

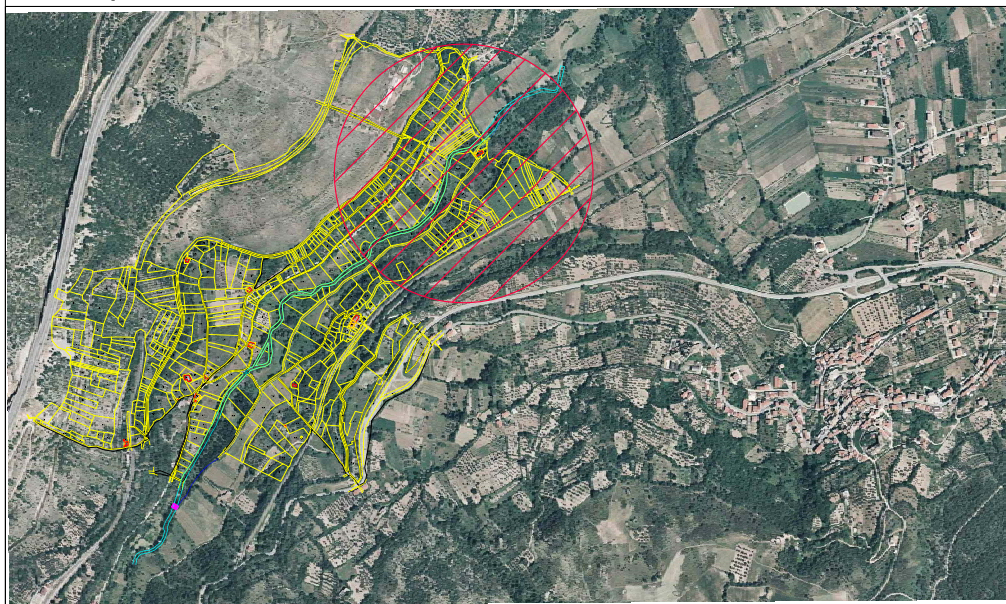
Comune di BUGNARA (L'AQUILA)



OGGETTO: VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA

Progetto definitivo per la realizzazione di piccolo impianto idroelettrico nel Comune di Bugnara (AQ), con recupero di infrastruttura tecnologica esistente: mulino ad acqua di proprietà del Comune denominato "Capaldo".

- Regio Decreto n. 1775 del 11/12/1933 - "Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici"
- D. Lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i. - ALLEGATO IV parte 2, punto 2, lettera m): Verifica di assoggettabilità a VIA per "impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza nominale di concessione superiore a 100 kW e, per i soli impianti idroelettrici che rientrano nella casistica di cui all'articolo 166 del decreto legislativo n. 152 del 2006 ed all'articolo 4, punto 3.b, lettera i), del decreto del Ministro dello sviluppo economico in data 6 luglio 2012, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 159 del 2012, con potenza nominale di concessione superiore a 250 kW;"
- Decreto Presidente Giunta Regione Abruzzo n. 3/REG del 2007 - "Regolamento: Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica, di riutilizzo delle acque reflue e di ricerche di acque sotterranee"
- Legge Regione Abruzzo n. 19 del 16/07/2013 - "Modifiche e integrazioni alla legge regionale 7 giugno 1996, n. 36 (Adeguamento funzionale, riordino e norme per il risanamento dei Consorzi di Bonifica) e altre disposizioni normative" art. 5 comma 1, lettere a) e b).



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA



Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila N. 2324
Via Cornacchiola n. 12/A - 67039 SULMONA (AQ)
Cod. Fisc.: SNTMRA81L14L186X - P. Iva: 01767120668
Tel. e Fax: 0864-950460 - mob.: 347-8324232
email: mariosantini3@virgilio.it - mario.santini2@ingpec.eu



VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA - PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO IDROELETTRICO CON RECUPERO DI MULINO AD ACQUA

ELABORATO TECNICO "RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IDROLOGICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA"

SCALA

-

DATA	SPAZIO PER UFFICIO	REVISIONI	TAVOLA N.
31/10/2013		N. 0 DEL 30/10/2013	ET12

LE COPIE NON FIRMATE E TIMBRATE SONO DA CONSIDERARSI BOZZE DI PROGETTO E COME TALI PROVVISORIE

I Diritti di memorizzazione elettronica, di riproduzione e adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo degli elaborati grafici (compreso riprese fotografiche, microfilm e copie fotografiche) sono riservati. Nessuna parte di questi elaborati può essere riprodotta, diffusa o rielaborata, senza l'autorizzazione scritta del Committente e dell'ing. Mario Santini, proprietari dell'opera.

Relazione Tecnica Specialistica Idrologica ed Idraulica

Introduzione

La presente relazione riguarda l'aspetto idrologico ed idraulico dell'intervento di progetto, un impianto idroelettrico, che, in relazione alla particolare tipologia dell'opera, rappresenta l'unico aspetto da trattarsi specialisticamente.

Nella presente relazione viene esaminata e valutata in modo esaustivo:

a)- L'analisi statistica idrologica del bacino in esame del fiume Sagittario, al fine di dimostrare la disponibilità di acqua da utilizzare a scopo idroelettrico;

Nella presente analisi idrologica del bacino in cui verranno ubicati i due piccoli impianti idroelettrici, posti in serie senza alcun pregiudizio di carattere ambientale relativo alla captazione di una portata maggiore di quella disponibile, si è proceduto alla valutazione delle portate disponibili in alveo mediante vari metodi di analisi, in modo particolare attraverso la quantificazione dei dati pluviometrici ed all'adozione di un modello di trasformazione afflussi – deflussi, pertanto facendo uso di un'analisi indiretta; attraverso un'analisi diretta delle misure di portata riscontrate nelle stazioni idrometriche del bacino del Sagittario, facendo successivamente un'analisi statistica sulla disponibilità media in termini di portata o deflusso pari a non meno di un quinquennio per una corretta utilizzazione a scopo idroelettrico; attraverso dati ufficiali disponibili dell'ENEL e del Consorzio di Bonifica Interno Aterno – Sagittario, in relazione agli altri usi della risorsa idrica preesistenti.

1. PLUVIOMETRIA

1.1 Stazioni Pluviometriche

La morfologia ambientale del comprensorio oggetto dello studio, caratterizzata da valli strette racchiuse tra i monti della Marsica e le montagne del Morrone, con cime che superano i 2000 m s.l.m. sul fondo valle posto a circa 300-400 m s.l.m. influenza in modo sensibile le manifestazioni meteorologiche. Si è infatti in presenza di un tipico esempio di “microclima” che può essere caratterizzato solo per mezzo di dati pluviometrici rilevati direttamente nel territorio.

A tal fine sono state considerate esclusivamente stazioni pluviometriche ubicate nelle vallate oggetto dello studio. Si precisa che il regime pluviometrico del bacino in esame è del tipo sublitoraneo appenninico con massimi relativi nel periodo primaverile (massimo più basso) e autunnale (massimo assoluto).

Le caratteristiche delle stesse sono riportate nella tabella n. 1

Tabella n. 1			
Caratteristiche delle stazioni pluviometriche			
Stazione	Quota m s.m.	Anni di osservazione	Bacino
SULMONA	420	29	GIZIO-VELLA
BAGNATURO	342	29	SAGITTARIO
POPOLI	260	37	ATERO
COCULLO	895	28	SAGITTARIO
SCANNO	1030	36	SAGITTARIO

1.2 Elaborazioni statiche

Considerando le precipitazioni quali manifestazioni di fenomeni a variabilità casuale, alle intensità raggiunte dalle stesse, per dati valori di durata, possono essere applicati i metodi che discendono dal calcolo delle probabilità. Questo consente di pervenire alla stima dell'altezza di pioggia che per data durata può essere raggiunta o superata in media una volta in un prefisso intervallo di tempo T. Il valore T è detto tempo di ritorno ed il suo reciproco è la probabilità che ha l'evento di essere eguagliato o superato una volta in un anno. A tal fine, per ciascuna durata, i campioni costituiti dalle altezze di pioggia sono stati graduati in ordine decrescente ed a ciascun termine è stato associato l'inverso della frequenza che può essere assunto pari al tempo di ritorno.

Nella tabella 2-3-5-6 sono riportati per ogni stazione, oltre ai valori più elevati delle seriazioni anche i relativi tempi di ritorno (T).

Le coppie di valori così ottenute riportate su opportuni cartogrammi probabilistici sono state interpolate con funzioni di ripartizione.

Nel campo idrologico, con specifico riferimento ad indagini su campioni costituiti di valori massimi annuali, trova vasta applicazione la funzione di ripartizione di Gumbel

$$-e^{-y}$$

$$P = e^{-y}$$

ove P è la probabilità di non superamento dell'evento e y, variabile ridotta, è funzione della dimensione, della media e dello scarto quadratico medio del campione.

Esplicitando la variabile y ed esprimendo la probabilità come tempo di ritorno si ottiene:

$$h = x_o - \frac{1}{a} \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

$$x_o = \bar{h} - \frac{m}{a}$$

$$\frac{1}{a} = n \sigma$$

in queste \bar{h} è la media del campione

σ è lo scarto quadratico medio del campione m ed n sono parametri della legge di Gumbel

Tabella n. 2

Seriazione in ordine decrescente delle massima precipitazioni registrate nella Stazione di Sulmona.

Durata delle precipitazioni						T = (N+1)/n Anni	T=N/(n-0,5) Anni
Altezza di precipitazione in mm	1 ora	2 ore	6 ore	12 ore	24 ore		
	30.4	51.0	70.0	89.2	116.4	30	58
	26.8	33.8	44.0	63.2	95.6	15	10.33
	24.6	32.2	41.2	59.2	83.8	10	11.60
	21.6	31.6	41.2	57.6	75.4	7.50	8.29
	20.8	31.4	40.0	53.0	71.4	6	6.44
	20.6	28.8	38.0	50.8	68.4	5	5.27
	18.6	27.4	32.8	48.4	63.4	4.29	4.46
	18.6	26.2	32.4	48.2	54.4	3.75	3.87
	18.4	26.0	32.2	43.6	57.0	3.33	3.41
	18.2	25.4	31.6	41.6	51.2	3.00	3.05
	17.6	25.0	30.4	39.8	50.0	2.73	2.76
	17.0	24.0	30.0	38.0	44.6	2.50	2.52
	17.0	23.6	28.0	35.4	44.0	2.31	2.32
	16.8	23.0	26.4	34.4	43.6	2.14	2.15
	15.0	21.6	26.4	33.4	43.0	2.00	2.00
	14.8	21.2	25.8	33.2	39.8	1.88	1.87
	14.6	20.6	25.2	32.2	39.2	1.76	1.76

	14.0	20.0	25.0	32.2	38.6	1.67	1.66
	13.4	19.8	24.9	32.0	38.4	1.58	1.57
	12.6	18.6	24.2	31.6	38.2	1.50	1.49

Tabella n. 3

Seriazione in ordine decrescente delle massima precipitazioni registrate nella Stazione di Bagnaturo.

Durata delle precipitazioni						T= (N+1)/n
Altezza di precipitazione in mm	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Anni
	47.8	69.6	91.4	125.4	160.0	30
	43.0	66.0	81.0	115.8	146.6	15
	26.0	66.0	78.8	111.0	133.0	10
	25.6	61.2	74.4	110.6	128.4	7.50
	24.0	47.0	70.0	91.4	113.0	6
	23.8	41.0	67.4	91.2	112.2	5
	23.0	41.0	67.0	82.0	107.0	4.29
	22.0	36.2	61.2	78.2	105.4	3.75
	21.4	36.0	60.6	77.8	102.0	3.33
	20.0	36.0	53.2	74.8	100.8	3.00
	19.6	35.0	52.0	68.4	98.9	2.73
	19.2	35.0	50.4	57.2	85.2	2.50
	18.0	34.0	46.0	66.6	84.4	2.31
	17.8	32.2	44.8	66.6	83.6	2.14
	17.6	31.8	44.0	61.2	82.8	2.00
	17.0	30.0	42.4	60.0	77.4	1.88
	17.0	28.8	42.0	59.4	75.0	1.76

	15.4	27.2	41.0	59.0	74.8	1.67
	15.4	27.0	40.0	58.8	67.6	1.58
	15.2	27.0	39.4	56.8	65.8	1.50

Tabella n. 4

Seriazione in ordine decrescente delle massima precipitazioni registrate nella Stazione di Popoli (1).

Durata delle precipitazioni						T= N/(n-0,5)
Altezza di precipitazione in mm	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Anni
	54.0	71.6	77.8	133.0	237.4	74
	42.2	53.0	77.0	120.0	190.4	24.67
	36.4	46.8	64.5	97.4	140.0	15.20
	29.6	45.8	57.4	87.0	117.6	10.86
	27.6	43.8	57.2	86.0	117.4	8.44
	26.0	41.8	57.2	85.0	116.4	6.91
	26.0	39.8	57.0	85.0	110.6	5.85
	26.0	38.4	54.2	82.6	104.4	5.07
	25.6	37.8	54.0	79.0	102.2	4.47
	25.4	37.4	53.6	78.6	99.0	4.00
	24.6	36.0	53.0	75.8	92.6	3.62
	24.4	33.0	48.0	75.0	92.2	2.30
	24.2	32.4	46.2	74.2	92.2	3.04
	23.2	32.2	45.8	74.0	90.8	2.81
	23.2	32.0	45.2	73.8	89.2	2.62
	23.0	29.5	45.0	66.8	86.8	2.45
	22.8	28.4	44.6	63.2	83.2	2.30
	20.6	28.0	43.6	63.2	81.2	2.17

	20.0	28.0	43.2	62.4	80.0	2.05
	19.4	27.4	41.2	61.2	78.0	1.97

(1) Nella tabella non è riportato l'evento di I° caso critico i cui valori (60,101,171,182,240) di molto superiori a quello del 2° caso critico, alternando in modo sensibile la distribuzione campionaria. Trattasi di evento a carattere eccezionale con tempo effettivo di ritorno molto superiore a quello rilevato.

Tabella n. 5

Seriazione in ordine decrescente delle massima precipitazioni registrate nella Stazione di Cocullo.

Durata delle precipitazioni						$T=(N+1)/n$
Altezza di precipitazione in mm	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Anni
	39.8	50.4	58.2	66.8	102.4	29
	36.6	49.0	54.0	64.8	83.0	14.5
	32.2	47.2	49.0	64.2	80.6	9.7
	28.6	40.0	44.4	63.2	79.6	7.25
	27.0	38.8	43.2	56.6	76.2	5.8
	24.6	36.4	39.4	56.0	74.6	4.83
	24.0	35.4	39.0	55.6	74.2	4.14
	21.8	34.6	37.2	54.2	73.8	3.63
	21.4	32.6	37.0	49.0	69.0	3.22
	20.6	31	36.4	48.0	43.0	2.9
	19.8	30.4	35.6	46.0	61.6	2.64
	19.6	30	32.4	44.8	60.4	2.42
	19.6	27.2	32.0	44.4	60.0	2.23
	18.2	26.8	31.6	44.4	57.4	2.07
	17.2	25	31.6	44.4	54.4	1.93

Tabella n. 6

Seriazione in ordine decrescente delle massima precipitazioni registrate nella Stazione di Scanno.

Durata delle precipitazioni						$T=(N+1)/n$
Altezza di precipitazione in mm	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Anni
	36.4	53.4	69.0	93.6	110.2	37
	33.8	45.8	63.2	91.8	106.2	18.5
	30.4	42.8	58.2	79.8	106.0	12.33
	30.0	41.8	58.0	74.0	102.2	9.25
	29.2	41.0	51.4	73.6	99	7.40
	27.8	40.0	48.0	67.8	93.4	6.17
	25.4	37.0	47.6	67.4	89.6	5.29
	25.2	35.8	47.0	67.0	84.0	4.62
	25.0	35.6	45.8	66.8	83.2	4.11
	25.0	33.8	45.0	66.0	82.2	3.7
	24.6	33.2	44.6	59.6	81.4	3.36
	23.8	33.2	42.8	59.4	80.8	3.08
	22.2	32.8	41.4	59.2	80.6	2.85
	21.8	31.4	41.4	56.0	79.2	2.64
	21.6	31.4	40.6	54.8	76.4	2.47
	21.0	31.0	40.0	54.0	72.0	2.31
	21.0	31.0	39.6	53.4	68.2	2.18
	20.80	28.6	39.6	53.0	66.2	2.06

	19.0	28.2	38.6	49.6	66.0	1.95
	18.6	28.0	37.2	49.4	65.4	1.85

Nella tabella 7 sono stati riportati i valori medi \bar{h} e gli scarti quadratici medi σ relativi ad eventi di durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Tabella n. 7

Indici statistici relativi alle serie storiche delle altezze di precipitazioni di breve durata e notevole intensità

Stazione	Durata ore	\bar{h} mm	σ mm	Numero dati
SULMONA	1	15.84	5.73	29
	3	23.20	7.91	29
	6	29.35	10.95	29
	12	39.11	14.92	29
	24	50.00	21.74	29
BAGNATURO	1	19.67	8.23	29
	3	34.88	14.34	29
	6	49.50	17.97	29
	12	69.96	25.20	29
	24	85.00	32.09	29
POPOLI	1	21.56	9.73	36
	3	31.64	11.57	37
	6	44.11	14.40	36
	12	63.85	24.48	37
	24	88.01	41.18	37
COCULLO	1	19.61	7.62	28
	3	28.52	9.93	28
	6	32.21	9.19	28
	12	45.71	10.88	28

	24	60.1	15.88	28
SCANNO	1	20.37	6.74	36
	3	30.07	8.46	36
	6	40.03	10.74	36
	12	54.47	15.49	36
	24	71.63	18.42	36

Se si riportassero su cartogramma di Gumbel le funzioni di ripartizione ed i dati di pioggia relativi a ciascuna durata, si noterebbe, nella generalità dei casi, una distribuzione dei punti sufficientemente stretta intorno alla funzione di ripartizione.

L'acquisizione delle leggi probabilistiche che correlano i valori delle altezze di precipitazione alla corrispondente frequenza o tempo di ritorno consente per i prefissati valori di questi ultimi di dedurre i primi.

Nella tabella n. 8 sono riportati, sempre per le differenti durate, i valori delle altezze di pioggia per tempi di ritorno pari a 10, 50 e 200 anni.

Tabella n. 8

Valori delle altezze di precipitazione in funzione della durata della pioggia e del tempo di ritorno.

Stazione	Durata della Precipitazione	Altezza di pioggia in mm per tempo di ritorno pari a :		
		10 anni	50 anni	200 anni
SULMONA	1	24.70	33.25	40.47
	3	35.44	47.26	57.24
	6	46.29	62.66	76.47
	12	62.20	84.50	103.31
	24	83.64	116.12	143.54
BAGNATURO	1	32.42	44.72	55.10
	3	57.08	78.52	96.61
	6	77.31	104.16	126.83
	12	106.97	144.64	176.44
	24	134.67	182.63	223.11
POPOLI	1	36.27	50.63	62.46
	3	49.13	66.21	80.30
	6	65.88	87.13	104.66
	12	100.85	136.98	166.76
	24	150.25	211.02	261.11
	1	31.50	42.94	52.60
	3	44.03	58.96	71.60

COCULLO	6	49.55	63.36	75.01
	12	62.69	79.04	92.84
	24	84.89	108.75	128.89
SCANNO	1	30.51	40.31	48.57
	3	42.79	55.08	65.45
	6	56.20	71.80	84.98
	12	77.78	100.29	119.29
	24	99.36	126.13	148.73

1.3 Curve di possibilità climatica

La conoscenza dei valori delle altezze di pioggia di differente durata per assegnati valori del tempo di ritorno consente di determinare le cosiddette curve di possibilità climatica “probabilistiche”.

Sono stati riportati su diagramma bilogaritmico, con in ascisse le durate ed in ordinate le altezze di pioggia, i valori ricavati dalla tab. n. 8. Eseguendo un’interpolazione con legge di tipo esponenziale monomia $h = a \cdot t^n$ si ottengono le seguenti espressioni delle curve di possibilità climatica.

Stazione pluviometrica di Sulmona

Tempo di ritorno

Curve di possibilità climatica

10	$h = 25 t^{0,378}$
50	$h = 33 t^{0,378}$
200	$h = 42 t^{0,378}$

Stazione pluviometrica di Bagnaturo

Tempo di ritorno

Curve di possibilità climatica

10	$h = 32 t^{0,451}$
50	$h = 45 t^{0,451}$
200	$h = 55 t^{0,451}$

Stazione pluviometrica di Popoli

Tempo di ritorno	Curve di possibilità climatica
10	$h = 35 t^{0,458}$
50	$h = 50 t^{0,458}$
200	$h = 62 t^{0,458}$

Stazione pluviometrica di Cocullo

Tempo di ritorno	Curve di possibilità climatica
10	$h = 32 t^{0,31}$
50	$h = 43 t^{0,31}$
200	$h = 50 t^{0,31}$

Stazione pluviometrica di Scanno

Tempo di ritorno	Curve di possibilità climatica
10	$h = 30 t^{0,379}$
50	$h = 39 t^{0,379}$
200	$h = 46 t^{0,379}$

In modo analogo possono ottenersi le curve per i valori del tempo di ritorno differenti da quelli sopra indicati, qualora se ne presenti la necessità.

Nel territorio in esame sembra opportuno utilizzare le curve di possibilità climatica di Cocullo in quanto più vicina alla sezione del fiume interessata dall'opera, in considerazione del carattere puntuale accettabile dovuto alla piccola estensione del bacino ed alla vicinanza con le opere di captazione della portata di progetto.

Il tempo di ritorno per valutare un deflusso utilizzabile del fiume a scopo idroelettrico è stato posto pari a dieci anni, pertanto si farà riferimento alla curva con tempo di ritorno pari a tale periodo temporale di 10 anni, $h = 32 t^{0,31}$

In definitiva la legge, da utilizzare nella zona in esame, che lega l'altezza di precipitazione al tempo di ritorno (T), è espressa da:

$$h = [16 - 8.6 \lg (- \lg (T-1)/T)]$$

1.4 Modello di trasformazione afflussi - deflussi

Si è scelto come modello di trasformazione quello dell'invaso lineare avendo le caratteristiche morfologiche del bacino oggetto di studio.

La superficie del bacino considerata è pari a circa 500 kmq.

0,24	0,48	0,72	0,96	23,04	691,2	t in h	
14,7772398	18,31946	20,77308	22,71077	60,82714	174,5842	h altezza di pioggia in mm	

ietogramma di pioggia relativo al Bacino del Sagittario

$$h=32 \cdot t^{0,31}$$

$$q_k = p_k (1 - e^{-(t-t_0)/k}) + q_{k-1} \cdot e^{-(t-t_0)/k}$$

in relazione all'integrale di convoluzione suddetto è possibile trasformare gli afflussi meteorici in deflussi superficiali prendendo in considerazione le caratteristiche del bacino, quali superficie e permeabilità.

Riportando le elaborazioni eseguite si ottiene per lo ietogramma sopra riportato l'idrogramma di piena conseguente con i relativi valori di portata di deflusso superficiale. In modo particolare per durate di 15, 30, 45, 60, 1440, 43200 minuti:

$$q(15) = 0,66 \text{ mc/s;}$$

$$q(30) = 1,75 \text{ mc/s;}$$

$$q(45) = 2,83 \text{ mc/s;}$$

$$q(60) = 3,12 \text{ mc/s;}$$

$$q(1440) = 3,98 \text{ mc/s; PORTATA GIORNALIERA CON PIOGGIA CON T DI RITORNO PARI A 10 ANNI}$$

$$q(43200) = 4,69 \text{ mc/s PORTATA MENSILE SOLLECITATA DALLA PIOGGIA CON TEMPO DI RITORNO PARI A 10 ANNI}$$

2- IDROMETRIA

2.1 Premesse – Caratteristiche idrologiche del bacino Aterno – Sagittario

Da un punto di vista strettamente idrologico, al fine di realizzare un'analisi rigorosa delle portate critiche che interessano la zona in esame, è necessario estendere lo studio all'intero bacino del Sagittario, trasportando le analisi e le valutazioni effettuate sull'intero bacino, nel tratto oggetto della presente indagine.

In particolare, il fiume Sagittario riceve vari apporti superficiali relativi alla sorgente di Cavuto e al Rio di Pezzana, in sinistra idraulica, subito a valle di Sulmona il Fiume Vella si immette nel Fiume Gizio che a sua volta, dopo circa 2 km confluisce nel Sagittario stesso. Quest'ultimo percorre tutta la piana di Sulmona, superando l'abitato di Pratola Peligna, dopo circa 7 Km, si immette nel Fiume Aterno.

Dei corsi d'acqua nominati il Sagittario e l'Aterno risultano attualmente i recapiti finali delle reti di dreno delle acque zenitali che interessano sia direttamente che indirettamente il territorio della Valle Peligna.

Prima di riassumere qui appresso i dati raccolti e le conclusioni a cui può giungersi attraverso indagini diverse, rilievi e calcoli idrografici, si espongono le principali caratteristiche del bacino del corso d'acqua in esame, ricavate ,in larga parte ,da una relazione redatta dal Servizio Idrografico.

Per una migliore comprensione di quanto segue, è bene tenere presente la distinzione dei terreni permeabili dagli impermeabili e la localizzazione delle sorgenti ricadenti nel bacino.

Il Sagittario, fino alla confluenza con l'Aterno, ha un bacino di kmq 617 (compreso quello del lago di Scanno: kmq 101) con altitudine media di m. 1005 s.l.m.

In esso le rocce impermeabili hanno limitate estensioni e sono costituite principalmente dagli scisti argillosi del miocene che si trovano di fronte ad Anversa degli Abruzzi.

Le arenarie del Monte Rotella e del Guado di S. Leonardo e qualche interclusione di conglomerati calcarei sabbiosi che si trovano lungo il Tasso sono le rocce permeabili e permeabilissime che costituiscono, assieme a quelle del Lias che si trovano a Monte Genzana e del cretaceo e dell'Eocene inferiore, il rimanente territorio del bacino. La piana di Sulmona è occupata da quaternario antico e recente di forma di alluvione e depositi detritici, in quanto presente in era geologica un bacino lacuale.

I terreni permeabilissimi e permeabili occupano il 93% della superficie totale del bacino e quelli da impermeabili a poco permeabili soltanto il 7%.

Nei riguardi delle piene si deve tenere presente che il lago di Scanno, ricadente nella parte più alta del bacino non lascia sfiorare e defluire nel Sagittario che limitati quantitativi d'acqua, attraverso laghetti intermedi, in periodi eccezionalmente piovosi.

Le acque del bacino fino al lago di Scanno riemergono in linea generale a valle del lago sotto forma di sorgenti, fortemente regolarizzate per il percorso sotterraneo.

Solo nella piana di Sulmona, a valle della stazione ferroviaria omonima, il Sagittario riceve un certo apporto dal Gizio che a sua volta raccoglie le acque del Vella, ma questi corsi d'acqua non sono soggetti a forti piene in relazione alla suddetta permeabilità dei terreni ed al regime pluviometrico dominante.

Al di sotto dell'abitato di Roccacasale, ove il Sagittario già corre arginato, vi confluisce il torrente Velletta, che è l'ultimo suo affluente destro degno di menzione.

In definitiva si può tranquillamente affermare che sino alla confluenza del Sagittario con il fiume Aterno, le portate possono raggiungere valori anche elevati, ma comunque degni di rilievo, poiché il fiume con i suoi 617 Km² di bacino imbrifero, nonostante la forte permeabilità dei terreni, presenta un deflusso superficiale abbastanza omogeneo e costante nel tempo così come rilevato nelle varie stazioni idrometriche di misura.

2.2 Stazioni idrometrografiche

E' possibile pervenire direttamente alla conoscenza dei caratteri idrologici dei corsi d'acqua risultando gli stessi dotati di stazioni idrometrografiche con periodi di funzionamento notevolmente estesi come risulta dai dati della tabella n. 9 reperiti sugli Annali del servizio Idrografico della Regione Abruzzo. Uno schema della rete idrografica è riportato nella figura n. 6.

Le stazioni idrometrografiche dell'Aterno a Molina, del Sagittario a Capocanale e dell'Aterno Sagittario ad Alloggiamento Idraulico sono state oggetto di sopralluogo e rilievo della sezione del fiume.

Nel seguito le singole stazioni vengono descritte e sottoposte ad esame critico. Nella tavola n. 4 sono riportate le sezioni trasversali rilevate.

Tabella n. 9 – Caratteristiche delle stazioni idrometrografiche

	Tasso a Scanno	Sagittario a Villalago	Sagittario a Capocanale
Bacino	80	108	599
Altitudine max	2186	2208	2795
Altitudine media	1550	1553	1105
Zero idrometrico	925,57	807,69	1927÷30
			1931÷1970 269,16
Parte permeabile	97%	89%	95%
Distanza dalla confluenza Aterno - Sagittario o dalla foce	0,15	31	5,5
Altezza idrometrica max	1,48	0,60	2,1
Portata massima	12,3	6,8	58
Periodo di osservazione	1928÷1958	1931÷1971	1926÷1970
Anni di osservazione	18	33	41

3- ELABORAZIONI STATISTICHE

3.1 Perequazioni delle serie storiche delle portate massime annuali medie giornaliere ed al colmo

Assumendo i fenomeni di piena da deflusso quali manifestazioni a variabilità casuale, sui campioni costituiti dai valori delle stesse, possono farsi considerazioni del tutto analoghe a quelle fatte nel paragrafo dedicato alla pluviometria.

I dati di piena rilevati nelle stazioni prese in esame possono pertanto essere correlati alle rispettive frequenze e tempi di ritorno per dimostrare la disponibilità di acqua anche nei mesi in cui è più marcato l'aspetto meteorologico di natura siccitosa. Sono stati reperiti dagli Annali Idrologici e dall'archivio del Servizio Idrografico di Pescara i dati di portata annuale massima medie giornaliere al colmo.

I valori delle serie storiche delle portate massime sono riportati nella tabella 10.

Sui dati di portata sono state eseguite le normali elaborazioni statistiche. Si sono perequate le serie storiche determinando la legge che lega il valore della portata massima medie giornaliere od al colmo alla probabilità di non superamento o al suo inverso, detto tempo di ritorno.

E' stata impiegata la legge di distribuzione che normalmente è impiegata in idrologia per i campioni costituiti dai valori massimi annuali cioè la funzione di ripartizione di Gumbel, già impiegata al paragrafo dedicato alla pluviometria per le altezze di precipitazione.

Detta legge è espressa analiticamente dalla seguente relazione:

$$Q = X_0 - \frac{1}{a} [\ln(-\ln(T-1/T))]$$

nella quale:

$$X_0 = \bar{Q} - m/a$$

$$1/a = n \sigma$$

\bar{Q} è la media del campione

σ è lo scarto quadratico medio

m ed n sono parametri della legge di Gumbel

Nella tabella n. 11 sono riportati per tutte le tre stazioni idrometrografiche situate sul Fiume Sagittario ed una sul Sagittaro-Aterno e i suoi affluenti a monte dell'Alloggiamento Idraulico, i valori:

N numero dati

\bar{Q} , $1/a$, X_0 aventi il significato sopra menzionato.

Sulla stessa tabella sono stati riportati i valori delle portate massime medie giornaliere ed al colmo aventi tempi di ritorno pari a 5-10-20-50-100-500-1000-2000 anni.

Le perequazioni secondo la legge di Gumbel relative alle portate massime sono state graficizzate su opportuno cartogramma, avente in ascisse il tempo di ritorno ed in ordinate la portata, sul quale le leggi stesse sono state rappresentate da rette.

Tabella n. 10 – Serie e portate massime

	Tasso a Scanno		Sagittario a Villalago		Sagittario a Capocanale		Sagitt. Aterno a Allog. Idra.	
	<i>giorno</i>	<i>colmo</i>	<i>giorno</i>	<i>colmo</i>	<i>giorno</i>	<i>colmo</i>	<i>giorno</i>	<i>colmo</i>
N	18	18	32	31	39	34	22	19
\overline{Q}	3,99	5,76	2,79	2,99	17,11	25,53	54,40	63,98
σ	1,82	2,56	1,04	1,32	7,24	11,68	16,54	20,25
1/a	1,716	2,414	0,937	1,189	6,349	10,278	15,597	19,096
X o	3,10	4,50	2,28	2,35	13,68	19,98	46,29	54,05
Tempo di ritorno	<i>Portate in mc/s</i>							
T= 5	3,8	5,6	2,7	2,9	16,5	24,6	53,3	62,6
T= 10	4,5	6,5	3,0	3,3	18,9	28,5	59,2	69,8
T= 20	8,2	11,7	5,1	5,9	32,5	50,5	92,6	111
T= 50	9,8	13,9	5,9	7,0	38,5	60,1	107,1	128,6
T= 100	11,0	15,6	6,6	7,8	42,9	67,3	118,0	141,9
T= 500	13,8	19,5	8,1	9,7	53,1	83,8	143,2	172,7
T= 1000	15,0	21,2	8,8	10,6	57,5	91,0	154,01	186,0
T= 2000	16,1	22,8	9,4	11,4	61,9	98,1	164,8	199,2

3.2 Curve inviluppo dei contributi di massima piena

Per meglio interpretare i valori trovati nel paragrafo precedente sono state ricercate le curve inviluppo dei contributi di massima piena media giornaliera ed al colmo aventi un determinato tempo di ritorno.

La forma che assumono le curve inviluppo è:

$$q = q_{100} (100/S)^n$$

nella quale

q è il contributo in $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$

q_{100} è il contributo d un bacino avente 100 km^2 di superficie

S è la superficie del bacino in km^2

Questa relazione in diagramma bilogaritmo è rappresentata da una retta.

Sono stati posti i punti rappresentativi dei contributi di massima piena media giornaliera ed al colmo relativi alle stazioni in esame, per tempi di ritorno di 5-10-20 anni in funzione dell'area del bacino imbrifero. Il bacino imbrifero del Sagittario a Capo Canale è stato considerato pari a 539 km^2 (69 km^2 meno del bacino apparente e ciò per tenere conto dell'elevata laminazione cui sono sottoposti i deflussi del lago di Scanno che sottende 80 km^2 di bacino imbrifero).

In definitiva sono state individuate le curve di inviluppo dei contributi di massima piena media giornaliera ed al colmo, precisando di adottare nel bacino del Sagittario, notevolmente più permeabile, la curva inferiore.

Le espressioni analitiche dei contributi di piena e delle portate in funzione del tempo di ritorno (T) e della superficie (S) del bacino sono qui di seguito riportate:

SAGITTARIO

Portata massima medie giornaliere

$$Q_g = [0.14 - 0.06 \ln (-\ln T - 1/T)] * S^{0.76} \text{ m}^3/\text{sec}$$

Portate massime al colmo

$$Q_c = [0.48 - 0.21 \ln (-\ln T - 1/T)] * S^{0.61} \text{ m}^3/\text{sec}$$

A solo scopo di confronto sono state calcolate, utilizzando le formule sopraelencate, le portate massime medie giornaliere aventi tempi di ritorno 5-10-20 anni (poiché non di interesse in questa fase quelle al colmo relative alla progettazione di opere per la difesa idraulica), raffrontandole con le portate massime fornite in diverse sezioni dal Servizio Idrografico della Regione Abruzzo.

Tabella n. 11 – Portate massime medie giornaliere a 5-10-20 anni

SEZIONE	Bacino imbrifero Km²	Q 5 (m³ /s)	Q 10 (m³ /s)	Q 20 (m³ /s)	Q Serv. Idr. (m³/s)
VELLA a Ponte S. Liberata	155	7,85	8,73	9,52	100
GIZIO a monte del Vella	117	6,34	7,05	7,69	50
SAGITTARIO a monte del Gizio	223 (143)	7,38	8,21	8,95	52
SAGITTARIO a valle confluenza del Gizio	500 (420)	16,75	18,63	20,30	78
SAGITTARIO a Capocanale	599 (520)	19,70	21,90	23,88	85

4- DATI UTILIZZAZIONI ESISTENTI: ENEL E CONSORZIO DI BONIFICA INTERNO ATERNO – SAGITTARIO

TABELLA N. 12 – Utilizzazione irriguo della risorsa da parte del Consorzio di Bonifica Interno Aterno – Sagittario (Osservazioni dal 1998 al 2008)

Osservazioni portate ad uso irriguo da parte del consorzio di Bonifica Interno dal 1998 al 2008			
	l/s	l/s	
	Destra idraulica Canale Sagittario	Sinistra idraulica Canale di Corfinio	Totale derivato dal Consorzio
Gennaio	0,00	0,00	0,00
Febbraio	0,00	0,00	0,00
Marzo	0,00	0,00	0,00
Aprile	0,00	0,00	0,00
Maggio	636,00	1.003,00	1.639,00
Giugno	1.152,00	1.657,50	2.809,50
Luglio	1.176,00	1.691,50	2.867,50
Agosto	1.188,00	1.683,00	2.871,00
Settembre	1.173,60	1.679,60	2.853,20
Ottobre	540,00	833,00	1.373,00
Novembre	0,00	0,00	0,00
Dicembre	0,00	0,00	0,00
Media annua	488,80	712,30	1.201,10

Nota: i dati delle osservazioni del Consorzio di Bonifica determinano delle portate derivate inferiori a quelle di Concessione, le quali sono le seguenti:

- a) Concessione n°AQ/D/1425 di 1,75 mc/s ad uso Irriguo in sinistra idraulica del fiume Sagittario (1.750 l/s medi per 6 mesi l'anno = 875 l/s medi su base annua)
- b) Concessione n°AQ/D/16 di 1,2 mc/s ad uso Irriguo in destra idraulica sul fiume Sagittario (1.200 l/s medi per 6 mesi l'anno = 600 l/s su base annua)

Nella tabella 13 successiva abbiamo riportato i valori peggiorativi derivanti dalle portate massime concesse e non da quelle effettivamente misurate dal Consorzio con le osservazioni di tabella 12.

TABELLA N. 13 – Utilizzazione irriguo della risorsa da parte del Consorzio di Bonifica Interno**Aterno – Sagittario (dati di Concessione)**

MESI	<u>Consorzio di Bonifica Interno</u> <u>Aterno-Sagittario</u> <u>AQ/D/1425 + AQ/D/16 (dati di</u> <u>Concessione)</u>	
Gennaio	0,00	mc/s
Febbraio	0,00	mc/s
Marzo	0,00	mc/s
Aprile	0,00	mc/s
Maggio	2,95	mc/s
Giugno	2,95	mc/s
Luglio	2,95	mc/s
Agosto	2,95	mc/s
Settembre	2,95	mc/s
Ottobre	2,95	mc/s
Novembre	0,00	mc/s
Dicembre	0,00	mc/s
MEDIA annua	1,48	mc/s

I dati di cui sopra sono stati anche globalmente confermati dallo stesso Consorzio di Bonifica in occasione della visita locale d'istruttoria effettuata per la concessione ad uso idroelettrico in oggetto richiesta dalla Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l., tramite parere scritto e protocollato esprimente parere positivo da parte del Consorzio.

TABELLA N. 14 – Utilizzazione idroelettrica della risorsa da parte di ENEL relativamente alla prima tabella la centrale del Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi e alla seconda la grande centrale del Sagittario, sempre ad Anversa degli Abruzzi

MESI	<u>ENEL Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi (dati Enel)</u>	
Gennaio	1,16	mc/s
Febbraio	0,97	mc/s
Marzo	1,17	mc/s
Aprile	1,16	mc/s
Maggio	1,17	mc/s
Giugno	1,19	mc/s
Luglio	1,20	mc/s
Agosto	1,19	mc/s
Settembre	1,01	mc/s
Ottobre	0,97	mc/s
Novembre	0,97	mc/s
Dicembre	1,09	mc/s
MEDIA	1,10	mc/s

MESI	<u>ENEL Sagittario Principale di Anversa degli Abruzzi (dati Enel)</u>	
Gennaio	3,60	mc/s
Febbraio	3,16	mc/s
Marzo	3,59	mc/s
Aprile	3,73	mc/s
Maggio	3,81	mc/s
Giugno	3,43	mc/s
Luglio	3,20	mc/s
Agosto	3,11	mc/s
Settembre	2,86	mc/s
Ottobre	2,93	mc/s
Novembre	3,14	mc/s
Dicembre	3,43	mc/s
MEDIA	3,33	mc/s

Nota: è da tenere in evidenza che i dati di portata sopra dettagliati sono quelli effettivi mediamente rilasciati dalle centrali Enel, e sono conservativi, in quanto inferiori alle portate medie di Concessione dell'Enel, di seguito specificate:

- c) Concessione n°AQ/D/1473 di 1,5 mc/s ad uso Idroelettrico per il Sagittario Complementare;
- d) Concessione n°AQ/D/1300 di 3,58 mc/s ad uso Idroelettrico per il Sagittario Principale.

TABELLA N. 15 – Deflusso minimo vitale da rilasciare in alveo determinato dall'Autorità dei Bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del bacino interregionale del fiume Sangro

MESI	DMV	
	Autorità di Bacino	
Gennaio	0,62	mc/s
Febbraio	0,62	mc/s
Marzo	0,62	mc/s
Aprile	0,62	mc/s
Maggio	0,62	mc/s
Giugno	0,62	mc/s
Luglio	0,62	mc/s
Agosto	0,62	mc/s
Settembre	0,62	mc/s
Ottobre	0,62	mc/s
Novembre	0,62	mc/s
Dicembre	0,62	mc/s
	0,62	mc/s

TABELLA N. 16 – Disponibilità mensile della risorsa per scopo idroelettrico non tenendo conto dei rilasci di DMV nelle due centrali ENEL preesistenti di monte

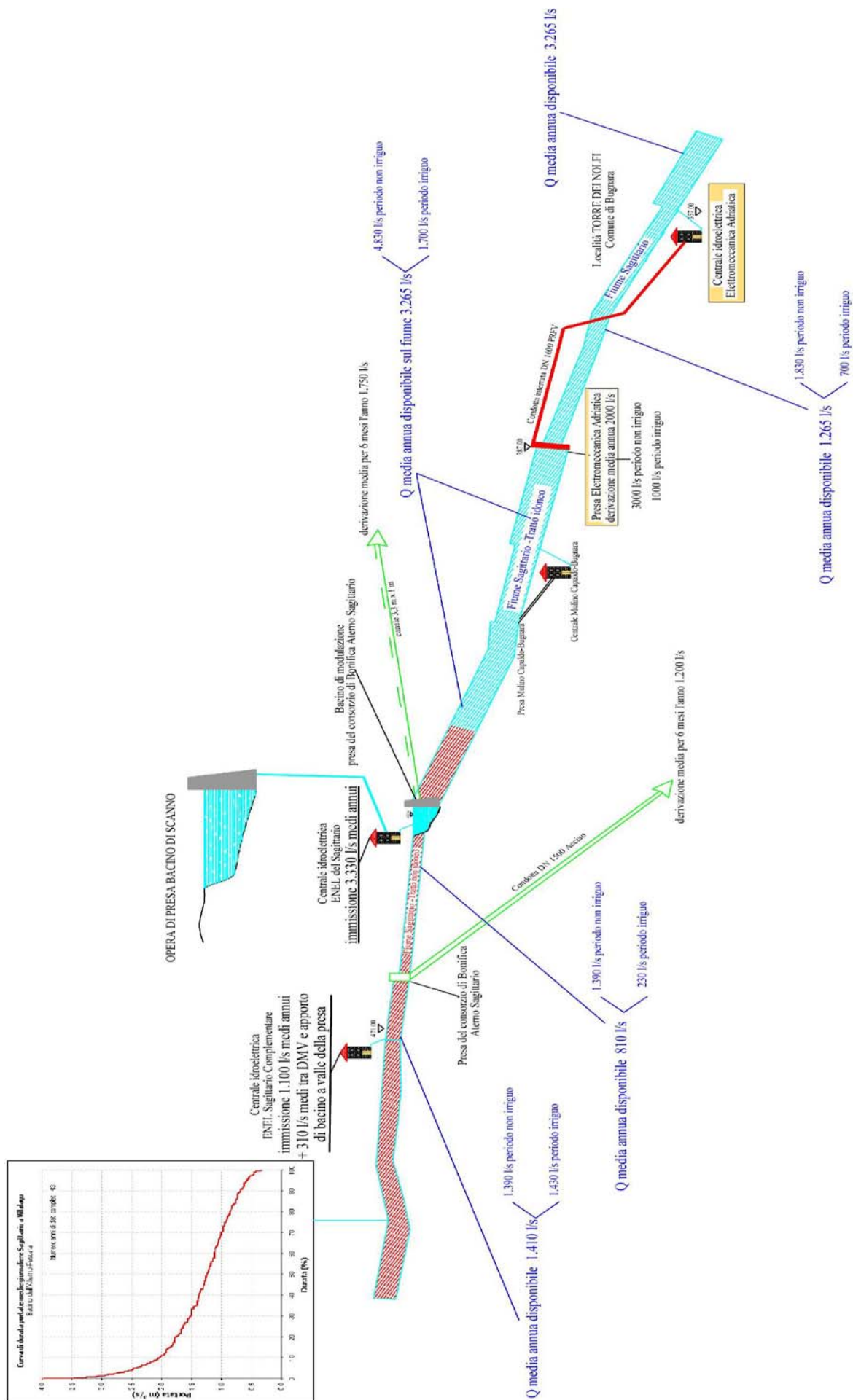
MESI	<u>TOTALE disponibile ad uso idroelettrico</u>	
Gennaio	4,14	mc/s
Febbraio	3,51	mc/s
Marzo	4,14	mc/s
Aprile	4,27	mc/s
Maggio	1,42	mc/s
Giugno	1,04	mc/s
Luglio	0,83	mc/s
Agosto	0,73	mc/s
Settembre	0,30	mc/s
Ottobre	0,33	mc/s
Novembre	3,49	mc/s
Dicembre	3,89	mc/s
MEDIA TOTALE	2,34	mc/s medi
MEDIA SEMESTRALE MAG. – OTT.	0,78	mc/s medi
MEDIA SEMESTRALE NOV. - APR	3,91	mc/s medi

TABELLA N. 17 – Reale disponibilità mensile della risorsa per scopo idroelettrico tenendo in considerazione il rilascio di DMV nelle due centrali preesistenti

Gennaio	4,45	mc/s
Febbraio	3,82	mc/s
Marzo	4,45	mc/s
Aprile	4,58	mc/s
Maggio	1,73	mc/s
Giugno	1,35	mc/s
Luglio	1,14	mc/s
Agosto	1,04	mc/s
Settembre	0,61	mc/s
Ottobre	0,64	mc/s
Novembre	3,80	mc/s
Dicembre	4,20	mc/s
MEDIA	2,65	mc/s medi
MEDIA SEMESTRE MAGG. – OTT.	1,09	mc/s medi
MESE SEMESTRE NOV. – APR.	4,22	mc/s medi

Si propone di seguito lo schema idraulico delle utilizzazioni esistenti e future sul fiume Sagittario per evidenziare sia la disponibilità della risorsa che la garanzia della stessa per le preesistenti utilizzazioni:

SCHEMA DELLE PORTATE DI ACQUA IN IMMISSIONE E IN DERIVAZIONE SUL FIUME SAGITTARIO



Nota: Nell'esposizione delle portate sono stati trascurati gli apporti del bacino a valle dei rilasci delle centrali ENEL esistenti

**TABELLA N. 18 - DATI ENEL RELATIVI ALLE DUE CENTRALI
IDROELETTRICHE IN ESERCIZIO SUL TRATTO DI FIUME SAGITTARIO DI
INTERESSE**

Si riportano nella tabella sottostante i dati ENEL.

	Periodo anni 50 - 80		Periodo anni 84 - 88		Totale anni 50 - 80	Totale anni 84 - 88
	Sagittario Principale di Anversa degli Abruzzi	Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi	Sagittario Principale di Anversa degli Abruzzi	Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi	Sagittario Principale + Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi	Sagittario Principale + Sagittario Complementare di Anversa degli Abruzzi
Gennaio	3,7	1,2	3	0,9	4,9	3,9
Febbraio	3,2	1	2,9	0,8	4,2	3,7
Marzo	3,6	1,2	3,5	1	4,8	4,5
Aprile	3,8	1,2	3,3	0,9	5	4,2
Maggio	3,9	1,2	3,3	1	5,1	4,3
Giugno	3,5	1,2	3	1,1	4,7	4,1
Luglio	3,4	1,2	2	1,2	4,6	3,2
Agosto	3,2	1,2	2,6	1,1	4,4	3,7
Settembre	2,9	1	2,6	1,1	3,9	3,7
Ottobre	3	1	2,5	0,8	4	3,3
Novembre	3,2	1	2,8	0,8	4,2	3,6
Dicembre	3,5	1,1	3	1	4,6	4

Anni 50 - 80	
Q media	4,5 mc/s
Q min	3,9 mc/s
Q max	5,1 mc/s

Anni 84 - 88	
Q media	3,9 mc/s
Q min	3,2 mc/s
Q max	4,5 mc/s

4)- CONCLUSIONI

Dalla analisi rigorosa effettuata per la determinazione della portata con tempo di ritorno pari a 5-10-20 anni attraverso l'elaborazione delle misure di portata dirette, presenti nelle stazioni idrometriche ed anche in relazione alle elaborazioni di natura indiretta a partire dall'analisi idrologica degli afflussi meteorici, nonché dai dati di portate medie mensili di cui alle utilizzazioni preesistenti (dati di portate ENEL effettivamente rilasciate e dati di Concessione delle utilizzazioni del Consorzio di Bonifica Interno Aterno – Sagittario), si può affermare che la disponibilità di acqua è garantita anche nei periodi più siccitosi in quanto analizzando un arco temporale pari a 5 anni e calcolando le portate presenti (il dimensionamento di un impianto idroelettrico deve tener conto del deflusso utilizzabile in un arco temporale minimo di osservazione pari a 5 anni) ed il relativo tempo di ritorno si ottiene una portata del Sagittario raggiunta sempre e superata una volta ogni 5 anni pari a 7,38 mc/s.

Per cui, tenendo conto del DMV determinato dall'Autorità dei Bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e del bacino interregionale del fiume Sangro, pari a 0,62 mc/s, le disponibilità idriche utilizzabili ai fini idroelettrici sul fiume Sagittario, a valle delle centrali Enel e delle prese del Consorzio di Bonifica Interno Aterno – Sagittario, sono riassumibili nelle seguenti portate medie distinte nei due semestri irriguo/non irriguo:

Portata media disponibile ad uso idroelettrico, considerando già il DMV di 0,62 mc/s definito dall'Autorità di Bacino:

- semestre Non Irriguo (Novembre – Aprile) = 4,22 mc/s
- semestre Irriguo (Maggio – Ottobre) = 1,09 mc/s

definendo una portata media disponibile annuale ai fini idroelettrici pari a 2,65 mc/s, cioè oltre il 100% in più di quella richiesta in concessione nel progetto del “Sagittario” di Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l. e pari a 1,2 mc/s medi annuali.

Inoltre si precisa che la derivazione media di 1,2 mc/s richiesta in Concessione ai fini idroelettrici da Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l. è determinata in base all'effettiva disponibilità idrica sul fiume Sagittario, così distinta nei due semestri:

- **semestre Non Irriguo (Novembre – Aprile):**
 - **Portata derivata = 2,2 mc/s**
 - **Portata rilasciata in alveo (compreso DMV di 0,62 mc/s) = 2,56 mc/s**

- semestre Irriguo (Maggio – Ottobre):
 - Portata derivata = 0.1 mc/s
 - Portata rilasciata in alveo (compreso DMV di 0,62 mc/s) = 0,80 mc/s.

Si ribadisce ulteriormente che le conclusioni sopra dettagliate, sono peggiorative rispetto alle condizioni effettive, in quanto tengono conto di una serie di fattori conservativi quali:

- le portate effettive turbinare dall'Enel e non quelle concesse ad uso idroelettrico e che l'Enel potrebbe turbinare (considerati circa 4.430 l/s medi, contro i circa 5.080 l/s di concessione nelle 2 centrali Enel);
- le portate massime di concessione del Consorzio di Bonifica e non quelle effettivamente derivate (considerati circa 2.950 l/s medi nei 6 mesi irrigui concessi al Consorzio di Bonifica, contro i circa 2.400 l/s effettivamente derivati dallo stesso);
- contributo nullo dei DMV delle centrali Enel e del bacino idrografico del fiume Sagittario, compresi tutti i suoi affluenti, a valle delle opere di presa dell'Enel.

Per cui la concessione idroelettrica richiesta in oggetto, risulta essere ampiamente congruente con le portate effettivamente disponibili in alveo sul fiume Sagittario e compatibili con le derivazioni esistenti ed in progetto.

Il Progettista

Ing. Mario Santini

