccezionale sono impostati su una terreno alluvionale con presenza di vegetazione arbustiva e rari alberi.

Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo ordinari o mq	Sez. alveo totale mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Sterza n° 1	23.89	8.40	674	160	214.8	72	195	1.35

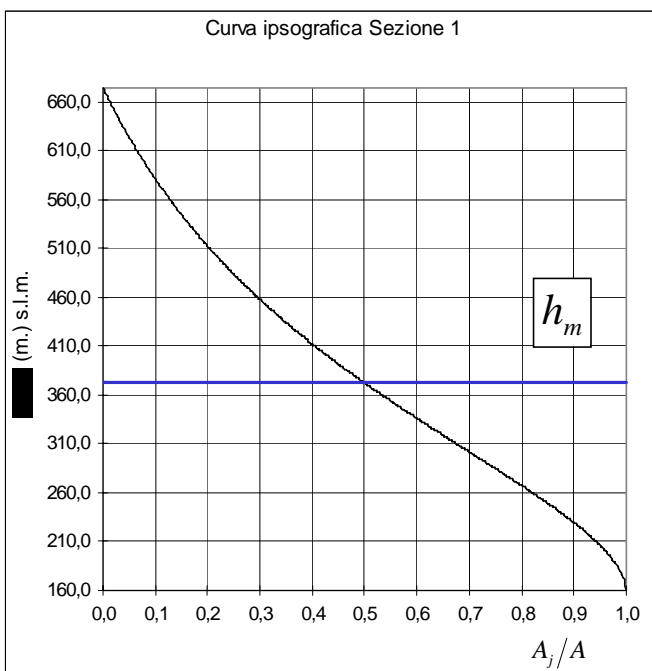


.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

L'altitudine media h_m del bacino è stata determinata calcolando la media pesata delle quote medie h_j tra curve di livello con intervallo di 50 metri comprese tra la quota massima $h_{\max} = 674$ m s.l.m. e la quota della sezione di chiusura $h_{\min} = 160$ m s.l.m., con peso funzione dell'entità relativa della superficie parziale A_j .

Applicando la 3 e la 4), si ottiene un valore di altitudine media di 374.8 metri, e un'altezza ipsometrica di 214.8 m rispetto alla sezione di chiusura



.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Giandotti (1934; 1937), essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A=23.894 \text{ km}^2$.

L'altitudine media rispetto alla sezione di chiusura $H_{med}=214.8 \text{ m}$ e la lunghezza dell'asta principale $L=8.4 \text{ km}$

Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 2.74 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 1 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T=2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.60** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
51.30 m ³ /s	112.84 m ³ /s	174.47 m ³ /s

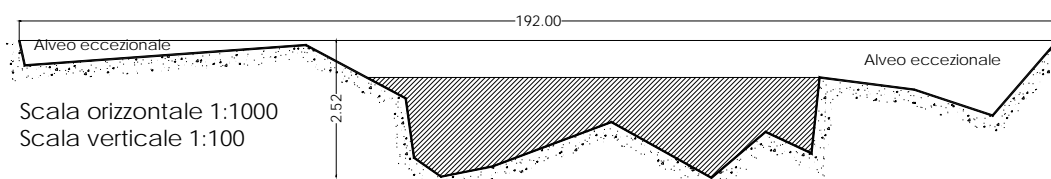
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento (fig. 4.a) per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,35 m	4,91 m	18,20
0,70 m	14,14 m	23,50
1,05 m	40,29 m	34,85
1,40 m	68,95 m	46,60
1,75 m	104,19 m	54,20
2,10 m	129,76 m	73,50
2,45 m	194,85 m	112,20

Tab. 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



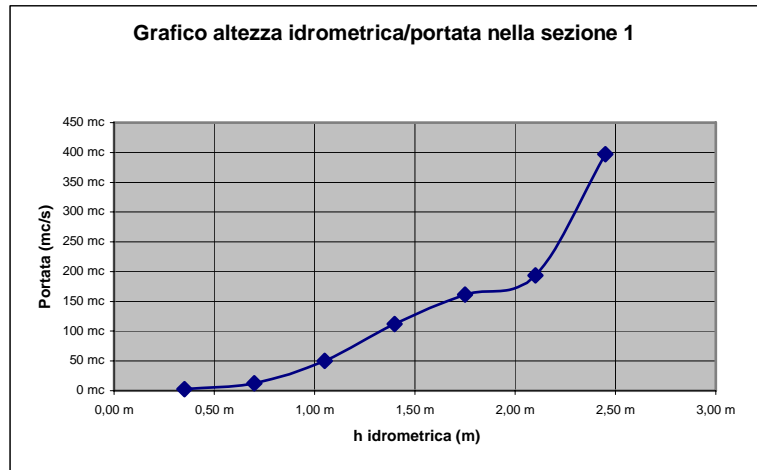
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è definito per alveo ordinari un valore di $n=0.061$ mentre per la restante parte della sezione si è considerato un valore di $n=0.071$, la pendenza misurata in corrispondenza della sezione è $i=0.0134$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,35 m	2,86 mc/s
0,70 m	12,71 mc/s
1,05 m	50,20 mc/s
1,40 m	112,32 mc/s
1,75 m	161,67 mc/s
2,10 m	193,67 mc/s
2,45 m	397,15 mc/s

Tab. 3.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione, la portata con tempo di ritorno di 200 anni non costituisce un pericolo di esondazione.

Scheda sezione 2

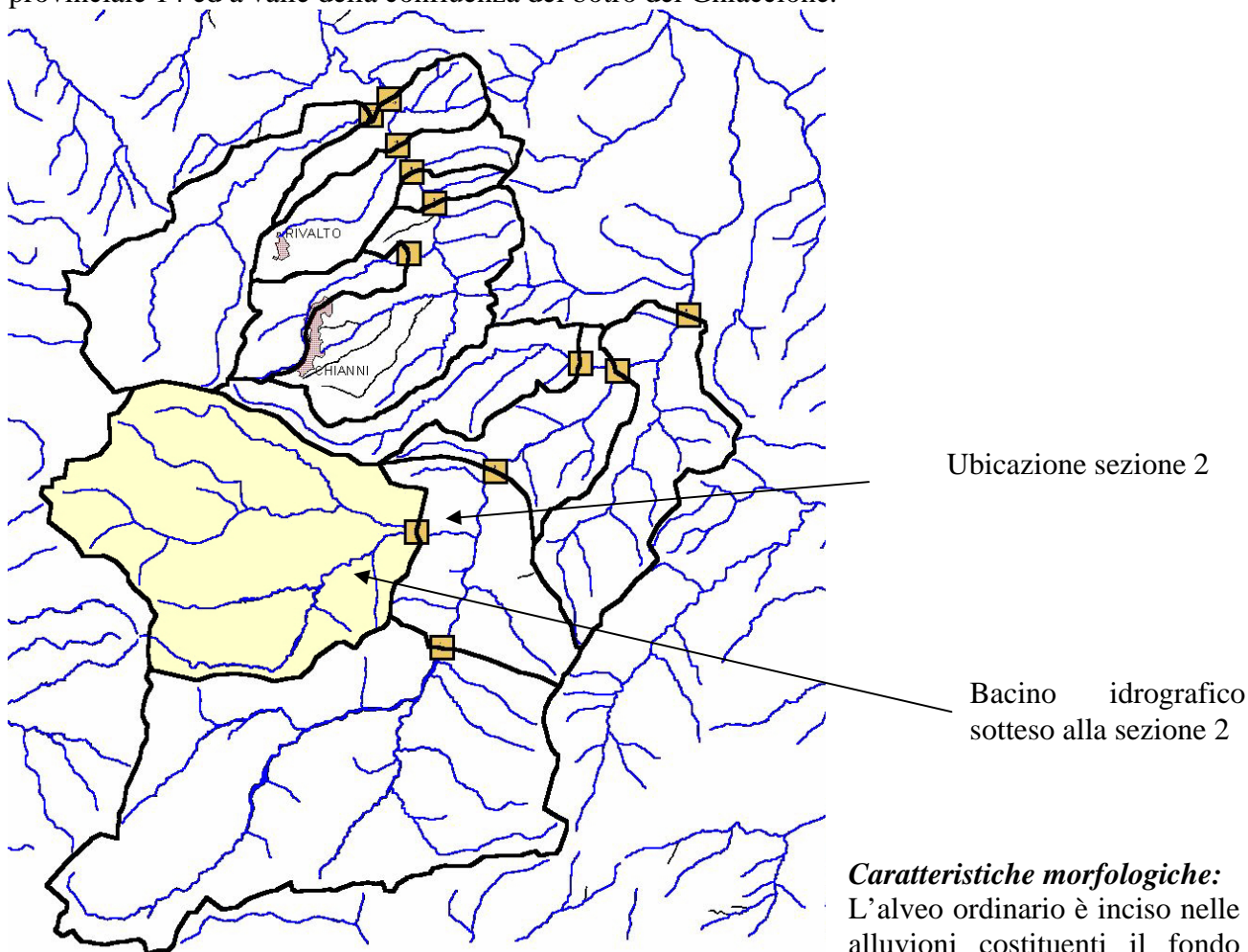
Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano del Pruno – loc. Garetto

Bacino: Sterza - Corso d'acqua: botro della Pietraia

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione considerata è ubicata sul botro Pietraia circa 500 m a monte del ponte sulla strada provinciale 14 ed a valle della confluenza del botro del Ghiaccione.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo ordinario è inciso nelle alluvioni costituenti il fondo valle. L'area dell'alveo

straordinario è molto vasta ed interessa praticamente tutta l'area compresa fra il rilievo morfologico in dx orografica e la scarpata della strada provinciale del Pian del Pruno sul lato opposto. Il terrazzo così disponibile ha un'estensione di oltre 200 m. Il tirante idrico massimo utile di 1.05 m nell'alveo ordinario e di oltre 2 m se si considera tutto il terrazzo alluvionale. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito da alluvioni medio-grossolane. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo ord. mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Pietraia n° 2	17.12	6.45	631	155		22.25	169	2.33



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 17.12 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=6.45 \text{ km}$, la quota max. di 631 m e la min. di 155 m. Il tempo di corrivazione risulta essere di **$T_c= 1.88$ ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 2 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 2 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **$C_d=0.60$** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
43.50 m ³ /s	97.18 m ³ /s	151.10 m ³ /s

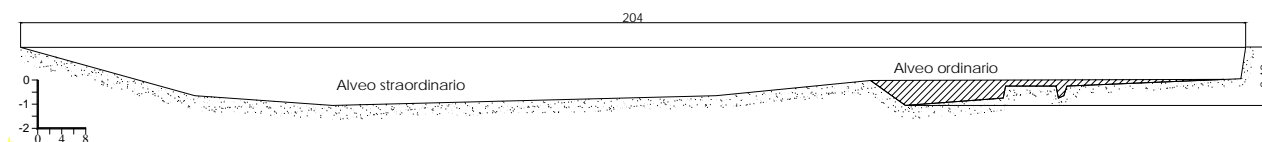
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,34 m	3,10 m	18,30 m
0,69 m	10,10 m	20,90 m
1,03 m	22,25 m	56,00 m
1,37 m	169,00 m	190,00 m

Tab. 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



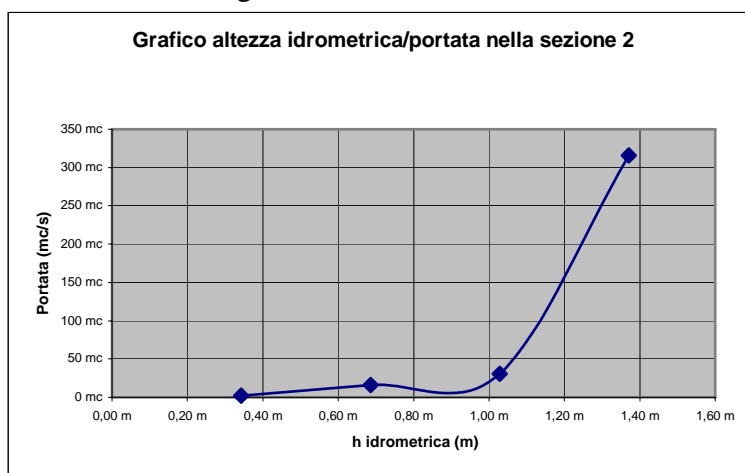
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto il valore $n=0.06$ per l'alveo normale e di 0.0755 per quello complessivo utilizzato per il calcolo e come pendenza $i=0.0233$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,34 m	2,41 mc/s
0,69 m	15,81 mc/s
1,03 m	30,56 mc/s
1,37 m	315,71 mc/s

Tab. 3.2 – Scala delle portate sezione



La verifica è stata fatta solo su 4 valori di tirante idrico, poiché il valore delle portate smaltibili è già superiore del sessanta per cento del valore di afflusso massimo. Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 2, le portate con tempi di ritorno di 2, 20 e 200 anni non possono essere smaltite nell'alveo ordinario, ma sono ampiamente contenute nell'ampio alveo straordinario, senza occuparlo tutto.

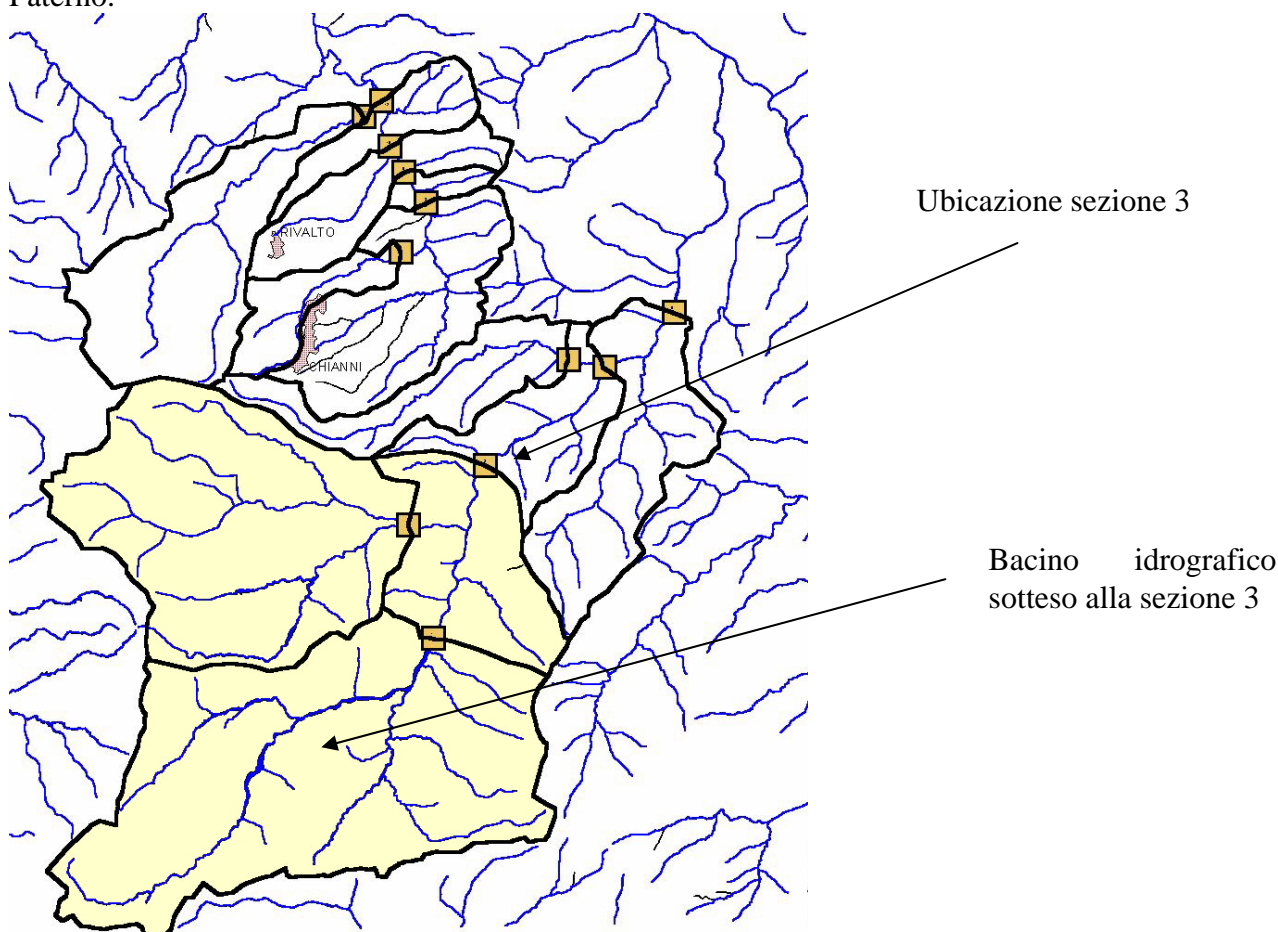
Scheda sezione 3

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano della Sterza – loc. Le Sterze
Bacino: Sterza - Corso d'acqua: Torrente sterza

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione fluviale presa in esame è ubicata sull'asta del torrente Sterza in loc. Le Sterze-Grotte di Paterno.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo ordinario ha una larghezza di oltre 75 metri, che salgono a circa 140 m considerando l'alveo straordinario. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma moderatamente irregolare, è costituito da alluvioni grossolane ed è inciso nella propria pianura alluvionale. L'alveo straordinario è ubicato sulle stesse alluvioni e presenta della vegetazione al suo interno. Non risulta la presenza di aree allagate durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini sono di tipo naturale con presenza saltuaria presenza di vegetazione .

Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. Alveo Ord mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Sterza n° 3	47.28	11.53	674	125	229.4	79.6	176.2	1.03

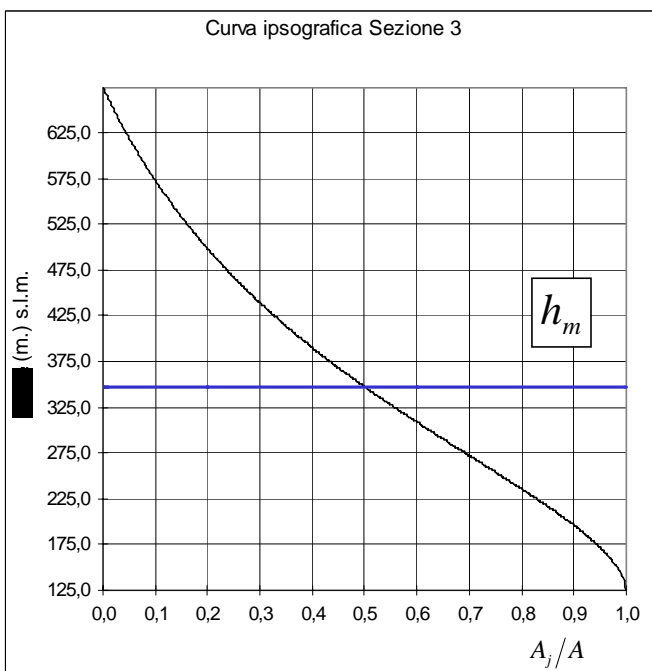


.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

L'altitudine media h_m del bacino è stata determinata calcolando la media pesata delle quote medie h_j tra curve di livello con intervallo di 50 metri comprese tra la quota massima $h_{\max} = 674$ m s.l.m. e la quota della sezione di chiusura $h_{\min} = 125$ m s.l.m., con peso funzione dell'entità relativa della superficie parziale A_j .

Applicando la 3 e la 4), si ottiene un valore di altitudine media di 354.4 metri, e un'altezza ipsometrica di 229.4 m rispetto alla sezione di chiusura



.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Giandotti (1934; 1937), essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A=47.28 \text{ km}^2$.

L'altitudine media rispetto alla sezione di chiusura $H_{med}=229.4 \text{ m}$ e la lunghezza dell'asta principale $L=11.53 \text{ km}$

Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 3.74 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 3 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 3 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T=2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.60** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
80.63 m ³ /s	173.48 m ³ /s	266.24 m ³ /s

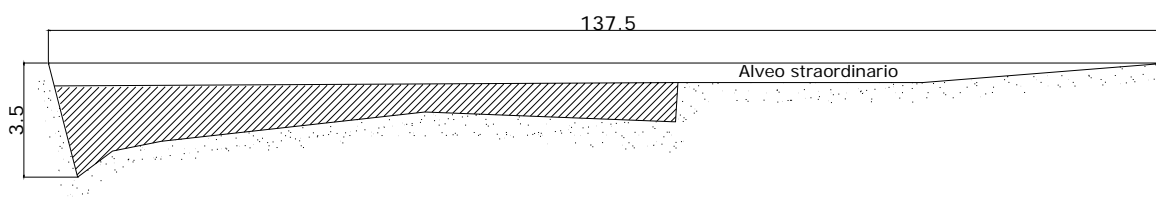
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,50 m	0,66 m	3,45 m
1,00 m	2,26 m	10,05 m
1,50 m	12,06 m	27,00 m
2,00 m	34,50 m	77,50 m
2,50 m	72,50 m	78,00 m
3,00 m	114,00 m	106,30 m
3,50 m	176,20 m	140,00 m

Tab. 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

Sezione trasversale dell'alveo

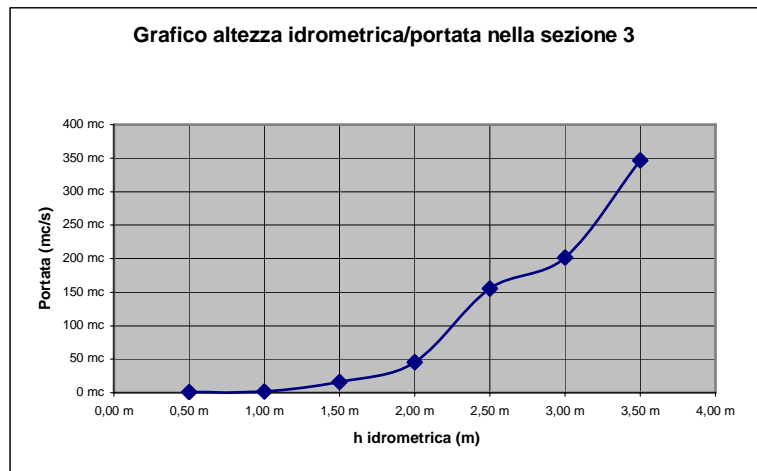


In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopradescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto il valore $n=0.045$ per la sezione che interessa l'alveo ordinario e 0.06 per il resto, la pendenza considerata è $i=0.0103$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,50 m	0,49 mc/s
1,00 m	1,88 mc/s
1,50 m	15,86 mc/s
2,00 m	45,27 mc/s
2,50 m	155,40 mc/s
3,00 m	201,60 mc/s
3,50 m	346,69 mc/s

Tab. 3.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 3, la portata con tempo di ritorno di 200 anni non costituisce un pericolo di esondazione.

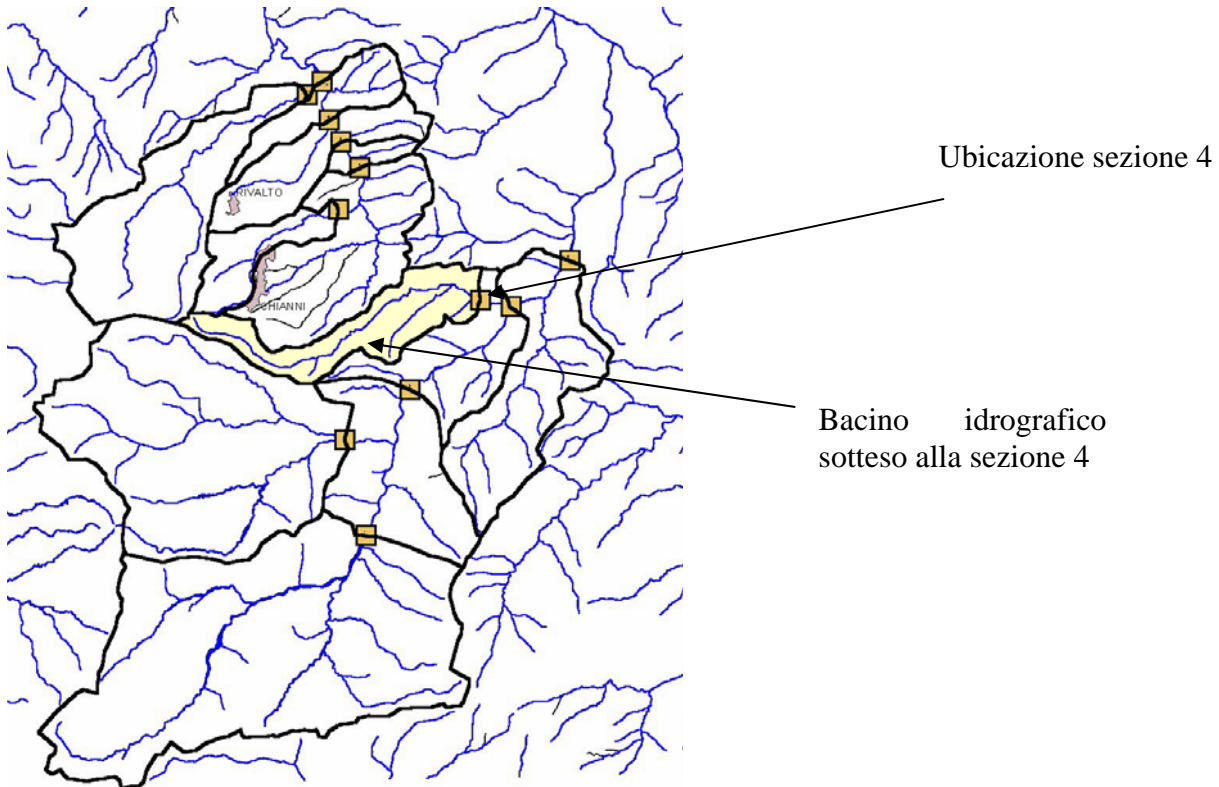
Scheda sezione 4

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano della Sterza – loc. Pian delle Prata
Bacino: Sterza - Corso d'acqua: botro dell'Ostone

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione fluviale presa in esame è ubicata sull'asta del botro dell'Ostone affluente in sx orografica del torrente Sterza, in loc. Pian delle Prata.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è incassato nelle alluvioni; in dx orografica ha arginatura naturale, mentre in sx orografica è presente un argine artificiale recente ripulito dalla vegetazione e rimodellato ove necessario. Il letto costituito da alluvioni fini sabbio-argilloso, è largo oltre 6 m alla sommità del canale con un tirante idrico massimo utile di circa 2 m. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e bassissimo grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ha forma trapezoidale regolare. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo ord. mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Ostone n° 4	4.39	6.6	534	103		9.8		1.27



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 4.39 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=6.60 \text{ km}$, la quota max. di 534 m e la min. di 103 m. Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 2.01 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 4 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.61**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 4 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T=2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.61** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
12.18 m ³ /s	27.41 m ³ /s	42.72 m ³ /s

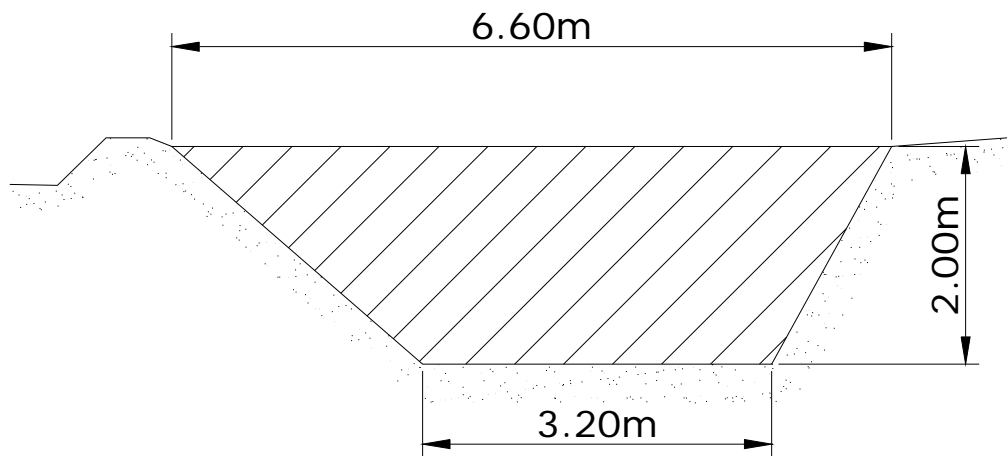
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,29 m	0,98 m	3,97 m
0,57 m	2,10 m	4,72 m
0,86 m	3,36 m	5,75 m
1,14 m	4,76 m	6,24 m
1,43 m	6,30 m	7,00 m
1,71 m	7,98 m	7,77 m
2,00 m	9,80 m	8,50 m

Tab. 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



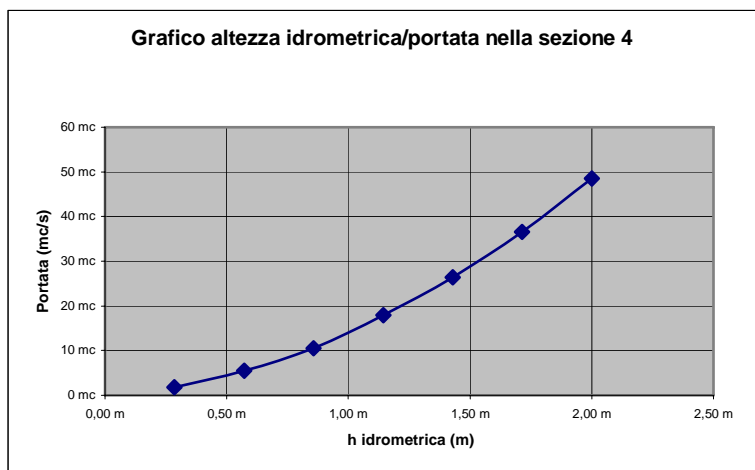
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopradescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto il valore $n=0.025$ per l'alveo e come pendenza $i=0.021$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,29 m	1,74 mc/s
0,57 m	5,51 mc/s
0,86 m	10,57 mc/s
1,14 m	17,88 mc/s
1,43 m	26,43 mc/s
1,71 m	36,56 mc/s
2,00 m	48,49 mc/s

Tab. 3.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 4, **alle condizioni attuali**, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario, senza alcun pericolo di esondazione.

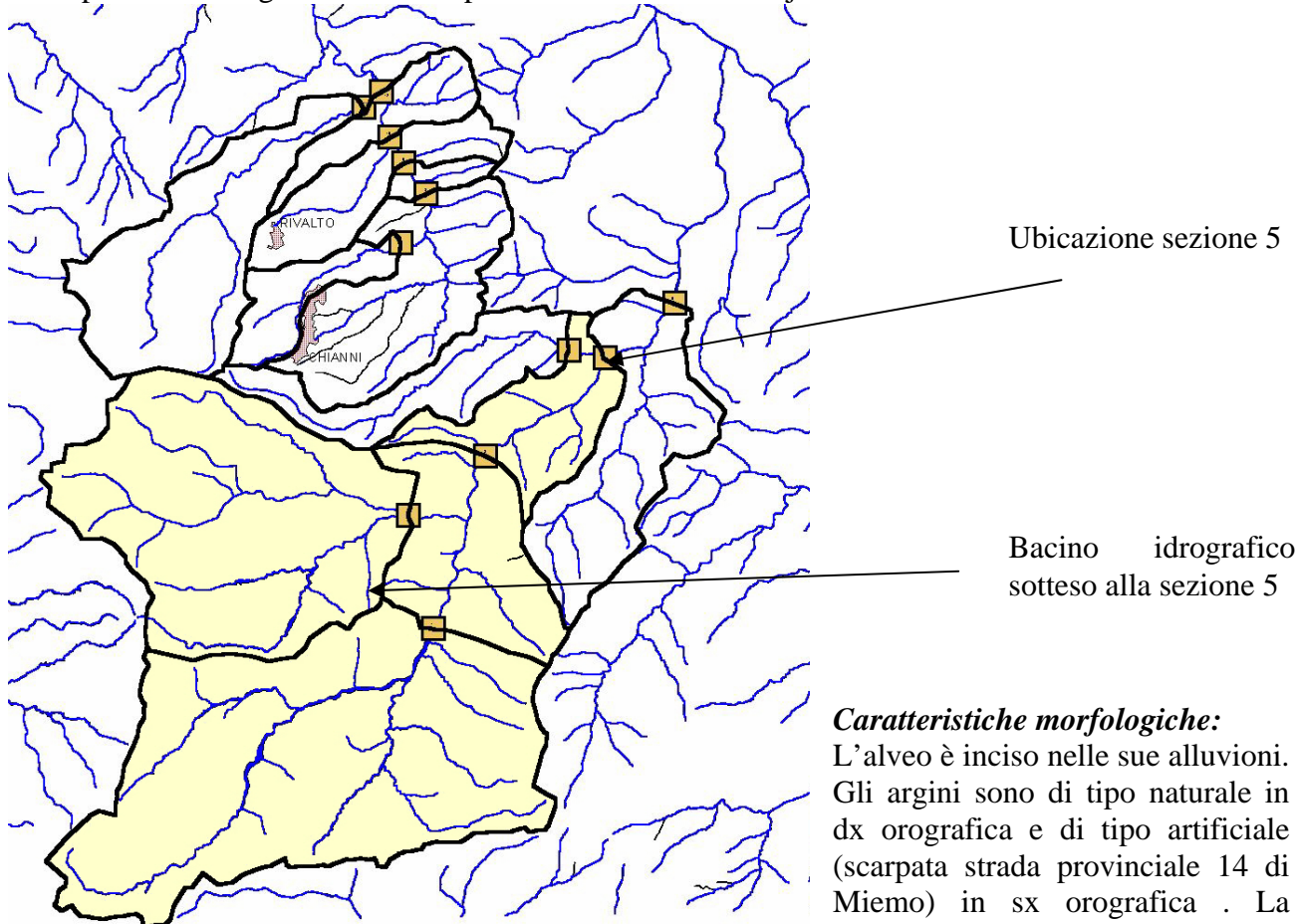
Scheda sezione 5

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano dei Sondri – loc. Pod. Casino di Sterza
Bacino: Sterza - Corso d'acqua: torrente Sterza

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione torrentizia esaminata, è ubicata sull'asta del torrente Sterza, in loc. Piano dei Sondri, in corrispondenza del guado carrabile per il centro abitato di Lajatico.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è inciso nelle sue alluvioni. Gli argini sono di tipo naturale in dx orografica e di tipo artificiale (scarpata strada provinciale 14 di Miemo) in sx orografica. La sezione è impostata in

corrispondenza un guado carrabile presente sulla strada poderale la Fornace di Lajatico. L'attraversamento del letto ordinario e straordinario è lungo 166 m, mentre il tirante idrico massimo utile è di 4.40 m. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modestissimo grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito principalmente da alluvioni medio-fini. Non risulta la presenza di aree allagate in corrispondenza della sezione durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini, e tutto il letto straordinario, al momento del rilievo sono ricoperti di abbondante vegetazione composta da cespugli e alberi di basso fusto. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. Alveo ord mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Sterza n° 5	52.02	14.45	674	90	246.4		465	2.1

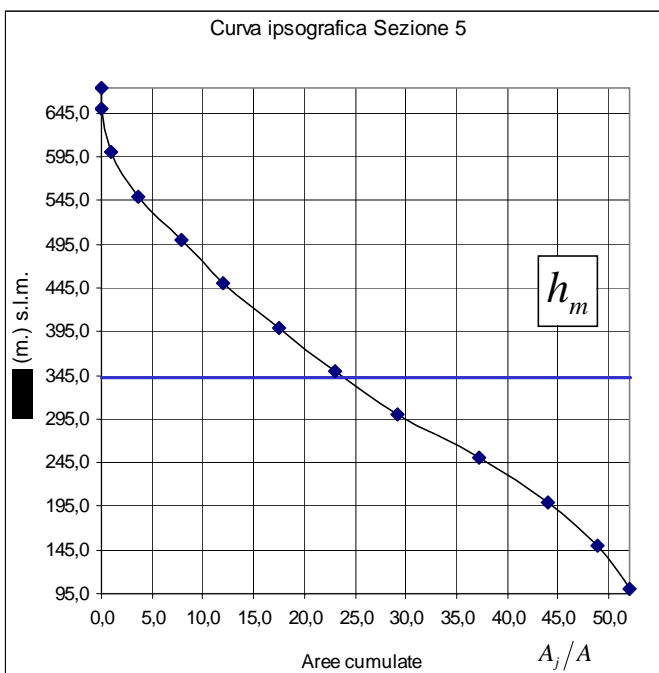


.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

L'altitudine media h_m del bacino è stata determinata calcolando la media pesata delle quote medie h_j tra curve di livello con intervallo di 50 metri comprese tra la quota massima $h_{\max} = 674$ m s.l.m. e la quota della sezione di chiusura $h_{\min} = 94$ m s.l.m., con peso funzione dell'entità relativa della superficie parziale A_j .

Applicando la 3 e la 4), si ottiene un valore di altitudine media di 340.4 metri, e un'altezza ipsometrica di 246.4 rispetto alla sezione di chiusura



.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Giandotti (1934; 1937), essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A=52.019 \text{ km}^2$.

L'altitudine media rispetto alla sezione di chiusura $H_{med}=244.4 \text{ m}$ e la lunghezza dell'asta principale $L=14.45 \text{ km}$

Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 4.02 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 5 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.65**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 5 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T=2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.65** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
90.05 m ³ /s	192.55 m ³ /s	294.88 m ³ /s

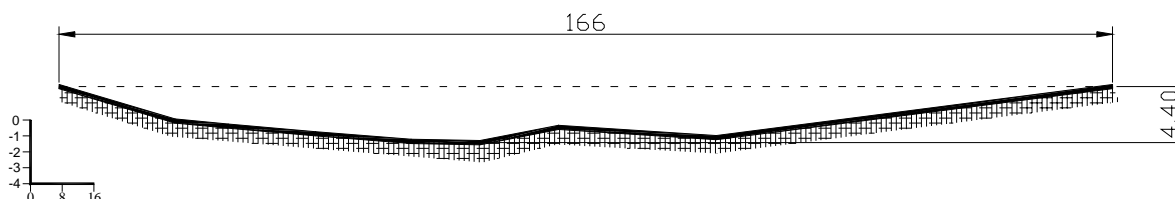
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,63 m	11,00 m	30,00 m
1,26 m	55,00 m	90,00 m
1,89 m	118,00 m	110,00 m
2,51 m	192,00 m	124,50 m
3,14 m	274,00 m	139,00 m
3,77 m	367,50 m	153,00 m
4,40 m	465,00 m	165,00 m

Tab. 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



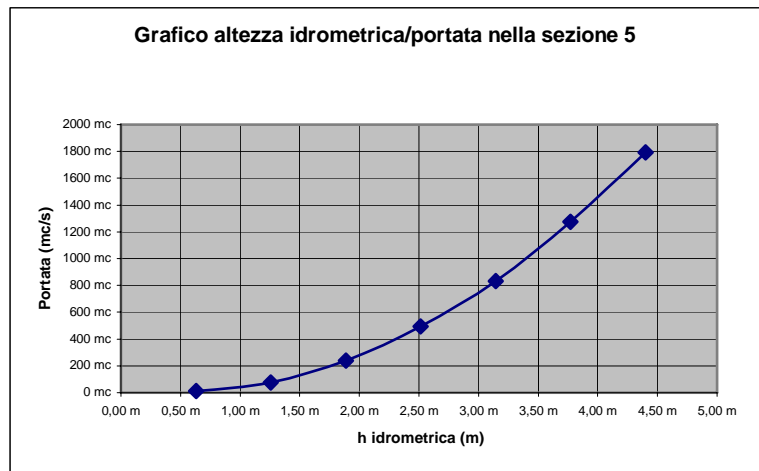
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo il valore $n=0.075$ mentre la pendenza $i=0.021$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,63 m	10,89 mc/s
1,26 m	76,53 mc/s
1,89 m	238,92 mc/s
2,51 m	495,19 mc/s
3,14 m	832,32 mc/s
3,77 m	1273,55 mc/s
4,40 m	1792,59 mc/s

Tab. 3.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 5, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario, senza alcun pericolo di esondazione.

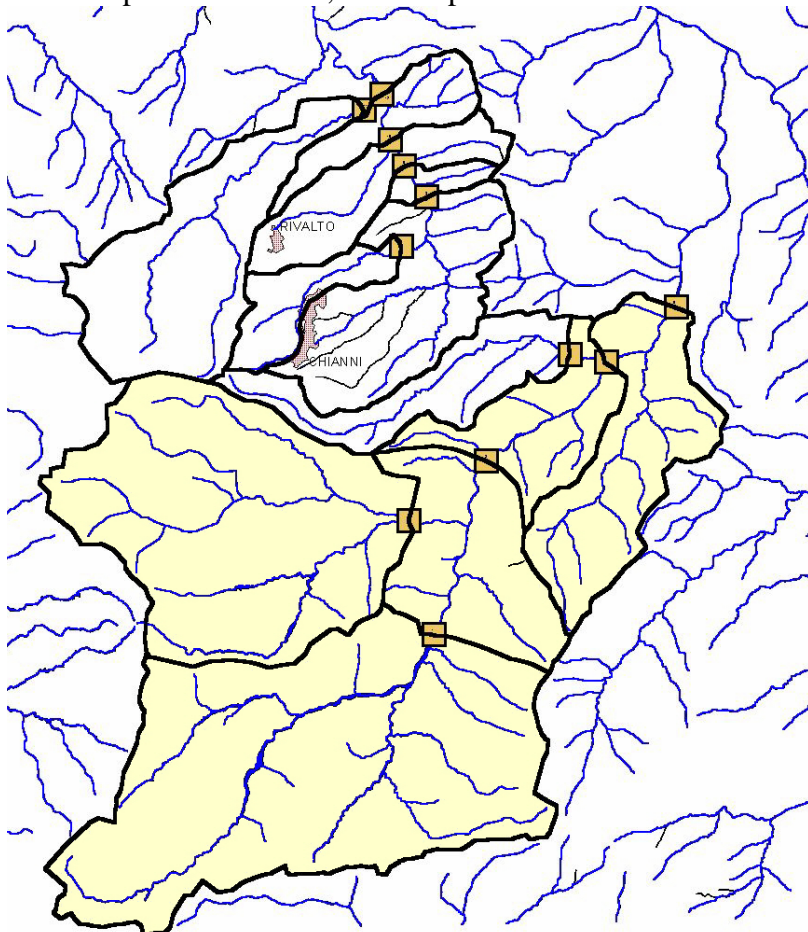
Scheda sezione 6

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Pian della Grillaia – loc. Bacio della sterza
Bacino: Sterza - Corso d'acqua: torrente Sterza

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione torrentizia esaminata, è ubicata sull'asta del torrente Sterza, in loc. Bacio della Sterza di fronte al pod. La Grillaia, in corrispondenza del confine di Comune.



Ubicazione sezione 6

Bacino idrografico
sotteso alla sezione 6

Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è inciso nelle alluvioni ed in alcuni punti l'acqua scorre direttamente sulle argille. Gli argini sono di tipo naturale. La sezione è impostata in corrispondenza di un guado di una strada di campo lungo oltre 100 m (alveo ordinario e straordinario) . Il tirante idrico massimo utile è di 4.0 m . Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito principalmente dalle alluvione medie e fini. Non risulta la presenza di aree allagate in corrispondenza della sezione durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini, al momento del rilievo sono ricoperti di vegetazione composta da cespugli e alberi di basso fusto. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo ord mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Sterza n°6	59.073	16.02	674	80	240.70		174.5	1.00

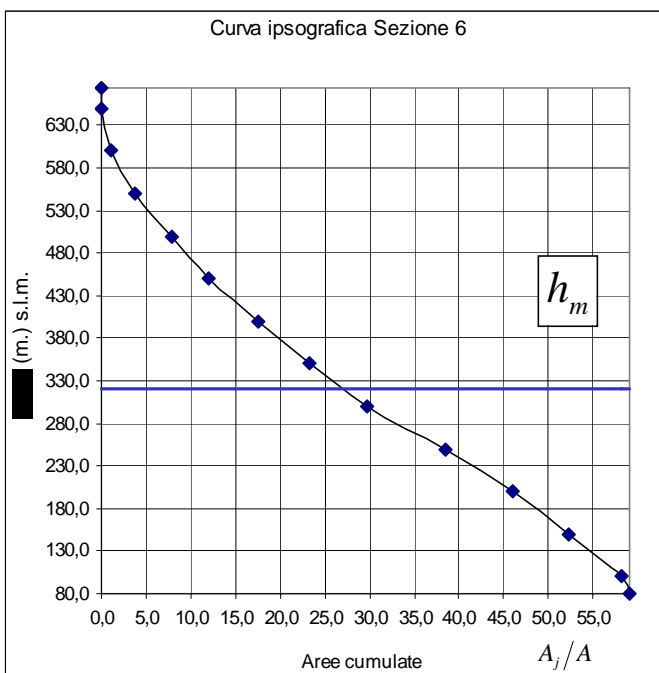


.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

L'altitudine media h_m del bacino è stata determinata calcolando la media pesata delle quote medie h_j tra curve di livello con intervallo di 50 metri comprese tra la quota massima $h_{\max} = 674$ m s.l.m. e la quota della sezione di chiusura $h_{\min} = 80$ m s.l.m., con peso funzione dell'entità relativa della superficie parziale A_j .

Applicando la 3 e la 4), si ottiene un valore di altitudine media di 320.7 metri, e un'altezza ipsometrica di 240.7 m rispetto alla sezione di chiusura



.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Giandotti (1934; 1937), essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A=59.07 \text{ km}^2$.

L'altitudine media rispetto alla sezione di chiusura $H_{med}=240.43 \text{ m}$ e la lunghezza dell'asta principale $L=16.02 \text{ km}$

Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 4.41 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 6 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.63**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 6 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T=2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.63** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
92.32 m ³ /s	196.05 m ³ /s	299.53 m ³ /s

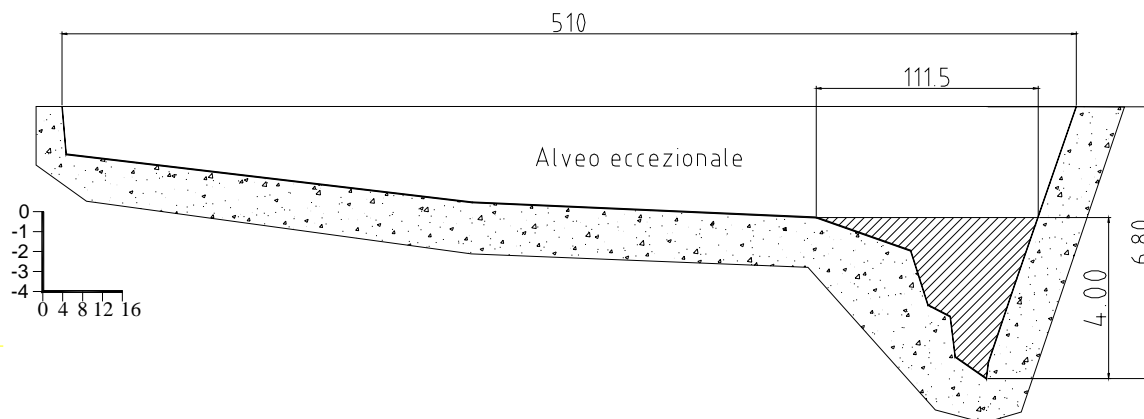
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,57 m	4,97 m	18,20 m
1,14 m	17,00 m	23,50 m
1,71 m	32,25 m	34,85 m
2,29 m	56,15 m	46,60 m
2,86 m	84,70 m	54,20 m
3,43 m	118,95 m	73,50 m
4,00 m	174,54 m	112,20 m

Tab 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



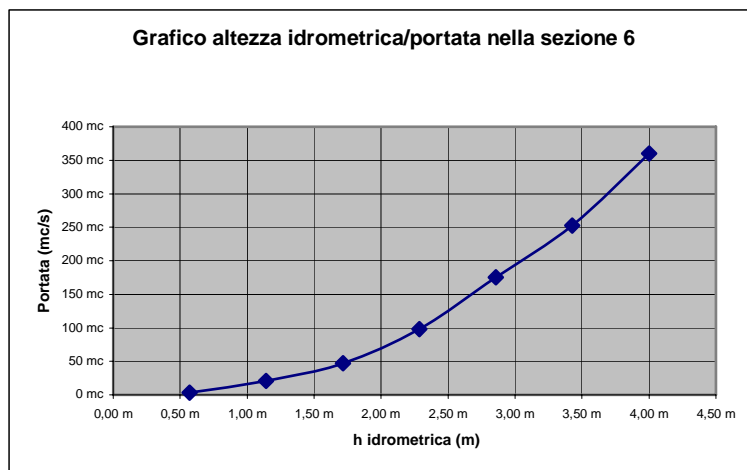
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo il valore $n=0.065$ mentre la pendenza $i=0.01$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,57 m	3,22 mc/s
1,14 m	21,08 mc/s
1,71 m	47,12 mc/s
2,29 m	97,82 mc/s
2,86 m	175,48 mc/s
3,43 m	252,25 mc/s
4,00 m	360,51 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 6, le portate max con tempo di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario senza rischio di esondazione.

Scheda sezione 7

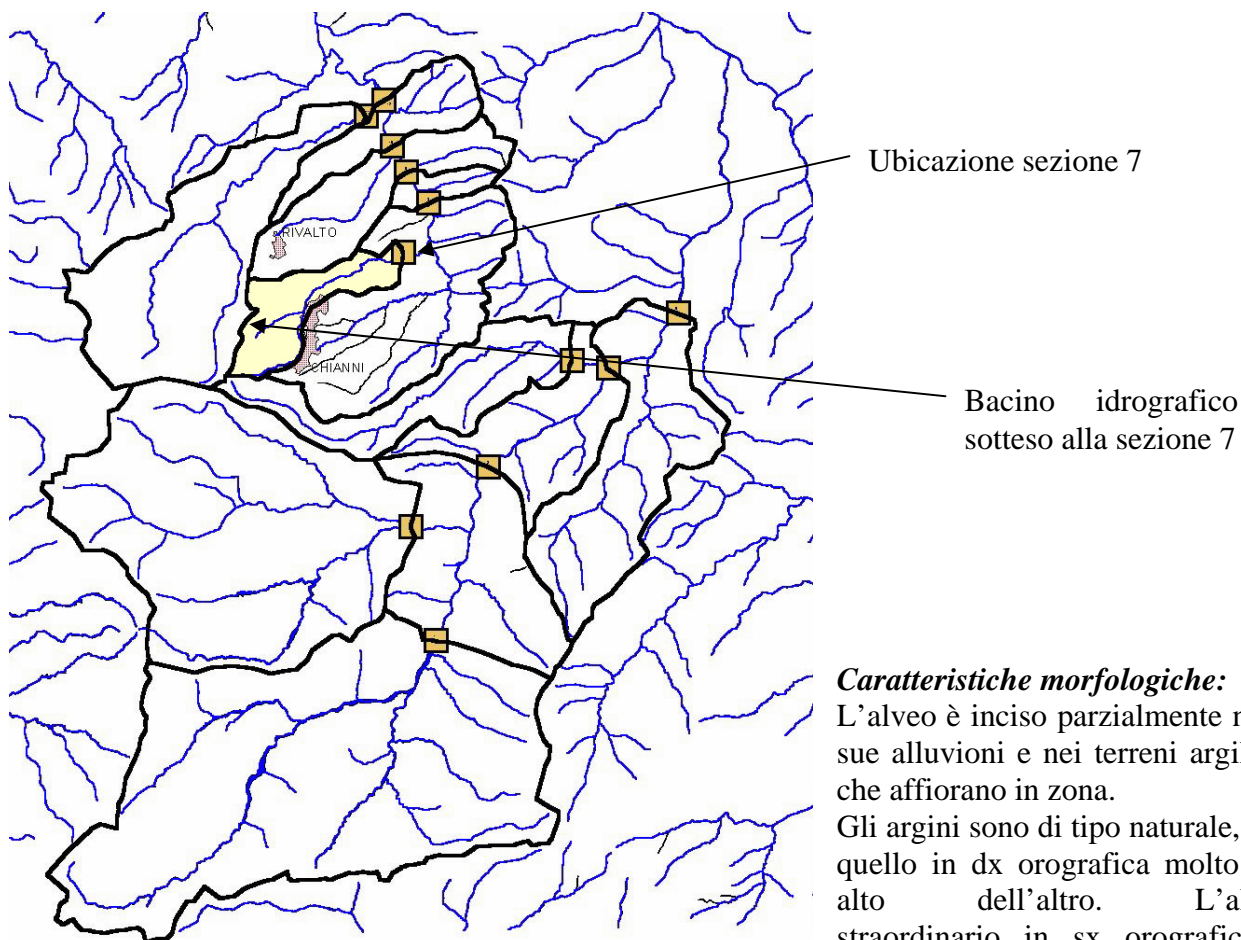
Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
La Fornace – loc.Pod. Nuovo

Bacino: Cascina - Corso d'acqua:botro San Donato

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione torrentizia esaminata, è ubicata sull'asta del botro San Donato, in loc.Pod. Nuovo, dietro alla rimessa degli automezzi comunale..



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è inciso parzialmente nelle sue alluvioni e nei terreni argillosi che affiorano in zona.

Gli argini sono di tipo naturale, con quello in dx orografica molto più alto dell'altro. L'alveo straordinario in sx orografica è impostato nella parte pianeggiante

del fondo valle. In queste condizioni il tirante idrico massimo utile è di 2.50 m . Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e grado di sinuosità dell'alveo nullo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito principalmente dalle alluvione medie e fini, mentre quello straordinario è direttamente sulle argille. Non risulta la presenza di aree allagate in corrispondenza della sezione durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini, al momento del rilievo sono ricoperti di vegetazione composta da cespugli e alberi. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo ord mq	Sez. alveo tot. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
San Donato n°7	2.20	3.06	532	107	n.c.	3.8	21.1	3.33



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 2.2 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=3.06 \text{ km}$, la quota max. di 532 m e la min. di 107 m. Il tempo di corrivazione risulta essere di **Tc= 0.83 ore**.

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 7 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 7 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **Cd=0.60** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
11.85 m ³ /s	28.48 m ³ /s	45.37 m ³ /s

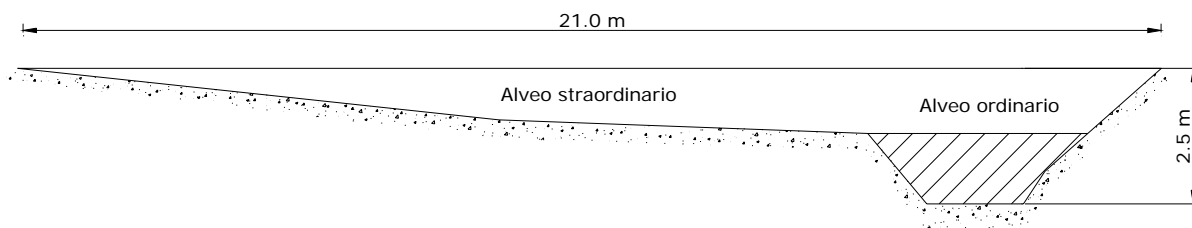
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,36 m	0,75 m	3,00 m
0,71 m	1,70 m	3,70 m
1,07 m	2,85 m	5,20 m
1,43 m	4,50 m	9,00 m
1,79 m	8,60 m	15,10 m
2,14 m	14,15 m	19,00 m
2,50 m	21,10 m	23,00 m

Tab 3.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



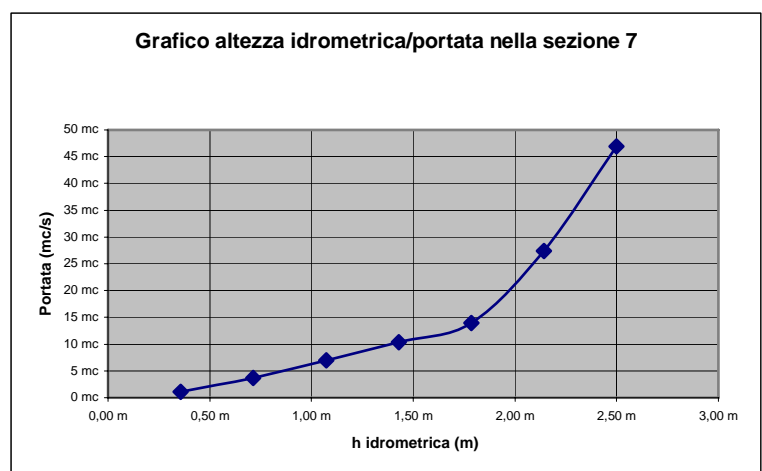
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto nel calcolo per l'alveo ordinario (tirante idrico inferiore a 1.1 m) il valore di $n=0.05$, mentre per il calcolo con tirante idrico si è utilizzato il valore di $n=0.0775$, mentre la pendenza $i=0.0333$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,36 m	1,09 mc/s
0,71 m	3,70 mc/s
1,07 m	6,97 mc/s
1,43 m	10,35 mc/s
1,79 m	13,92 mc/s
2,14 m	27,39 mc/s
2,50 m	46,93 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 7, **nelle condizioni attuali**, le portate max con tempo di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario senza rischio di esondazione.

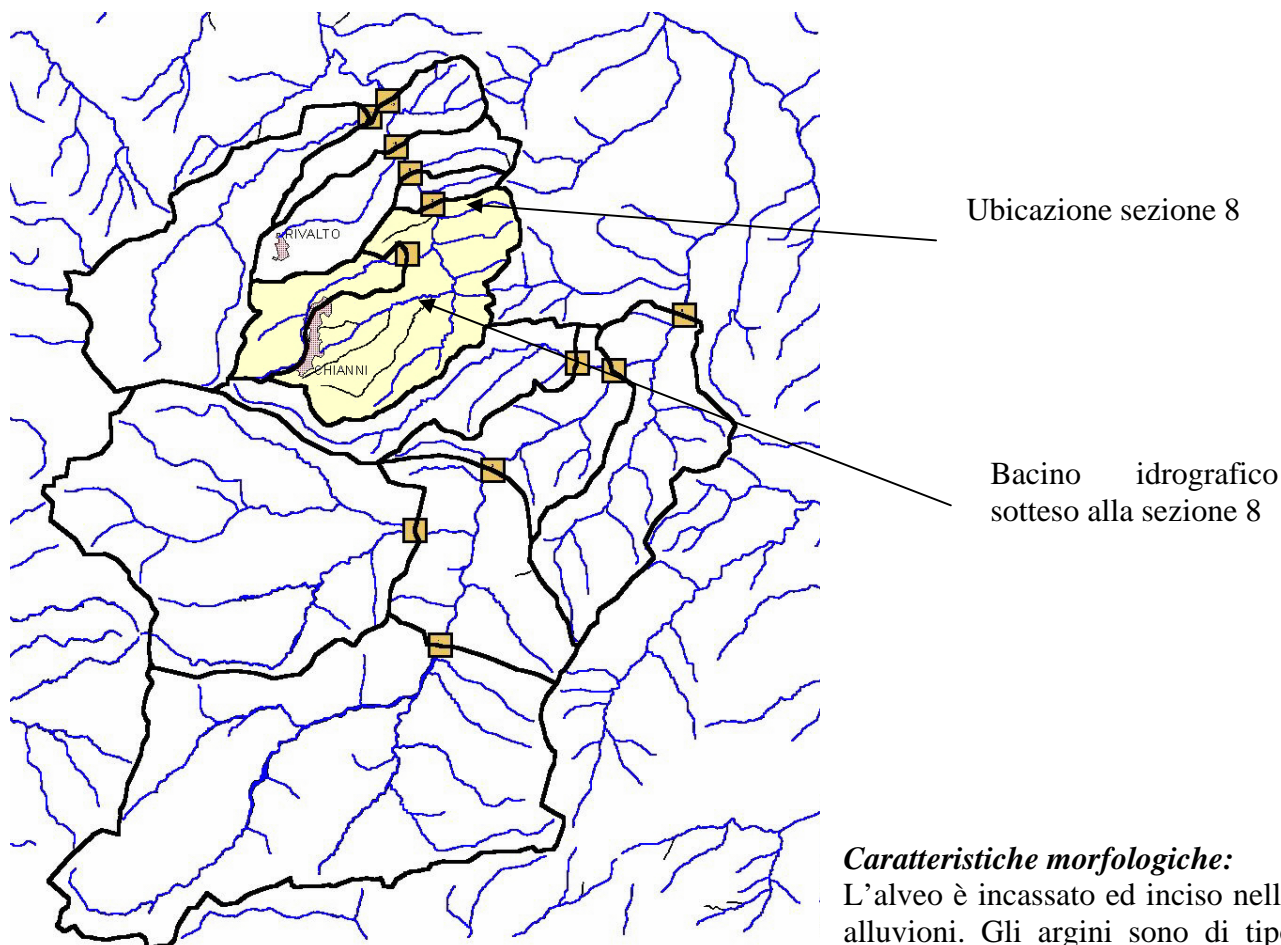
Scheda sezione 8

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
La Fornace – loc. confluenza botro il Gattero
Bacino: Cascina - Corso d'acqua: torrente Cascina

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione torrentizia esaminata, è ubicata sull'asta del torrente Cascina, a valle della confluenza del botro il Gattero.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è incassato ed inciso nelle alluvioni. Gli argini sono di tipo naturale. Il tirante idrico massimo

utile è di 2.70 m (per l'alveo eccezionale) . Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito principalmente dalle alluvioni stesse del torrente. Risulta la presenza di aree allagate subito a valle della sezione, come previsto nel seguente calcolo, dovuto allo smaltimento delle portate nell'alveo straordinario, durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini, e tutto il letto ordinario, al momento del rilievo sono ricoperti di vegetazione composta soprattutto da canne. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo tot mq	Sez. alveo ord. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Cascina n° 8	9.54	4.75	532	83	n.c.	74	17.5	2.8



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 9.54 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=4.75 \text{ km}$, la quota max. di 532 m e la min. di 83 m . Il tempo di corrivazione risulta essere di **$T_c= 1.35 \text{ ore}$** .

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 8 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 8 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **$C_d=0.60$** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
$35.33 \text{ m}^3/\text{s}$	$81.90 \text{ m}^3/\text{s}$	$128.89 \text{ m}^3/\text{s}$

.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

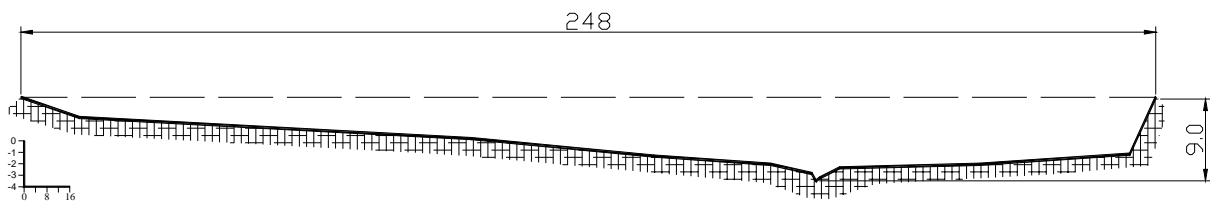
Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0.39	0.30	1.80
0.77	1.31	4.00
1.16	3.65	9.00
1.54	9.00	26.00
1.93	24.00	55.10
2.31	45.00	78.00
2.70	74.00	99.00

Tab. 4.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto. (Per praticità di rappresentazione la scala orizzontale è 1/4 di quella verticale.)

Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da

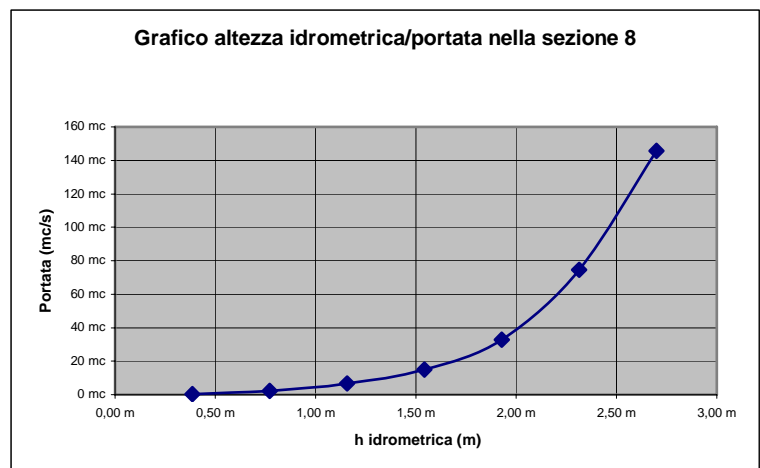


utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo ordinario il valore $n=0.05$, (tirante idrico inferiore a 1.5 m) mentre per l'alveo eccezionale si è utilizzato $n=0.07$ con pendenza $i=0.028$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0.39	0,31 mc/s
0.77	2,08 mc/s
1.16	6,69 mc/s
1.54	14,85 mc/s
1.93	32,97 mc/s
2.31	74,55 mc/s
2.70	145,69 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 8, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario, senza alcun pericolo di esondazione.

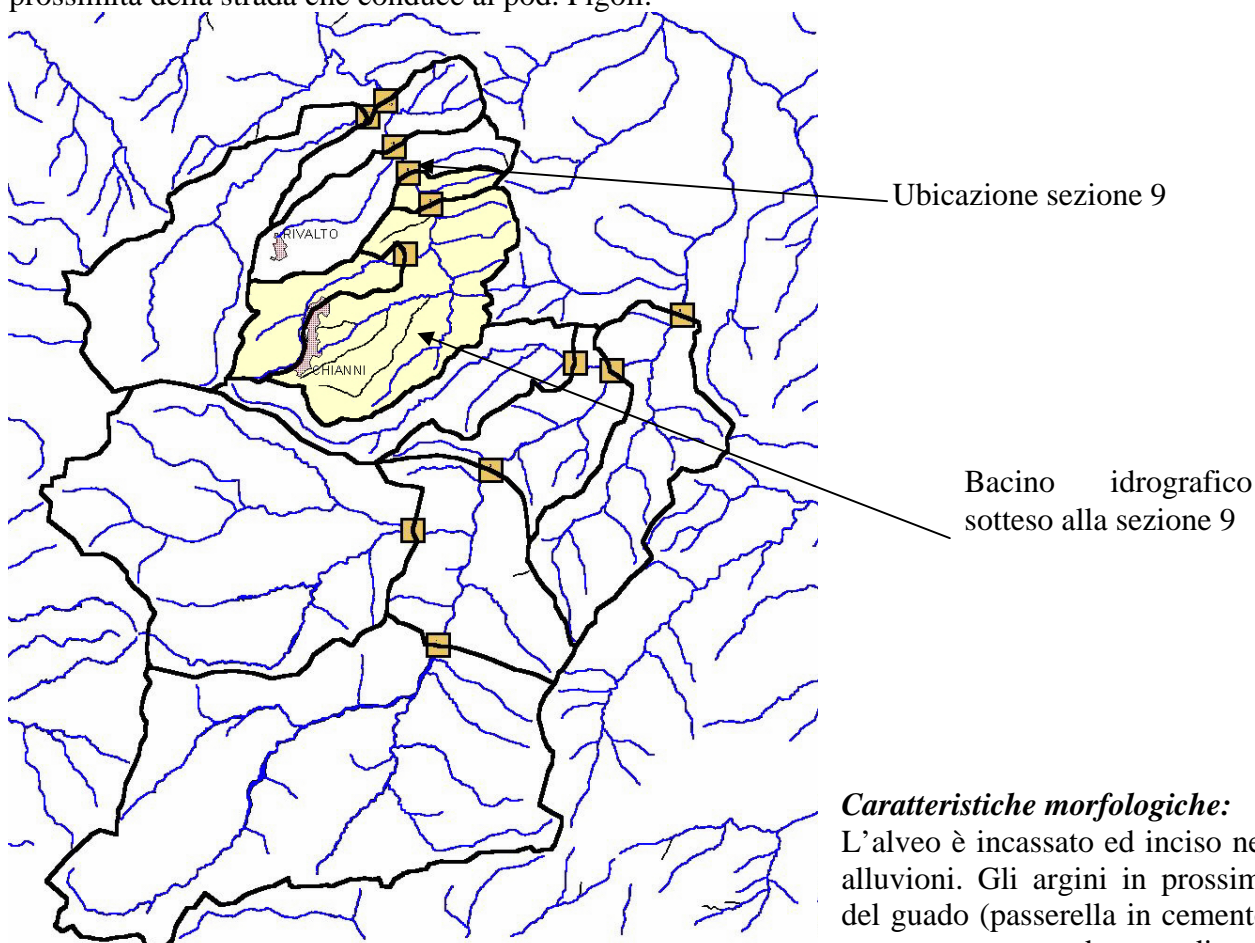
Scheda sezione 9

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
La Fornace – loc. strada per Colliverdi
Bacino: Cascina - Corso d'acqua: torrente Cascina

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione torrentizia esaminata, è ubicata sull'asta del torrente Cascina, in loc. La Fornace, in prossimità della strada che conduce al pod. Pigoli.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è incassato ed inciso nelle alluvioni. Gli argini in prossimità del guado (passerella in cemento e con un tubo disposto

trasversalmente al torrente vedi foto) sono di tipo rialzato e artificiale, mentre allontanandosi dal passaggio, l'alveo è inciso nelle alluvioni con argini naturali. Il tirante idrico massimo utile è di 3.0 m (per l'alveo eccezionale). Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazioni di sezione regolare e grado di sinuosità dell'alveo nullo. Il letto ordinario è modellato a canale trapezoidale, ed è costituito principalmente dalle alluvioni (fini) del torrente. Risulta la presenza di aree allagate in corrispondenza della sezione durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992 (aree allagate in corrispondenza del letto straordinario ed eccezionale). Gli argini, al momento del rilievo sono ricoperti di abbondante vegetazione composta da cespugli ed alberi. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo tot mq	Sez. alveo ord. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Cascina n° 9	10.25	5.38	532	78	n.c.	140	13.6	1.2



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 10.25 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=5.38 \text{ km}$, la quota max. di 532 m e la min. di 78 m. Il tempo di corrivazione risulta essere di **$T_c= 1.55 \text{ ore}$** .

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 9 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.60**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 9 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **$C_d=0.60$** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
34.08 m ³ /s	78.18 m ³ /s	122.61 m ³ /s

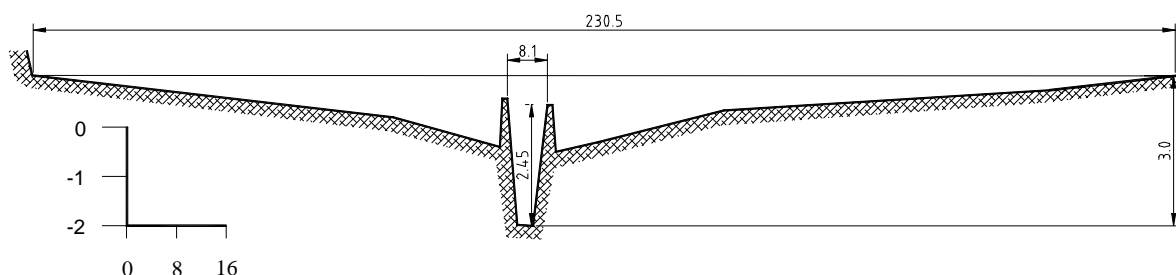
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,43 m	1,20 m	4,10 m
0,86 m	2,91 m	5,30 m
1,29 m	4,93 m	6,41 m
1,71 m	7,26 m	7,54 m
2,14 m	11,00 m	8,90 m
2,57 m	39,00 m	81,60 m
3,00 m	140,00 m	185,00 m

Tab. 4.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto. (Per praticità di rappresentazione la scala orizzontale è 1/4 di quella verticale.)



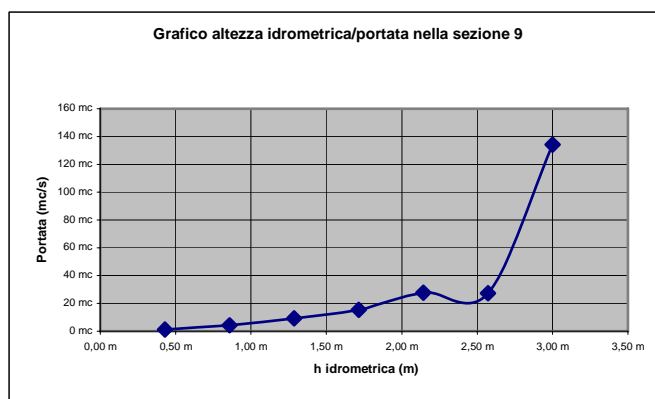
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopradescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo ordinario il valore $n=0.05$, (tirante idrico inferiore a 2.20 m, ossia la profondità del canale) mentre per l'alveo eccezionale si è utilizzato $n=0.095$ con pendenza $i=0.012$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,43 m	1,16 mc/s
0,86 m	4,27 mc/s
1,29 m	9,07 mc/s
1,71 m	15,51 mc/s
2,14 m	27,76 mc/s
2,57 m	27,49 mc/s
3,00 m	134,06 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 9, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario, quest'ultimo essendo stato sfruttato per realizzare campi coltivati e impianti di pioppi, risulta essere "allagato", senza però che si abbia una vera esondazione.

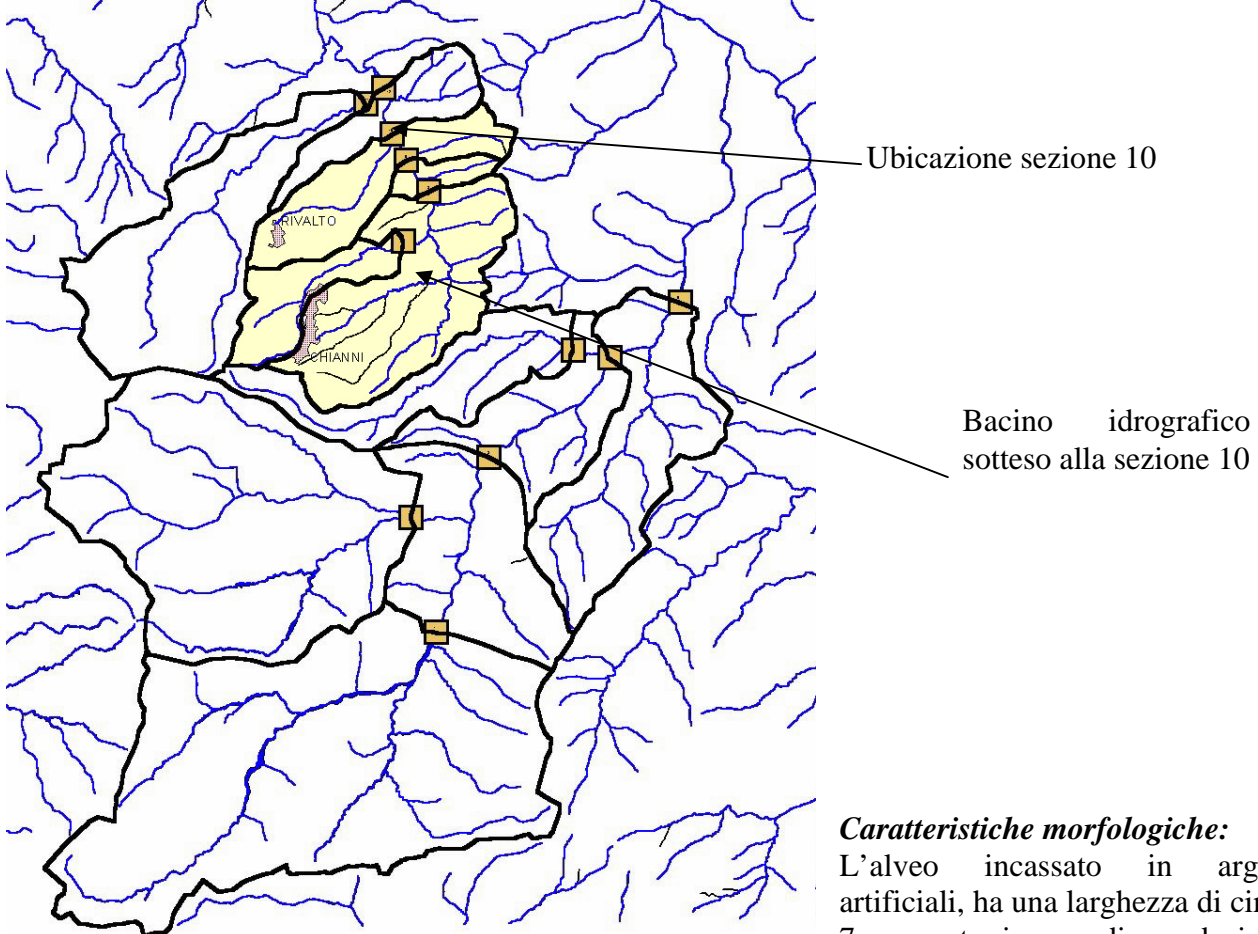
Scheda sezione 10

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Pian della Cascina – loc. strada per le colline di Pigoli
Bacino: Cascina - Corso d'acqua: torrente Cascina

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione fluviale presa in esame è ubicata sull'asta del torrente Cascina, in corrispondenza di un guado che porta dalla strada provinciale della Fornace – Croce del Magno verso le colline di Pigoli.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo incassato in argini artificiali, ha una larghezza di circa 7 m, mentre in caso di esondazione

il terrazzo alluvionale disponibile fino alla base della scarpata della strada provinciale suddetta, ha un'estensione di oltre 200 m. Il tirante idrico massimo utile di 1.10 m nell'alveo incassato e di circa 2.20 m se si considera tutto il terrazzo alluvionale. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta variazione di sezione regolare e modesto grado di sinuosità dell'alveo. Il letto ordinario ha forma regolare, ed è costituito da terreni di riporto scavati in loco. Risulta la presenza di aree allagate in corrispondenza di tutto il terrazzo alluvionale con l'acqua arrivata a lambire il ciglio della strada, durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992. Gli argini, al momento del rilievo sono ricoperti di folta vegetazione. Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. alveo tot mq	Sez. alveo ord. mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Cascina n° 10	13.83	5.86	532	72	n.c.	200	5.8	0.8



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 13.8 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=5.86 \text{ km}$, la quota max. di 532 m e la min. di 72 m . Il tempo di corrivazione risulta essere di **$T_c= 1.71 \text{ ore}$** .

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 10 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.61**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 10 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **$C_d=0.61$** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
43.42 m^3/s	98.94 m^3/s	154.80 m^3/s

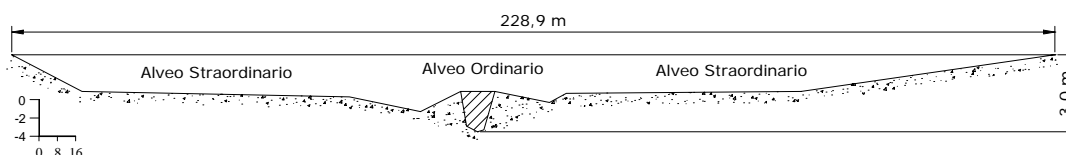
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,43 m	1,27 m	4,48 m
0,86 m	3,26 m	5,65 m
1,29 m	5,60 m	7,82 m
1,71 m	8,26 m	8,02 m
2,14 m	11,25 m	9,15 m
2,57 m	105,00 m	173,00 m
3,00 m	200,00 m	191,00 m

Tab. 4.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto. (Per praticità di rappresentazione la scala orizzontale è 1/4 di quella verticale.)



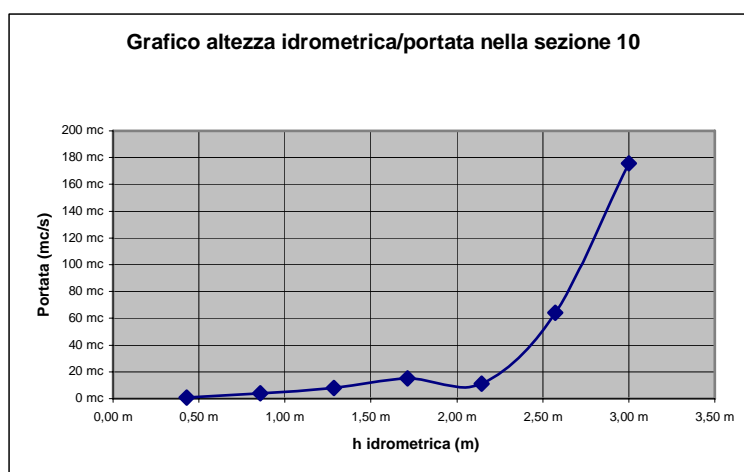
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopradescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo ordinario il valore $n=0.05$, (tirante idrico inferiore a 1.71 m, ossia la profondità del canale) mentre per l'alveo eccezionale si è utilizzato $n=0.105$ con pendenza $i=0.008$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,43 m	0,98 mc/s
0,86 m	4,04 mc/s
1,29 m	8,02 mc/s
1,71 m	15,07 mc/s
2,14 m	11,00 mc/s
2,57 m	64,12 mc/s
3,00 m	175,68 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 10, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo ordinario e straordinario con difficoltà, quest'ultimo essendo stato sfruttato per realizzare campi coltivati e impianti di pioppi, risulta essere "allagato", senza però che si abbia una vera esondazione. Se il deflusso delle portate straordinarie con TR 200 anni in tratti successivi del torrente risulta difficoltoso, si può avere un rallentamento della velocità e quindi della portata smaltibile, con conseguente esondazione del torrente sulla sede stradale della SP n° 42 come già avvenuto nel corso degli eventi del 1991-92.

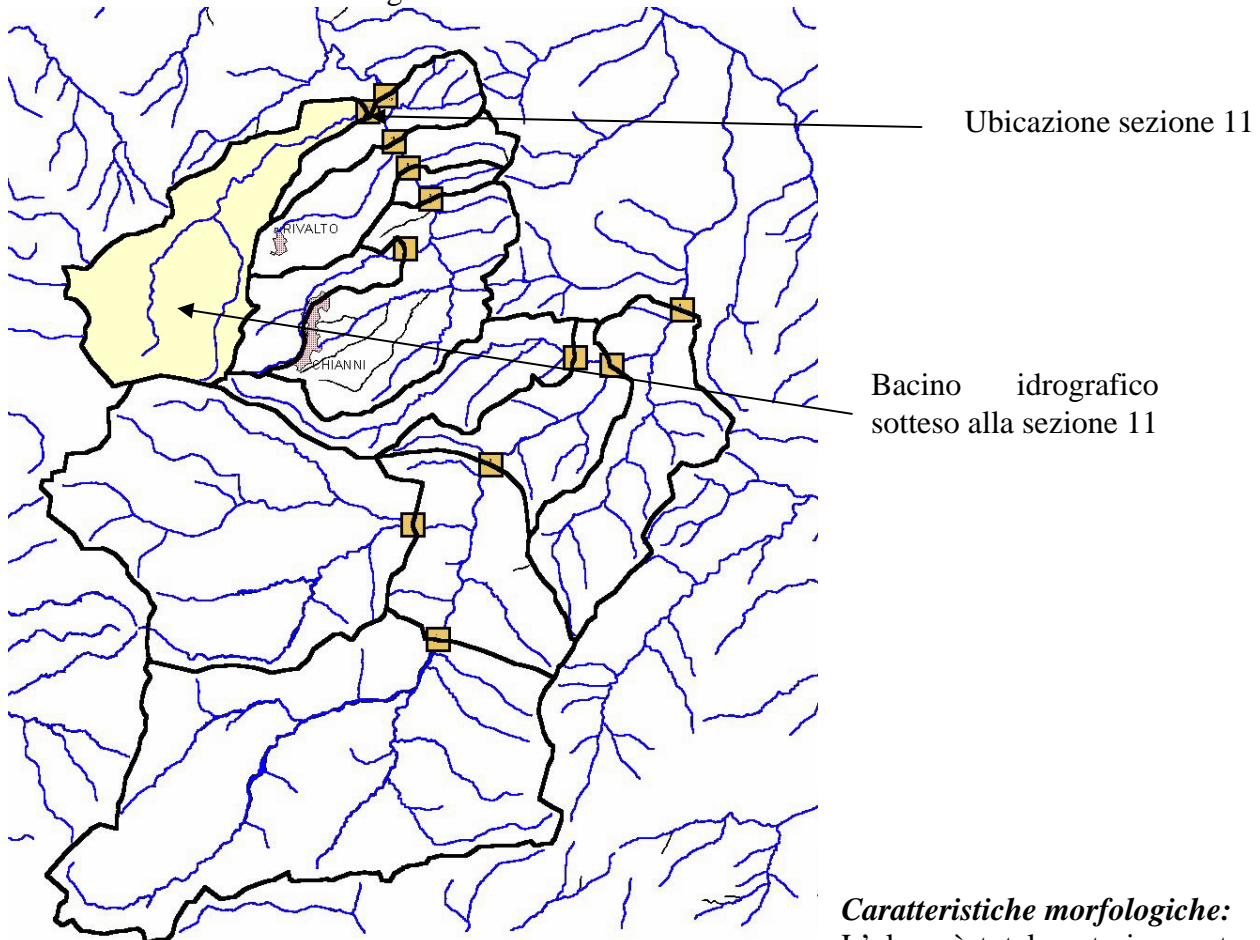
Scheda sezione 11

Sezione alveo fluviale sito nel Comune di Chianni,
Piano del Cascina – loc. Pod. Terroti
Bacino: Cascina - Corso d'acqua: Botro La Fine

1 Evidenze del sopralluogo

Ubicazione:

La sezione fluviale presa in esame è ubicata sull'asta del botro La Fine di fronte al bivio della S.P. 42 verso la loc. Croce del Magno-La Fornace.



Caratteristiche morfologiche:

L'alveo è totalmente incassato nei propri argini, recentemente rialzati ad una altezza superiore a quella del piano campagna del terreno circostante. Nelle vicinanze del punto di osservazione l'asta presenta una sezione regolare e senza alcuna sinuosità nell'alveo (perfettamente rettilineo). Il letto è costituito da alluvioni medie ed è inciso nelle proprie alluvioni. Sono presenti aree allagate durante gli eventi di intensa piovosità degli anni 1991 e 1992, ma successivamente sono stati rialzati gli argini. Le sponde degli argini presentano, al momento del rilievo tracce di vegetazione.

Altre caratteristiche della sezione sono:

Sezione	Area Sottesa (km ²)	Lung. Asta (km)	Quota Max (m)	Quota sez. (m)	H med. Ipsometrica (m)	Sez. Alveo totale mq	Pendenza Longitudinale alveo %
Cascina n° 11	8.29	5.86	576	73	n.c.	28.90	2.27



.2 Valutazione della scala delle portate

.2.1 Calcolo altezza ipsometrica

Non è stata eseguita, non essendo utilizzata nella formula di Kirpich/Ramser

.2.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato calcolato applicando la formula di Kirpich/Ramser, essendo la Superficie scolante relativa alla sezione di chiusura $A= 8.29 \text{ km}^2$, la lunghezza dell'asta principale $L=5.86 \text{ km}$, la quota max. di 576 m e la min. di 73 m . Il tempo di corrivazione risulta essere di **$T_c= 1.65 \text{ ore}$** .

.2.3 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso risultante dall'analisi del territorio (confronto fra il modello digitale del suolo, permeabilità dei terreni e loro uso) a monte della sezione 11 e utilizzato per il calcolo della sezione è di **0.61**. Tale valore è stato definito in base all'uso del suolo e alle condizioni di acclività presenti all'interno dell'area alla sezione 11 .

.2.4 Calcolo delle Q massime con tempo di ritorno di 2, 20 e 200 anni con la formula del Giandotti

In base al metodo di regolarizzazione di Fuller Coutagne applicato ai dati di ottenuti dalla stazione pluviometrica di Casciana Terme, si ricavano le piovosità massime di dato tempo di ritorno $T = 2, 20$ e 200 anni in funzione del Tempo di Corrivazione al punto .2.2 e del coefficiente di deflusso **$C_d=0.61$** della sezione in esame, applicando il metodo della formula razionale si ottengono i seguenti valori delle portate max ai tempi di ritorno di 2, 20, 200 anni:

Tr = 2 anni	Tr = 20 anni	Tr = 200 anni
26.79 m^3/s	61.18 m^3/s	95.81 m^3/s

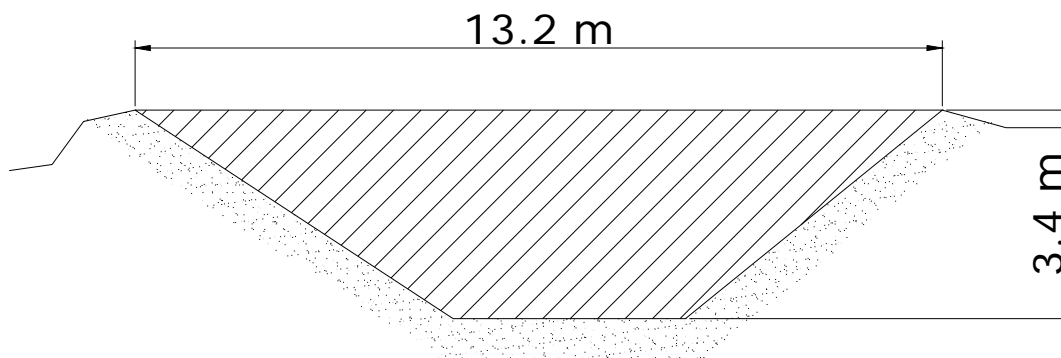
.3 Verifica della portata massima smaltibile dalla sezione

Il rilievo della sezione dell'attraversamento per il calcolo delle relazioni geometriche $A(h)$ e $R(h)$ ha fornito i seguenti risultati:

Tirante idrico H [m]	Area A [m ²]	Perimetro bagnato R [m]
0,49 m	2,17 m	5,45 m
0,97 m	4,99 m	7,20 m
1,46 m	8,47 m	8,80 m
1,94 m	12,60 m	10,40 m
2,43 m	17,40 m	12,10 m
2,91 m	22,81 m	13,76 m
3,40 m	28,90 m	15,40 m

Tab. 4.1 – Scale geometriche $A(h)$ e $R(h)$ della sezione fluviale

La figura seguente riporta con vista da monte le dimensioni della sezione trasversale in oggetto.



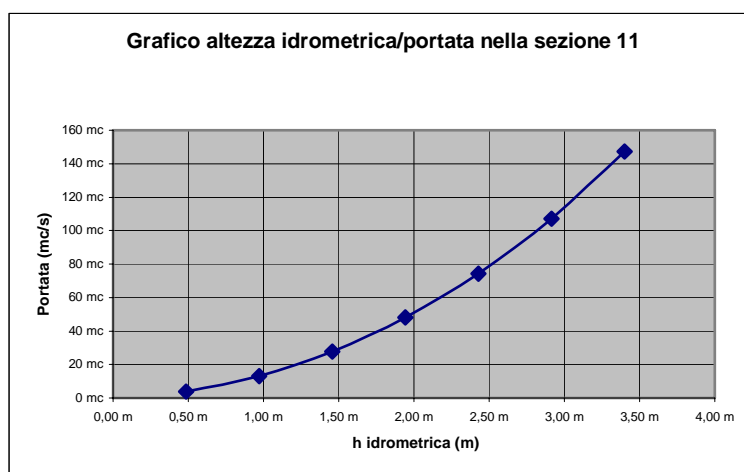
Sezione trasversale dell'alveo

In base alle caratteristiche dell'asta e dell'alveo sopredescritte, come coefficiente di scabrezza da utilizzare nella relazione di Chezy-Manning si è assunto per l'alveo del canale trapezoidale, il valore $n=0.045$, con pendenza $i=0.0227$.

Il calcolo della scala di deflusso della sezione ha fornito i seguenti valori:

Tirante idrico h [m]	Portata Q [m ³ /s]
0,49 m	3,93 mc/s
0,97 m	13,09 mc/s
1,46 m	27,66 mc/s
1,94 m	47,97 mc/s
2,43 m	74,27 mc/s
2,91 m	107,03 mc/s
3,40 m	147,30 mc/s

Tab. 4.2 – Scala delle portate sezione



Come si può vedere dai valori della scala delle portate di deflusso relative alla sezione 11, le portate con tempi di ritorno di 20 e 200 anni sono smaltite nell'alveo del canale in prossimità della sezione considerata.

6 – Conclusioni

L'analisi delle sezioni fluviali e torrentizie effettuata nel comune di Chianti, hanno messo in evidenza per i due bacini idrografici studiati, diverse condizioni di pericolosità; infatti, se non esistono pericoli di esondazione lungo l'asta del torrente Sterza e dei suoi affluenti maggiori, questa condizione viene riscontrata lungo l'asta del torrente Cascina. In particolare in 2 sezioni delle 3 controllate, si possono avere fenomeni di esondazione nelle aree circostanti il corso d'acqua, a causa dell'esigua sezione disponibile per smaltire il volume d'acqua negli eventi meteo con tempo di ritorno superiore a 2 anni (i dati concordano con le aree allagate nel corso degli eventi



eccezionali del 1992). Il torrente Cascina, scorre in un canale con arginatura artificiale, scarsamente mantenuto e con la presenza di grossi alberi e abbondantissima presenza di vegetazione sugli argini. Sono inoltre presenti opere di servizio assai discutibili, come in corrispondenza della sezione 9, dove un grosso tubo in ferro (acquedotto?) attraversa la sezione torrentizia a circa 1.5 m da terra,

generando un possibile ostacolo e punto di accumulo in caso di un'ondata di piena con trasporto di materiale vegetale. Nel caso del torrente Sterza, si evince come l'ampio alveo di piena ordinaria e straordinaria, permetta di non inserire in classi ad elevato rischio idraulico, parti di territorio caratterizzate da manufatti o insediamenti rurali (comunque costruite quasi sempre oltre due m sopra agli argini). Quanto detto sopra però deve essere però oggetto di un preciso distinguo: l'assenza di manutenzione ordinaria degli argini e dell'alveo dei torrenti, potrà nel futuro assumere un aspetto peggiorativo, portando in caso di eventi meteo eccezionali, al restringimento delle sezioni di deflusso e di conseguenza, ad esondazioni in aree **attualmente** a basso rischio. In entrambi i casi, ma soprattutto nel caso del torrente Cascina, la riduzione del rischio idraulico, può essere raggiunto solo con una corretta gestione del territorio, la periodica manutenzione degli argini e soprattutto con la risagomatura dell'alveo, fino a permettere il normale smaltimento di piene con portate di almeno $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (portata con TR 20 anni).

Non è stato preso in considerazione il ponte sulla S.P. per Terricciola, poiché l'acqua a monte di questa opera, esonda indipendentemente dalla sua presenza.

Chianni 15/12/2003