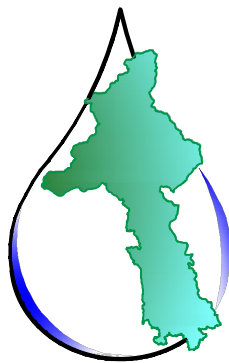


# COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)



**ACQUA  
NOVARA.VCO**  
S.p.A.

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729  
@mail: info@acquanovaravco.eu  
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu

TITOLO COMMESSA:

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SU TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SU TORRENTE MOJA,  
IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

OGGETTO:

**RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA**

SCALA:

-

AVANZAMENTO PROGETTO:  
**DEFINITIVO**

Data Rev. N° 0:  
**DICEMBRE 2021**

Rev. N°	Modifiche	Data
1	<b>AGGIORNAMENTO</b>	<b>06/2023</b>
2	-	-/-
3	-	-/-
4	-	-/-

Rif. N° Commessa:  
**Y31N-10034421**

CUP:  
**D92E23000330005**

RUP:  
**Ing. Giuseppe Caranti**

**PROPRIETA' RISERVATA**  
**QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO  
A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.**

I Progettisti: **Ing. Giovanni Battista Peduzzi**  
Mandataria

**ETATEC**  
STUDIO PAOLETTI



Mandanti

**STUDIO PAOLETTI**  
INGEGNERI ASSOCIATI

**FABRIZIO MONZA**  
ARCHITETTO



Dott.ssa SILVANA CLERICI

Dott. MASSIMO SARTORELLI

Elaborato N°:

**A.02.00**



## INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	NORMATIVA.....	3
3.	ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI.....	4
3.1	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI .....	4
3.2	REGIME MEDIO DEI CORSI D'ACQUA ALLE SEZIONI DI INTERESSE .....	4
3.3	PORTATA DI PIENA .....	8
4.	STABILITÀ DEL FONDO A VALLE DELLE CAPTAZIONI .....	10
4.1	GENERALITÀ.....	10
4.2	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO.....	12
5.	CONCLUSIONI .....	14

Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)  
PROGETTO DEFINITIVO**

## 1. PREMESSA

La presente relazione idrologica ed idraulica è stata redatta a supporto del progetto definitivo relativo ai: *“Realizzazione nuova opera di presa sul torrente Plesina e manutenzione straordinaria opera di presa sul torrente Moja, in Comune di Madonna del Sasso (VB)”*, nell’ambito dell’*“Accordo Quadro con due operatori per l’affidamento dei servizi tecnici di progettazione, assistenza al RUP, Direzione Lavori, assistenza lavori, collaudi, Coordinatore in fase di progettazione (CSP) e/o di coordinatore in fase di esecuzione (CSE) ad esclusione della parte depurazione acque reflue. 2020\_04 Ri”*.

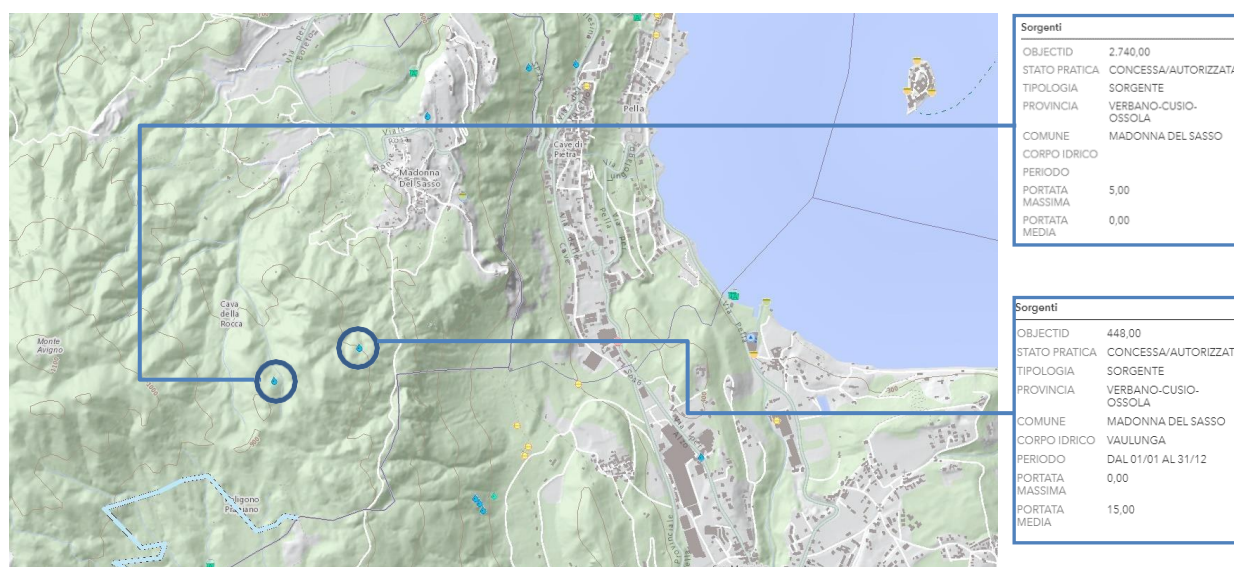
Il Comune di Madonna del Sasso (402 abitanti) è composto dalle frazioni di Boleto, Arto e Centonara, collocate indicativamente tra 500 m s.l.m. e 700 m s.l.m. sul versante orientale del Monte Avigno (1.136 m s.m.).

Le due opere di presa oggetto della presente proposta si trovano circa a 1.000 m di distanza dalla frazione di Boleto: la presa sul Rio Moja si trova a 802 m s.m., quella sul Torrente Plesina, attualmente costituita da un tubo provvisorio immerso in una pozza del torrente, è invece a 820 m s.m..

Le acque derivate dai due corsi d’acqua sono raccolte in una vasca interrata posizionata presso l’opera di presa sul Rio Moja, da cui vengono poi convogliate al sistema di filtrazione e ai bacini di accumulo a servizio dell’acquedotto attraverso una tubazione interrata in PEAD diametro 110 mm.

Entrambe le opere di presa sono censite dal sistema SIRI (Sistema informativo risorse idriche) della Regione Piemonte e sono regolarmente concesse.

**Figura 1 - estratto dal geoportale di ARPA PIEMONTE con rappresentazione delle captazioni censite nel sistema SIRI**



Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

- Oltre al ripristino delle strutture di derivazione ed alla messa in esercizio definitivo dell'opera sul torrente Plesina, l'intervento prevede il miglioramento della viabilità di accesso (strada forestale censita sulle mappe catastali come *Strada comunale Alpe Boleto*) mediante opere di ingegneria naturalistica (canalette di scolo in legname, consolidamenti puntuali in pietrame) al fine di consentire l'accesso dei mezzi Acqua Novara VCO S.p.A. per la gestione e la manutenzione dell'opera. La strada si presenta infatti in alcuni punti erosa per effetto del deflusso concentrato di ruscellamento delle acque meteoriche.

## **2. NORMATIVA**

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi su cui si sono basati gli studi e le indagini eseguite.

- R.D. 25/07/1904 N. 523 “Testo unico sulle opere idrauliche”
- R.D. 11/12/1933 N. 1775 “Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”
- Legge Regionale n. 88 del 29 novembre 1996 “Disposizioni in materia di piccole derivazioni di acqua pubblica”
- DPGR 29/07/2003 n. 10/R – “Regolamento regionale recante Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61) e.s.m.i.
- D.Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003
- DPGR 06/12/2004 n. 15/R – Regolamento regionale recante Disciplina dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica (Legge regionale 5 agosto 2002, m. 20) e modifiche al regolamento regionale 6 dicembre 2004, n. 15/R (Disciplina dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica)
- DCR n. 117-10731 del 13/03/2007 “Approvazione del Piano di Tutela delle Acque”
- DCR n. 136-18084 del 28/10/2021 di “Approvazione del Piano di Tutela delle Acque”
- DPGR 25/06/2007 n. 7/R – Regolamento regionale recante “Prima definizione degli obblighi concernenti la misurazione dei prelievi e delle restituzioni di acqua pubblica (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)” e s.m.i.
- DPGR 17/07/2007 n. 8/R – Regolamento regionale recante “Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge regionale 29 dicembre 2000 n. 61)”
- Legge Regionale n. 3 del 27/01/2009 “Disposizioni collegate alla manovra finanziaria per l’anno 2008 in materia di tutela dell’ambiente”
- DD n. 686 del 27/09/2012 Regione Piemonte – Direzione Ambiente “Aggiornamento canone demaniale per l’uso di acqua pubblica”

### **3. ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI**

#### **3.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI**

Nel presente capitolo si affrontano tutti gli aspetti idrologici ed idraulici che conducono al dimensionamento e alla verifica delle opere in progetto. Le condizioni di stato di fatto rappresentano un input alla presente progettazione. Poiché si tratta di ripristino/miglioramento delle condizioni di funzionamento, esercizio e manutenzione delle opere esistenti nel seguito sono riassunti i dati di regime idrologico medio e di portata massima al colmo per eventi a diverso tempo di ritorno posti alla base dei dimensionamenti per la riabilitazione delle stesse.

#### **3.2 REGIME MEDIO DEI CORSI D'ACQUA ALLE SEZIONI DI INTERESSE**

Nella figura seguente è riportata la perimetrazione dei bacini scolanti relativi ai due corsi d'acqua oggetto di intervento.

Come si può notare sono bacini di dimensioni estremamente ridotte (entrambi minori di 0,2 km<sup>2</sup>) ove non risultano presenti dati e registrazioni in grado di fornire un adeguato supporto alla stima dei deflussi.

La ridotta dimensione dei bacini inoltre espone le stime a notevoli aleatorietà connesse a peculiarità specifiche che possono non essere individuabili al livello di indagine in atto (es. deflussi in sub-alveo, particolare esposizione ad eventi estremi, ecc.).

Nelle ipotesi di premessa le stime quindi sia dei valori medi di deflusso sia dei valori massimi risultano un indicatore su cui il progettista applica opportuni coefficienti di sicurezza al fine di garantire l'esercizio delle nuove opere con adeguato orizzonte temporale.

Nello specifico della disponibilità di acqua che giustifichi l'investimento per la riabilitazione e il miglioramento delle opere di captazione si rimanda all'uso pluridecennale delle stese e quindi ad una storicità di presenza dei deflussi utili all'alimentazione del Comune di Madonna del Sasso.

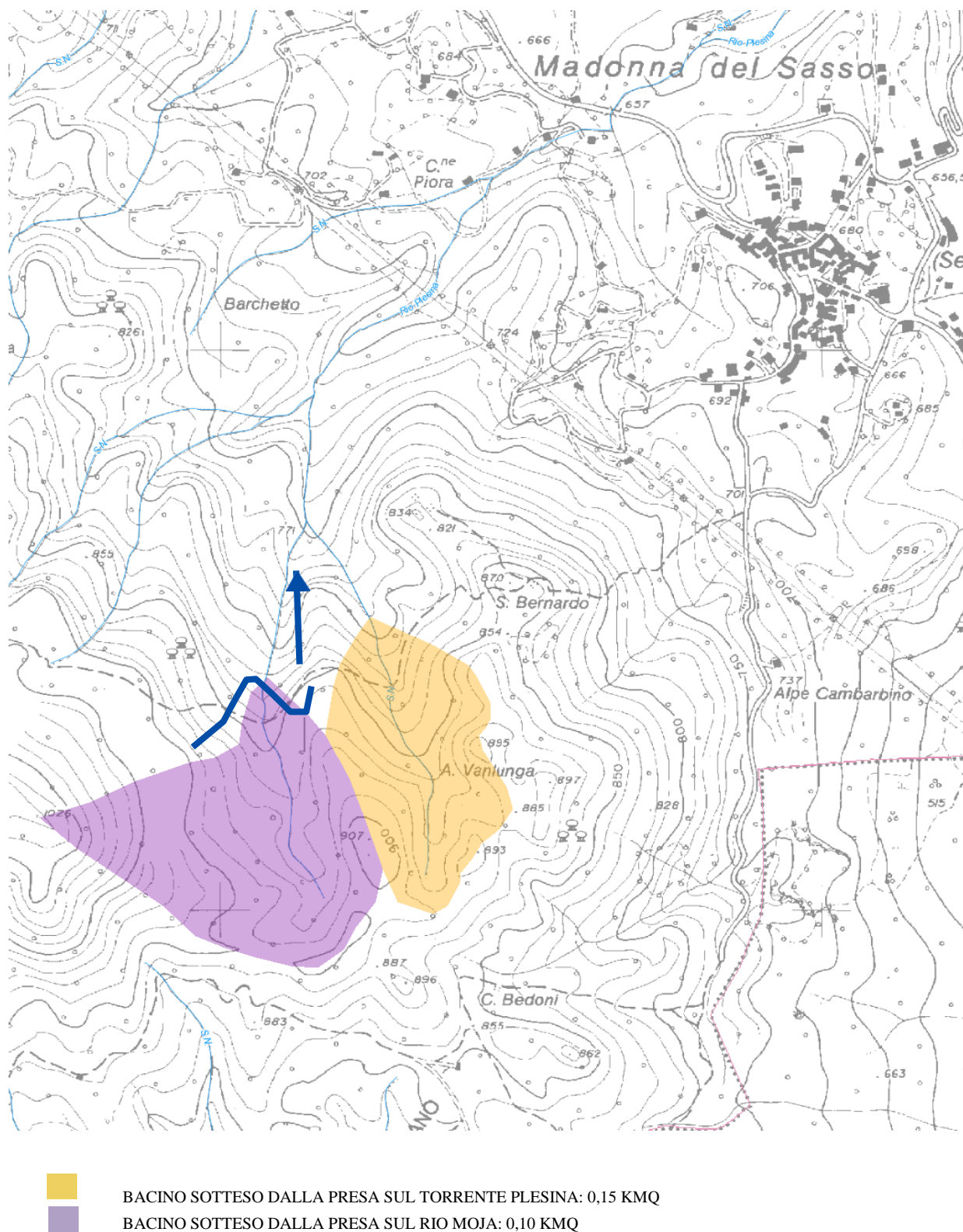


Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**



**Figura 2 - bacini scolanti**

Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Per la stima delle portate si è consultato lo studio finalizzato alla predisposizione del Piano di Tutela delle Acque ed in particolare dell'Analisi statistica delle portate caratteristiche dei regimi ordinari e di magra sul limitrofo torrente Strona, distante in linea d'aria circa 10 km dai torrenti Moja e Plesina ed avente orientamento geografico simile.

La seguente tabella descrive in particolare il regime ordinario mensile dei corsi d'acqua appartenenti al bacino del fiume Toce, compreso il torrente Strona in oggetto

BACINO: TOCE

ATTRIBUTI: ELABORAZIONI IDROLOGICHE

VALORI CARATTERISTICI DEL REGIME ORDINARIO

REGIME IDROMETRICO																						
CODICE BACINO	NOME BACINO PRINCIPALE	CORPO IDRICO	S	H	Afflusso	QMEDA	Deflusso	coeff.	qmeda	K gen	K feb	K mar	K apr	K mag	K giu	K lug	K ago	K set	K ott	K nov	K dic	NOTA
			km <sup>2</sup>	(m s.m.)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(mm)	defl.														
129-2	TOCE	PELLINO	16,2	759	1780	0,7	1352	0,76	42,86	0,6	0,6	0,8	1,3	1,5	1,3	0,8	0,8	0,9	1,1	1,4	0,8	
129-3	TOCE	T. LAGNA	10,5	528	1635	0,4	1127	0,69	35,73	0,7	0,7	0,9	1,4	1,5	1,1	0,7	0,7	0,9	1,1	1,5	0,9	
130-1	TOCE	PESCONI	15,6	745	1865	0,7	1436	0,77	45,53	0,6	0,6	0,8	1,3	1,5	1,3	0,8	0,8	1,0	1,2	1,4	0,8	
132-1	TOCE	STRONA DI OMEGNA	234,6	871	2063	12,5	1684	0,82	53,39	0,5	0,5	0,7	1,2	1,6	1,4	0,9	0,8	1,0	1,2	1,3	0,7	
132-2	TOCE	STRONA DI OMEGNA	228,8	876	2060	12,2	1682	0,82	53,35	0,5	0,5	0,7	1,2	1,6	1,4	0,9	0,8	1,0	1,2	1,3	0,7	
132-3	TOCE	NIGUGLIA	121,1	637	1883	5,5	1431	0,76	45,38	0,6	0,6	0,8	1,3	1,5	1,2	0,8	0,7	1,0	1,2	1,4	0,8	
133-1	TOCE	TOCE	1784,4	1526	1521	69,9	1236	0,81	39,20	0,5	0,5	0,6	1,1	1,7	1,8	1,2	0,9	1,0	1,0	1,1	0,6	

NOTE:

(\*) Regime dei deflussi dai dati misurati nelle stazioni storiche del SIMN

(\*\*) Regime dei deflussi dai dati simulati con il modello idrologico sul triennio 1999-2002

(\*\*\*) Regime dei deflussi dai dati misurati nelle stazioni idrometriche della Regione Piemonte sul triennio 1999-2002

**Tabella 1 - regime ordinario medio**

La tabella seguente viceversa riporta la curva di durata per gli analoghi bacini appartenenti al torrente Toce.



Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ATTRIBUTI: ELABORAZIONI IDROLOGICHE**

**VALORI CARATTERISTICI DELLA CURVA DI DURATA DELLE PORTATE**

CODICE BACINO	NOME BACINO PRINCIPALE	CORPO IDRICO	S	QMEDA	qmeda	zona	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355	q355
			km <sup>2</sup>	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )		(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )
101-1	TOCE	TOCE	69,6	2,72	38,83	A	9,47	3,37	1,69	1,01	0,65	9,28
101-2	TOCE	RIO RONI	17,3	0,63	35,97	A	2,40	0,78	0,37	0,21	0,14	7,67
101-3	TOCE	VANNINO	23,1	0,99	42,46	A	3,66	1,21	0,58	0,34	0,22	9,59
101-4	TOCE	T. VOVA	13,6	0,58	40,27	A	2,21	0,71	0,33	0,19	0,13	8,69
102-1	TOCE	TOCE	189,9	7,31	38,50	A	24,07	9,17	4,79	2,92	1,86	9,81
103-1	TOCE	RIO FREDDO	12,7	0,52	41,22	A	2,00	0,64	0,30	0,17	0,11	8,87
103-2	TOCE	DEVERO	110,3	4,85	43,84	A	16,40	6,03	3,08	1,89	1,23	11,10
104-1	TOCE	TOCE	360,2	13,93	38,67	A	44,17	17,57	9,41	5,81	3,71	10,30
107-1	TOCE	CAIRASCA	79,0	3,56	45,02	A	12,28	4,42	2,23	1,36	0,89	11,21
107-2	TOCE	FRUA	12,2	0,65	51,16	A	2,49	0,79	0,37	0,22	0,15	11,59
107-3	TOCE	CIANCIAVERO	10,4	0,52	49,43	A	2,02	0,64	0,30	0,18	0,12	10,97
108-1	TOCE	DIVERIA	320,8	9,50	36,12	A	30,76	11,97	6,33	3,85	2,44	9,27
109-1	TOCE	NDOCA	11,1	0,43	39,07	A	1,68	0,53	0,25	0,14	0,09	8,23
109-2	TOCE	RIO FENECCIO	15,8	0,55	34,07	A	2,08	0,67	0,32	0,18	0,11	7,13
109-3	TOCE	ISORNO	71,4	2,53	35,49	A	8,85	3,15	1,58	0,94	0,59	8,30
111-1	TOCE	RIVO RABIANCA	15,9	0,62	38,56	A	2,34	0,75	0,36	0,21	0,13	8,30
111-2	TOCE	DAGLIANO	12,0	0,45	36,94	A	1,72	0,55	0,26	0,15	0,09	7,72
112-1	TOCE	TORRENTE BOGNA	81,5	2,90	35,55	A	10,06	3,62	1,83	1,08	0,68	8,39
113-1	TOCE	MELEZZO OCCIDENTALE	49,1	1,80	36,50	A	6,42	2,23	1,10	0,65	0,41	8,38
114-1	TOCE	TORRENTE BOGNA	91,6	3,20	34,85	A	11,02	3,99	2,02	1,20	0,76	8,25
114-2	TOCE	MELEZZO OCCIDENTALE	56,0	1,96	34,86	A	6,95	2,43	1,21	0,71	0,45	7,99
114-3	TOCE	TOCE	949,9	32,38	36,31	A	97,66	41,26	22,91	14,28	9,04	10,14
114-4	TOCE	RIO DELLE RAVINE	15,2	0,60	38,78	A	2,29	0,74	0,35	0,20	0,13	8,34
116-1	TOCE	LORANCO	34,0	1,28	37,63	A	4,67	1,58	0,77	0,45	0,29	8,48
117-1	TOCE	BREVETOLA	17,3	0,61	34,29	A	2,30	0,75	0,35	0,20	0,13	7,23
117-2	TOCE	OVESCA	144,4	5,49	37,91	A	18,36	6,87	3,55	2,14	1,37	9,45
117-3	TOCE	OVESCA	148,0	5,58	37,64	A	18,66	6,99	3,61	2,18	1,39	9,38
118-1	TOCE	TOCE	1138,7	39,24	36,31	A	117,06	50,10	28,03	17,54	11,10	10,27
120-1	TOCE	QUARAZZA	26,2	1,26	47,73	A	4,62	1,54	0,75	0,45	0,30	11,18
121-1	TOCE	MONDELLI	11,8	0,55	46,54	A	2,13	0,67	0,32	0,19	0,12	10,26
123-1	TOCE	OLOCCHIA	160,4	7,03	43,81	A	23,28	8,78	4,56	2,81	1,83	11,37
123-2	TOCE	RIO VAL BIANCA	10,1	0,38	37,24	A	1,47	0,46	0,21	0,12	0,08	7,71
123-3	TOCE	SEGNAIA	20,8	0,87	41,45	A	3,24	1,06	0,51	0,30	0,19	9,24
123-4	TOCE	ANZA	255,8	10,52	41,09	A	33,95	13,21	6,98	4,31	2,78	10,85
124-1	TOCE	TOCE	1496,7	54,46	37,86	A	159,57	69,66	39,42	24,94	15,87	11,03
124-2	TOCE	ARSA	19,1	1,02	52,36	A	3,79	1,24	0,59	0,36	0,24	12,28
124-3	TOCE	ANZOLA	10,7	0,66	62,01	A	2,54	0,80	0,37	0,23	0,16	14,52
125-1	TOCE	TOCE	1446,6	51,77	37,29	A	152,08	66,22	37,42	23,61	14,99	10,80
125-2	TOCE	RIO DEL PONTE	10,3	0,48	45,86	A	1,85	0,58	0,27	0,16	0,10	9,99
126-1	TOCE	TOCE	1529,2	56,43	38,37	A	165,05	72,17	40,88	25,92	16,52	11,23
126-2	TOCE	TOCE	1545,8	57,40	38,59	A	167,75	73,41	41,60	26,41	16,84	11,32
129-1	TOCE	FIUMETTA	22,0	1,28	58,08	A	4,71	1,56	0,75	0,46	0,31	14,07
129-2	TOCE	PELLINO	16,2	0,69	42,75	A	2,62	0,85	0,40	0,24	0,15	9,44
129-3	TOCE	T. LAGNA	10,5	0,38	35,83	A	1,46	0,46	0,21	0,12	0,08	7,37
130-1	TOCE	PESCONI	15,6	0,71	45,53	A	2,69	0,87	0,41	0,24	0,16	10,18
132-1	TOCE	STRONA DI OMEGNA	234,6	12,52	53,38	A	40,27	15,62	8,24	5,25	3,50	14,90
132-2	TOCE	STRONA DI OMEGNA	228,8	12,20	53,33	A	39,30	15,22	8,02	5,11	3,40	14,86
132-3	TOCE	NIUGLIA	121,1	5,50	45,24	A	18,46	6,84	3,51	2,16	1,41	11,61
133-1	TOCE	TOCE	1784,4	69,95	40,52	A	202,31	89,48	51,01	32,68	20,97	12,15

**Tabella 2 - curva di durata**

Sulla base dei dati riportati e dell'estensione del bacino sotteso dalle opere di derivazione (0,15 km<sup>2</sup> per il torrente Plesina e 0,10 km<sup>2</sup> per il rio Moja) si rilevano i seguenti valori caratteristici:

**TORRENTE PLESINA**

- portata media (parametro di bacino 53,28 l/s km<sup>2</sup>): 0,08 m<sup>3</sup>/s
- portata con durata 355 giorni (parametro di bacino 14,9 l/s/km<sup>2</sup>): 2,2 l/s

## RIO MOJ

- portata media (parametro di bacino 53,28 l/s km<sup>2</sup>): 0,05 m<sup>3</sup>/s
- portata con durata 355 giorni (parametro di bacino 14,9 l/s/km<sup>2</sup>): 1,5 l/s

Sulla base dei dati riportati in precedenza risulta quindi che la disponibilità idrologica media non antropizzata alla sezione di interesse risulta sufficiente a garantire la derivazione complessiva di 2÷3 l/s, fatte salve verifiche puntuali sull'utilizzo storico della risorsa.

In funzione di quanto sopra non risulta necessaria alcuna modifica all'assetto delle opere di derivazione e di controllo della portata derivata a valle della zona di intervento (tubazione posata lungo la strada di accesso).

### 3.3 PORTATA DI PIENA

Analogamente a quanto effettuato per quanto concerne le portate ordinarie e di magra si riporta nel seguito la verifica delle portate di piena associate a diversi tempi di ritorno sempre basando le stime sui documenti facenti parte di studi relativi al limitrofo bacino del fiume Toce.

In particolare dagli studi effettuati dall'Autorità di Bacino del fiume Po (oggi Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po) si sono derivati i seguenti valori di portata al colmo per diverso tempo di ritorno:

T 2 anni:	$Q = 0,91 \text{ m}^3/\text{s km}^2$
T 5 anni	$Q = 1,39 \text{ m}^3/\text{s km}^2$
T 10 anni	$Q = 1,71 \text{ m}^3/\text{s km}^2$
T 20 anni	$Q = 2,02 \text{ m}^3/\text{s km}^2$
T 50 anni	$Q = 2,42 \text{ m}^3/\text{s km}^2$
T 100 anni	$Q = 2,72 \text{ m}^3/\text{s km}^2$

Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

---

T 200 anni

$$Q = 3,01 \text{ m}^3/\text{s km}^2$$

L'applicazione per similitudine ai bacini in oggetto porterebbe ad individuare portate centennali dell'ordine di:

- torrente Plesina: 0,408 l/s
- rio Moja: 0,272 l/s

In considerazione della possibilità che bacini alquanto ridotti possano essere sollecitati da eventi meteorici concentrati si è previsto un dimensionamento che tenga conto di un potenziale deflusso pari a  $1,0 \text{ m}^3$  per ciascuna delle due sezioni. Tale fattore di sicurezza non si concretizza con un sovradimensionamento delle opere rispetto alla morfologia degli alvei oggetto di intervento.

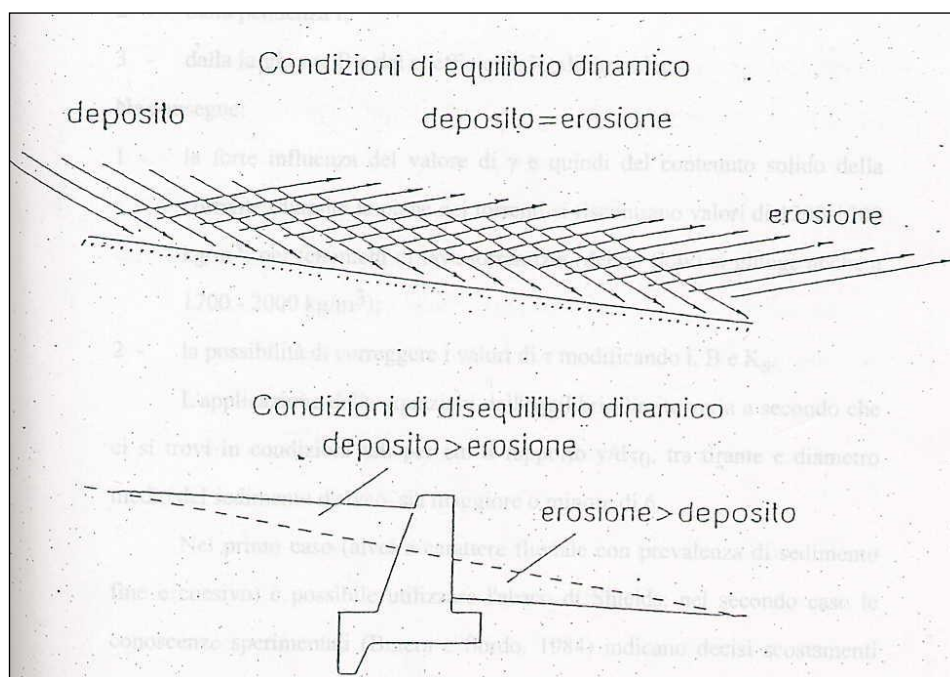
## 4. STABILITÀ DEL FONDO A VALLE DELLE CAPTAZIONI

In funzione di quanto elencato nei precedenti capitoli si riporta nel seguito la verifica e dimensionamento dei massi con cui effettuare il corazzamento del fondo alveo a valle delle captazioni al fine di evitare lo scalzamento delle stesse.

In analogia si è previsto il dimensionamento di stabilità delle sponde e scogliere.

### 4.1 GENERALITÀ

L'evoluzione di un tratto torrentizio dipende dall'equilibrio dinamico esistente tra la portata solida in arrivo da monte e quella asportata dalla corrente. Tale portata dipende dall'azione di trascinamento la cui entità è determinata dalle caratteristiche geometriche (pendenza, larghezza) e idrauliche (scabrezza) dell'alveo.



**Figura 3 - Condizioni di equilibrio dinamico**

La modifica di una di tali caratteristiche implica la variazione del diametro equivalente dei ciottoli che risultano in equilibrio.

Nel caso in oggetto la captazione del torrente Plesina si pone su substrato roccioso (la cascata) e quindi non risulta soggetta a fenomeni che possono determinare instabilità.

Diversamente la captazione del rio Moja presenta a valle un tratto di alveo che può essere



Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)  
PROGETTO DEFINITIVO**

---

soggetto ad erosione come riscontrato anche i nei sopralluoghi.



**Figura 4 - vista alveo a valle opera di captazione esistente rio Moja**



**Figura 5 - vista alveo a monte opera di captazione esistente rio Moja**

Pertanto, ogni intervento nella zona deve tener conto dell'attuale dinamica ed assecondare la naturale tendenza dell'alveo correggendone dove necessario le evoluzioni più pericolose per le infrastrutture e le sponde, senza tuttavia produrre impatti negativi.

## 4.2 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

Al fine di dimensionare il corazzamento di fondo si è sviluppato il calcolo delle condizioni di equilibrio sia in seguito a correnti di piena sia in seguito di corrente di magra.

Le condizioni di equilibrio limite di un alveo sono quelle per cui:

$$\tau = \tau_c$$

$$Q = k_s A R^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

$$\tau = \text{azione di trascinamento} = \gamma R i;$$

$$R = \text{raggio idraulico};$$

$$i = \text{pendenza};$$

$$A = \text{area bagnata};$$

$$k_s = \text{coefficiente di Strickler};$$

$$\gamma = \text{peso specifico dell'acqua}.$$

Per sezioni idriche larghe ( $Y = R$ , con  $Y$  tirante idrico), e quindi a forma pressoché rettangolare di larghezza  $B$ , la formula precedente si può scrivere anche come:

$$Q = k_s B Y^{5/3} i^{1/2}$$

e quindi l'azione di trascinamento è data dalla:

$$\tau = \gamma \left( \frac{Q}{B K_s} \right)^{3/5}$$

Assegnata la portata  $Q$  di progetto la formulazione mostra che l'entità di  $\tau$  dipende, in ordine decrescente:

1 - dal peso specifico dell'acqua;

2 - dalla pendenza  $i$ ;



3 - dalla larghezza B e dal coefficiente  $k_s$  di Strickler.

Ne conseguono:

- la forte influenza del valore di  $\gamma$  e quindi del contenuto solido della corrente (durante le piene nei torrenti si riscontrano valori di  $1200 \div 1300 \text{ kg/m}^3$ ; nei fenomeni di lava torrentizia (debris-flow) si giunge anche a  $1700 \div 2000 \text{ kg/m}^3$ );
- la possibilità di correggere i valori di  $\tau$  modificando i, B e  $k_s$ .

L'applicazione delle equazioni dell'equilibrio limite varia a secondo che ci si trovi in condizioni tali per cui il rapporto  $Y/d_{50}$ , tra tirante e diametro medio del sedimento d'alveo, sia maggiore o minore di 6.

Nel primo caso (alvei a carattere fluviale con prevalenza di sedimento fine e coesivo) è possibile utilizzare l'abaco di Shields; nel secondo caso le conoscenze sperimentali (Butera e Sordo, 1984) indicano decisi scostamenti dalla curva di Shields.

Per il rio Moja, poiché  $Y/d_{50}$  è minore di 6, si è adottata la formulazione di Butera e Sordo (1984):

$$y = \left( \frac{M}{N} \right)^2 \frac{\beta d_{50}}{i}$$

$$\frac{Q}{B} \left( \frac{M^{10/3}}{N^{7/3}} \sqrt{g} \right) \frac{b^{5/3} d_{50}^{3/2}}{i^{7/6}}$$

$$M = 1.75 \left( \frac{y}{d_{50}} \right)^{-0.117}$$

$$N = 2.41 \left[ \left( \frac{y}{d_{50}} \right)^{-1/6} - 0.45 \left( \frac{y}{d_{50}} \right)^{-1.227} \right] \ln \left[ 2.73 \left( \frac{y}{d_{50}} \right) \right]$$

Le formulazioni precedenti vengono riassunte nell'abaco di Figura 5. Applicando le equazioni al tratto in oggetto sia per portate di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, larghezza sul fondo alveo di 1,0 m, pendenza pari alla media attuale sia per portata pari alla media annua si ottiene:

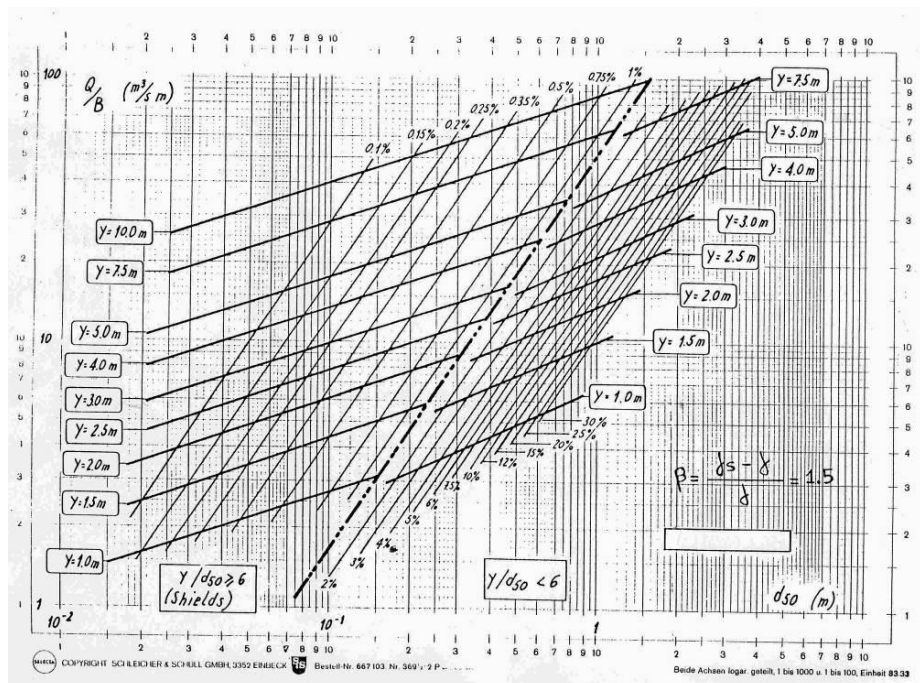
Comune di Madonna del Sasso (VB)

**REALIZZAZIONE NUOVA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE PLESINA E MANUTENZIONE**

**STRAORDINARIA OPERA DI PRESA SUL TORRENTE MOJA, IN COMUNE DI MADONNA DEL SASSO (VB)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

- la portata con tempo di ritorno 100 anni, è in grado di movimentare massi del diametro medio di oltre 10÷30 cm e scalzare dalle sponde massi con diametro sino a 40 cm.



**Figura 5 - Abaco stabilità**

## 5. CONCLUSIONI

La presente relazione descrive i risultati finali dei calcoli idrologici ed idraulici condotti al fine di dimensionare correttamente le opere di ripristino necessarie a garantire il corretto regime di captazione della portata necessaria all'esercizio del servizio acquedotto di Madonna del Sasso

Milano, dicembre 2021

Aggiornamento giugno 2023

**IL PROGETTISTA INCARICATO**

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

**HA COLLABORATO:**

Dott. Ing. Chiara Moscardini