

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO AGROVOLTAICO DA CIRCA 226,6 MW_p DENOMINATO

"ALIAI"

SITO NEI COMUNI DI
PATERNÒ (CT) – RAMACCA (CT) – CASTEL DI IUDICA (CT) – CENTURIPPE
(EN) – S.S. DI AIDONE N.288 – S.S. 192

Relazione di Compatibilità in relazione agli attraversamenti delle opere di connessione interferenti con il fiume Dittaino e Simeto

COMMITTENTE:

CHERRY PICKING S.R.L.

Corso Buenos Aires n.54, 20124 Milano (MI)

PROJECT MANAGER

Ing. Raimondo Barone

IL TECNICO

Ing. Vincenzo Crucillà

TITOLO ELABORATO:

MITEPUAREL029I1.docx

CODICE

MITEPUAREL029I1

REVISIONE:

00

DATA ELABORATO:

05/06/2024

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO PAI E PGRA	5
2.1	Attraversamento in corrispondenza del Fiume SIMETO n. SI-77	5
2.2	Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI44	7
2.3	Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI-72	8
2.4	Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI-96	9
3.	VALUTAZIONI SUI FENOMENI EROSIVI IN ALVEO E SCHIACCIAMENTO CAVIDOTTO	11
3.1	Verifica della profondità	12
3.2	Formazione di buche	13
3.3	Barre alternate	14
3.4	Profondità di posa della condotta	14
3.5	Verifica allo schiacciamento del cavidotto	15



1. PREMESSA

La presente relazione è relativa ad un progetto di impianto fotovoltaico da 226,6 MW, da realizzarsi nei Comuni di Paternò (CT), Ramacca (CT), Castel di Iudica (CT) e Centuripe (EN).

In particolare, la parte di opera oggetto della presente richiesta di parere all’Autorità di Bacino, è il tratto di cavidotto in Alta Tensione che attraversa il Fiume Simeto e il tratto di cavidotto in media tensione che attraversa in tre punti il fiume Dittaino in sub-alveo tramite tecnica TOC.

- 1) Il tratto di cavidotto in alta tensione che passa per la SP 102, poi passa per la SP 15, e, nell’intorno del km 2.31, attraversa il fiume Simeto per poi andare alla stazione elettrica “Paternò” di proprietà di Terna;
- 2) il tratto di cavidotto in media tensione che va dal sotto campo “ALIAI 5”, in direzione sud verso il sotto campo “ALIAI 4” e, nell’intorno del km 48.700 della SS 192, attraversa il fiume Dittaino;
- 3) il tratto di cavidotto in media tensione in prossimità del sotto campo “ALIAI 4”, passa per la SP 102 II, e, nell’intorno del km 1.340 attraversa il fiume Dittaino;
- 4) il tratto di cavidotto in media tensione tra i sotto campi “ALIAI 1” e “ALIAI 2”, attraversa il fiume Dittaino. Di seguito rappresentazione su google earth di tali attraversamenti.

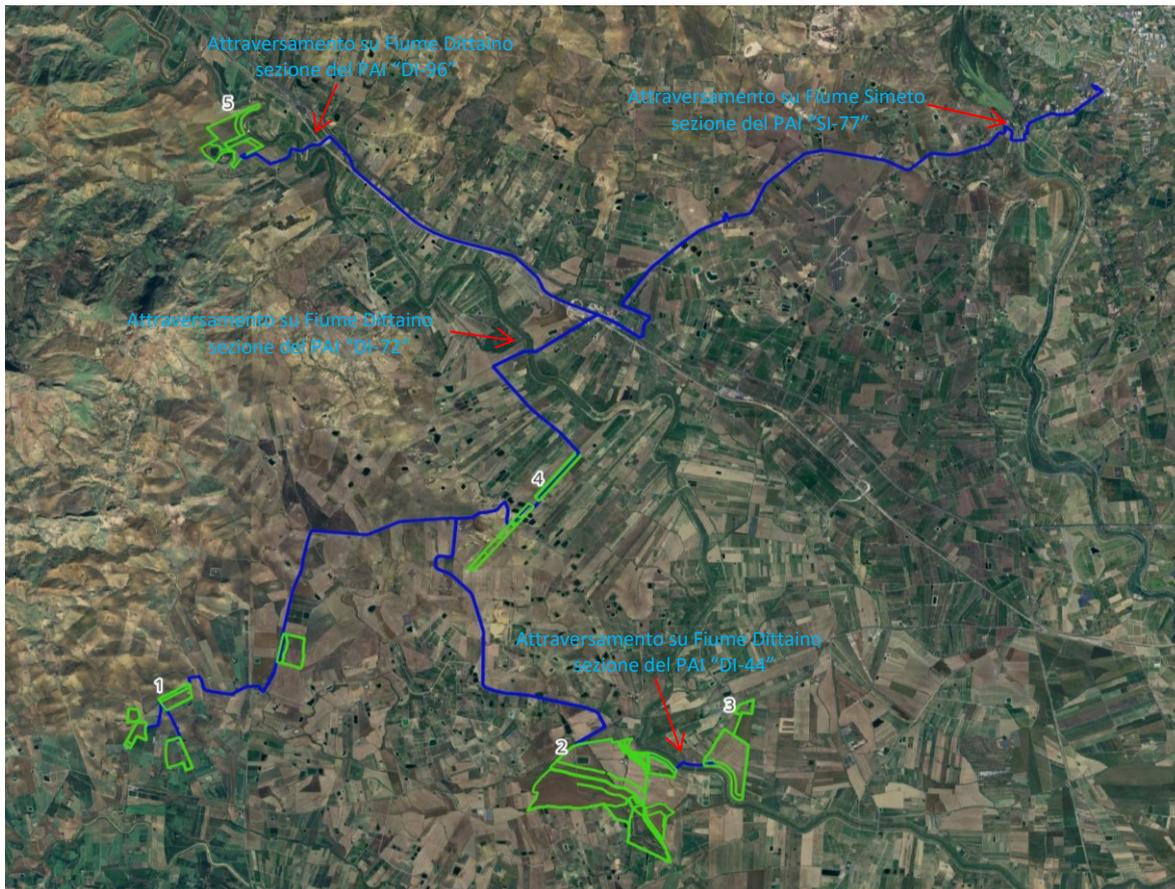


Figura 1. Inquadramento territoriale dei campi fotovoltaici e opere di connessione con individuazione degli attraversamenti su ortofoto



2. INQUADRAMENTO PAI E PGRA

Le aree in questione sono ubicate all'interno del bacino del Simeto che, secondo le codificazioni del PAI, è indicato col numero di bacino 094. Più in particolare le aree ricadono all'interno del bacino alluvionale del fiume Dittaino che è un affluente del citato fiume Simeto.

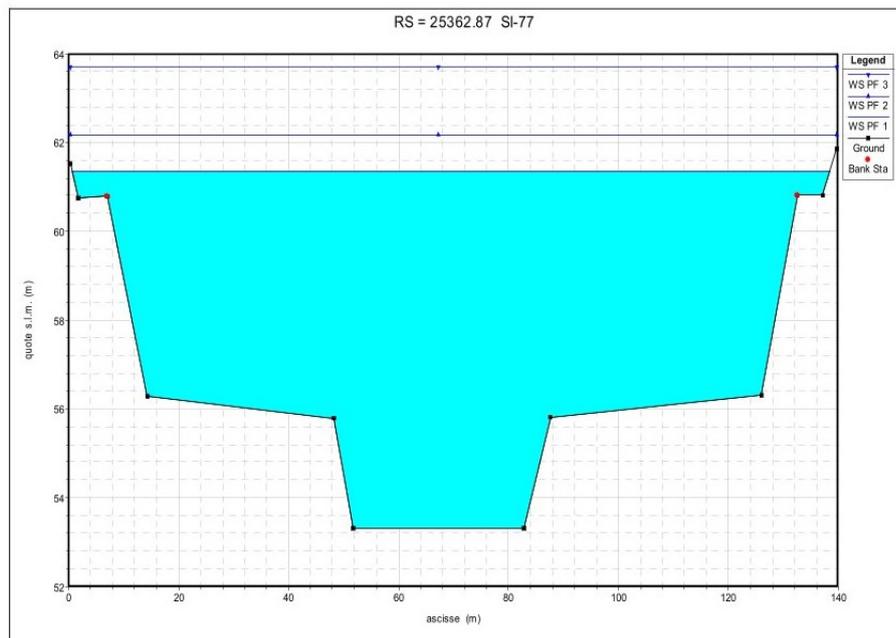
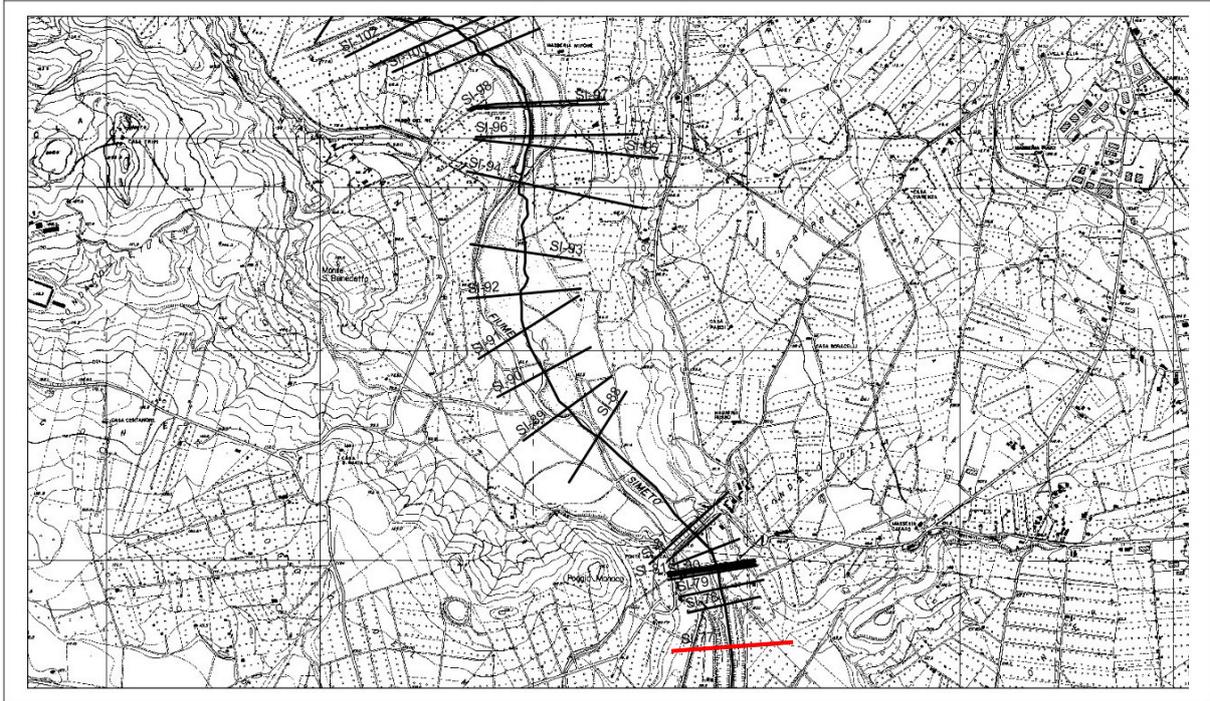
Il Bacino del Dittaino (959 Km²) è compreso tra il bacino del Salso a Nord e quello del Gornalunga a Sud e presenta una rete idrografica ramificata nella parte montana e con un andamento a meandri nella parte centrale e valliva. L'asta principale si sviluppa complessivamente per circa 93 km.

Il fiume Dittaino trae origine, sotto il nome di torrente Bozzetta, a quota 925 m. s.m. dalle pendici orientali dei monti Erei nella zona centrale della Sicilia. Sul Bozzetta è stato realizzato il serbatoio Nicoletti che raccoglie i deflussi di circa 50 km² di bacino diretto. Nel bacino sotteso dal Nicoletti sono state realizzate solo opere di sistemazione trasversali, costituite in prevalenza da briglie semplici in calcestruzzo. Tali interventi interessano il Bozzetta, il torrente Manna ed il vallone dell'Ammaro. A valle della diga i maggiori affluenti del Dittaino sono il torrente Calderari ed il vallone Sciaгуana. Il cavidotto interrato, effettua un attraversamento del fiume Simeto e in tre punti del fiume Dittaino, tramite tecnica TOC, interferendo con aree a pericolosità idraulica mappate nel PAI.

2.1 Attraversamento in corrispondenza del Fiume SIMETO n. SI-77

L'attraversamento avviene in corrispondenza della sezione del PAI del Fiume Simeto numero SI-77 di cui si riporta di seguito lo stralcio planimetrico e le relative dimensioni con l'indicazione dei livelli di piena.

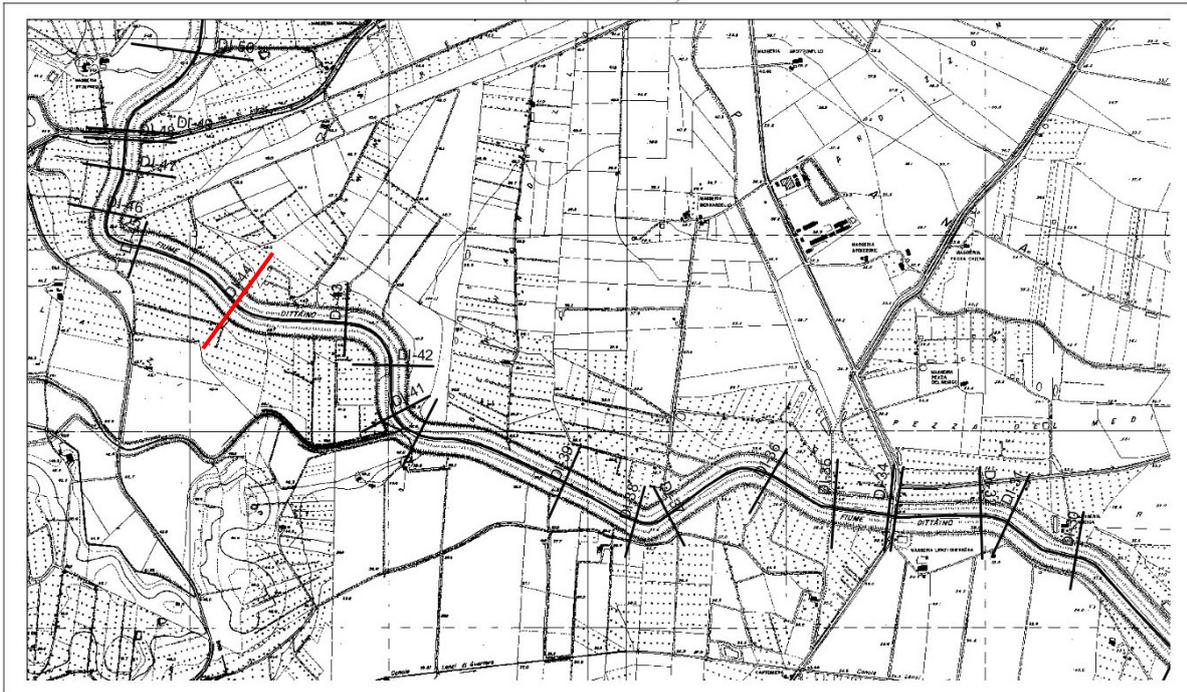
Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Simeto (da SI-93 a SI-77)

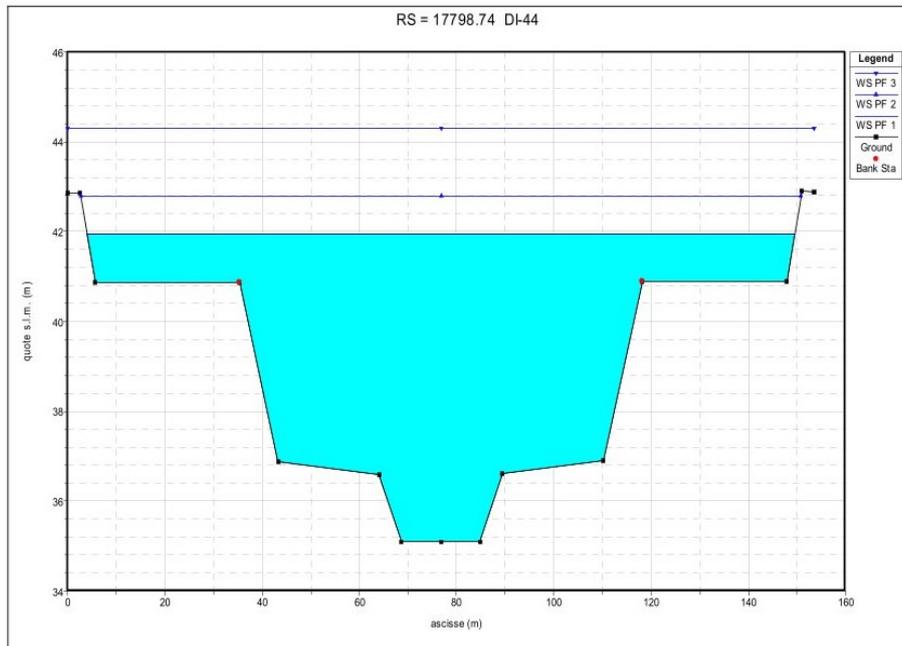


2.2 Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI44

L'attraversamento avviene in corrispondenza della sezione del PAI del Fiume Dittaino numero DI-44 di cui si riporta di seguito lo stralcio planimetrico e le relative dimensioni con l'indicazione dei livelli di piena.

Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino (da DI-49 a DI-30)

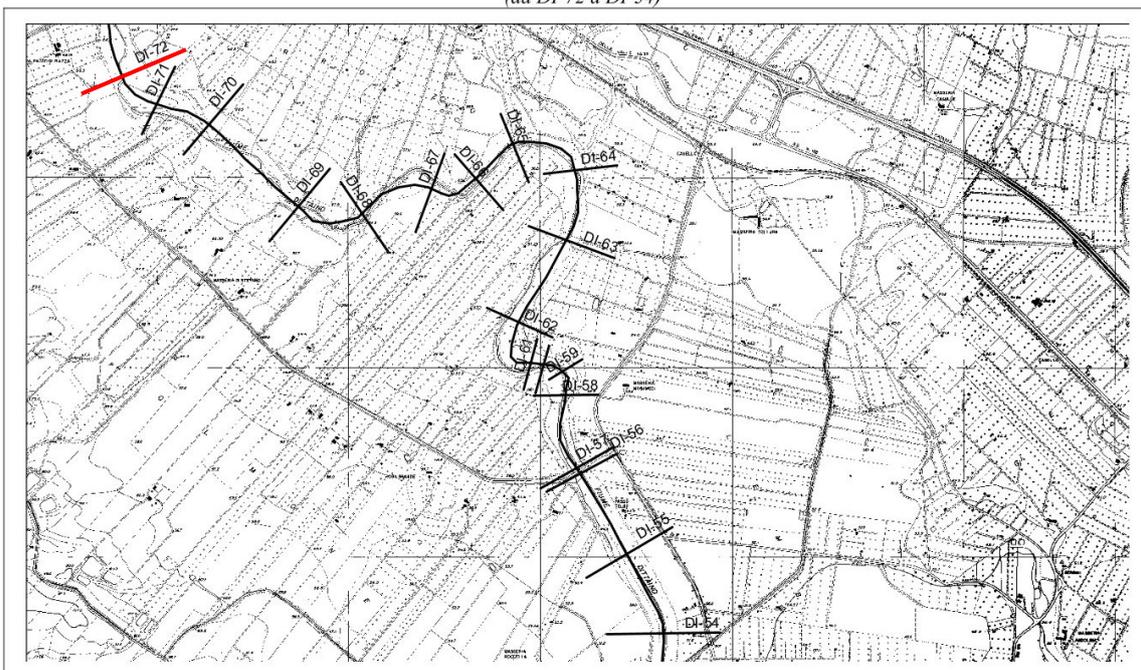


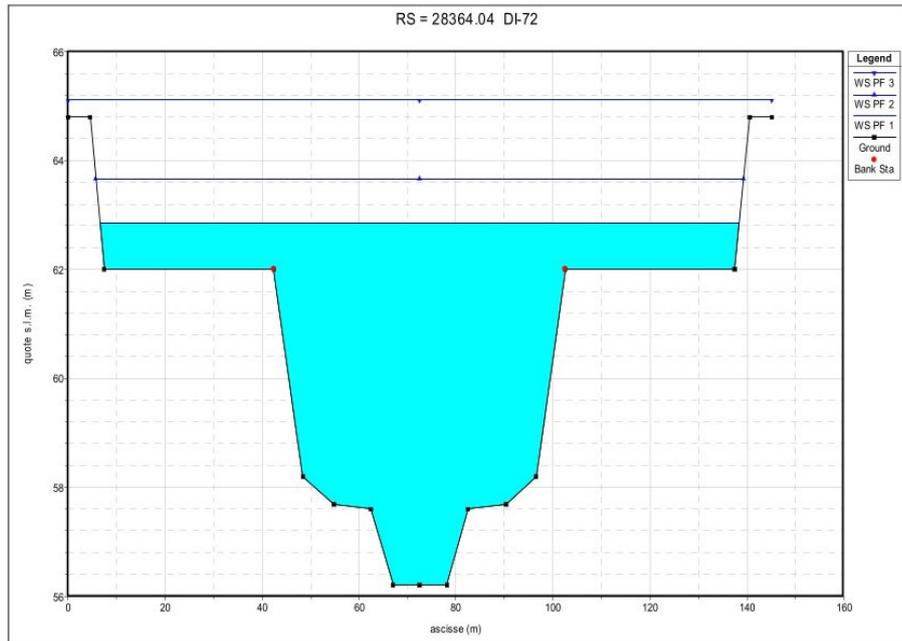


2.3 Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI-72

L'attraversamento avviene in corrispondenza della sezione del PAI del Fiume Dittaino numero DI-72 di cui si riporta di seguito lo stralcio planimetrico e le relative dimensioni con l'indicazione dei livelli di piena.

Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino (da DI-72 a DI-54)

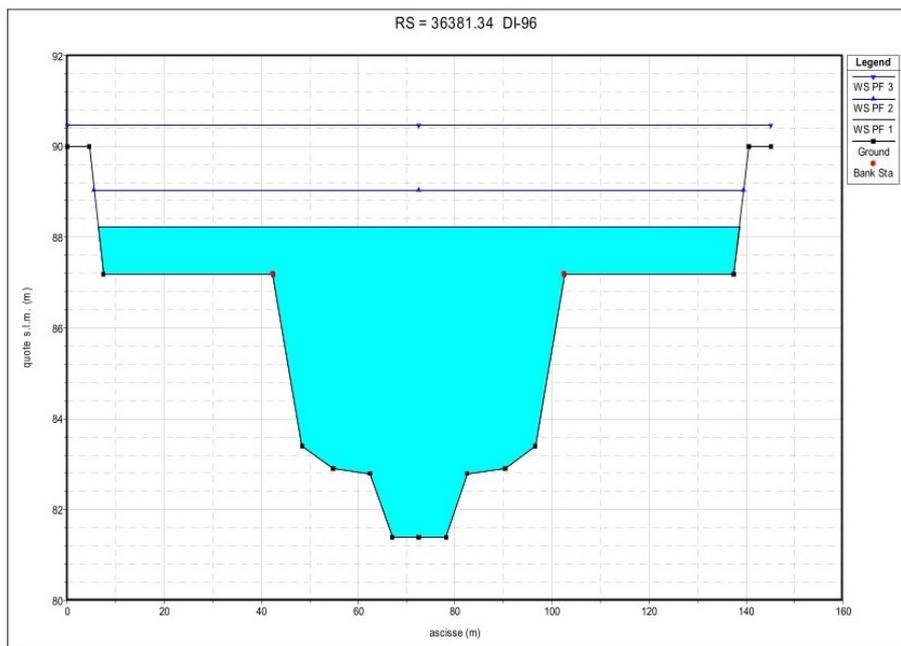
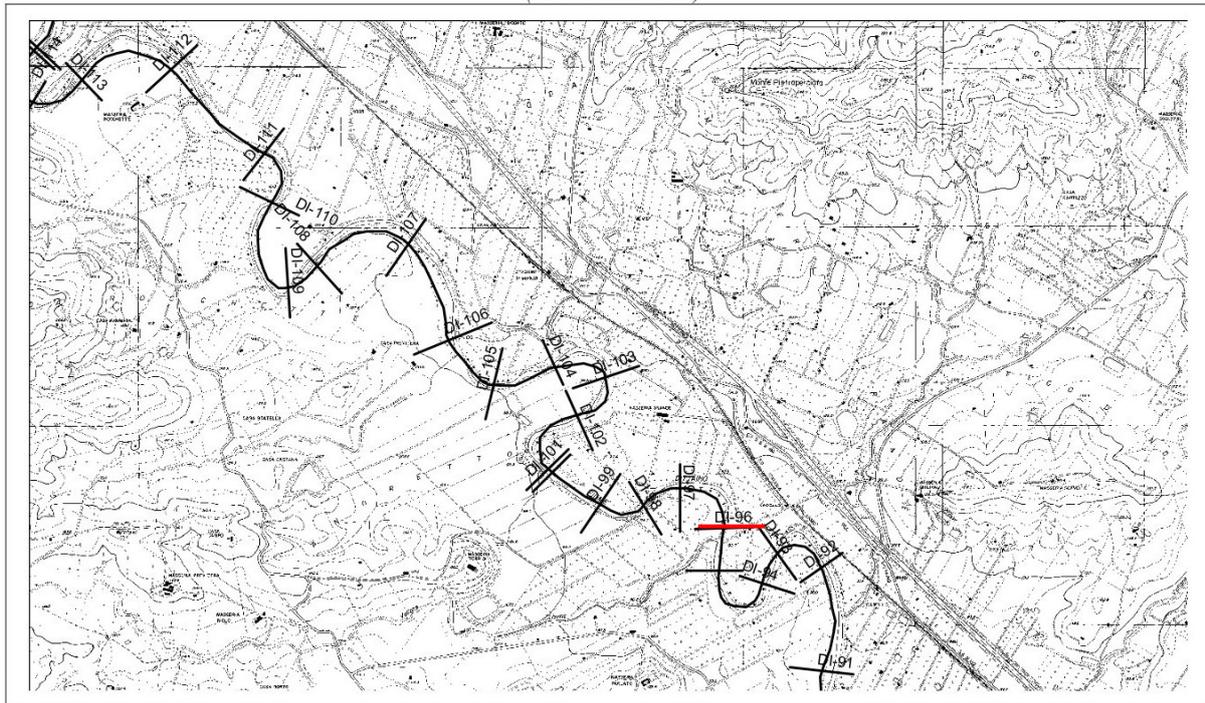




2.4 Attraversamento in corrispondenza del Fiume Dittaino n. DI-96

L'attraversamento avviene in corrispondenza della sezione del PAI del Fiume Dittaino numero DI-96 di cui si riporta di seguito lo stralcio planimetrico e le relative dimensioni con l'indicazione dei livelli di piena.

Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino (da DI-111 a DI-91)



3. VALUTAZIONI SUI FENOMENI EROSIVI IN ALVEO E SCHIACCIAMENTO CAVIDOTTO

In relazione ai fenomeni erosivi in alveo ed allo schiacciamento del cavidotto si è ritenuto opportuno procedere con le seguenti verifiche:

- ✓ verifica della profondità di erosione del corso d'acqua utile a determinare la profondità di realizzazione;
- ✓ verifica allo schiacciamento del cavidotto.

Nel seguito tutte le verifiche saranno effettuate esclusivamente con riferimento alle condizioni più gravose e quindi a tempi di ritorno di 300 anni.

Si riporta preliminarmente le tabelle riepilogative dei dati idraulici che caratterizzano le sezioni dei fiumi Simeto e Dittaino utili alle predette valutazioni.

- DATI IDRAULICI RILEVATI DAL PAI SULLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO FIUME SIMETO n. SI-77

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning ($m^{-1/3} s$)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m^3/s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza l.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m^2)
SI-77	53.31	0.033-0.06	50	3993	61.34	8.03	0.003280	5.48	734.0
			100	4881	62.16	8.85	0.003136	5.85	848.0
			300	6710	63.71	10.40	0.002914	6.49	1063.4

Figura 2. Valori delle caratteristiche idrauliche fiume Simeto

- DATI IDRAULICI RILEVATI DAL PAI SULLA SEZIONE DI ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME DITTAINO n. DI-44, n. DI-72, n. DI-96

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo (m)	Coeff. di Manning ($m^{-1/3} s$)	Tempo di ritorno (anni)	Portata (m^3/s)	Quota pelo libero (m s.l.m.)	Tirante idrico (m)	Pendenza l.c.t. (m/m)	Velocità media alveo (m/s)	Sezione idrica (m^2)
DI-44	35.09	0.034	50	1610.00	41.94	6.85	0.001675	3.55	496.15
			100	2192.00	42.80	7.71	0.001688	3.94	621.28
			300	3436.00	44.30	9.21	0.001697	4.58	851.09

Figura 3. Valori delle caratteristiche idrauliche fiume Dittaino

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo	Coeff. di Manning	Tempo di ritorno	Portata	Quota pelo libero	Tirante idrico	Pendenza l.c.t.	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(m)	(m ^{-1/3} s)	(anni)	(m ³ /s)	(m s.l.m.)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)
DI-72	56.20	0.034	50	1610.00	62.86	6.66	0.003582	5.02	362.48
			100	2192.00	63.66	7.46	0.003465	5.45	469.64
			300	3436.00	65.10	8.90	0.003314	6.18	666.52

Figura 4. Valori delle caratteristiche idrauliche fiume Dittaino

Nome sez. (dist. dalla foce in m)	Quota fondo alveo	Coeff. di Manning	Tempo di ritorno	Portata	Quota pelo libero	Tirante idrico	Pendenza l.c.t.	Velocità media alveo	Sezione idrica
	(m)	(m ^{-1/3} s)	(anni)	(m ³ /s)	(m s.l.m.)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)
DI-96	81.39	0.034	50	1570.00	88.23	6.84	0.002918	4.64	386.72
			100	2137.00	89.03	7.64	0.002890	5.08	493.11
			300	3351.00	90.45	9.06	0.002860	5.82	689.64

Figura 5. Valori delle caratteristiche idrauliche fiume Dittaino

3.1 Verifica della profondità

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei dei fiumi possono subire modifiche di forma, spesso anche importanti, durante gli eventi di piena. Tali eventi possono essere causati da lo stato naturale dell'alveo, ad esempio, curve strette, discontinuità di fondo, confluenze etc., o da elementi generati dall'uomo, come ad esempio opere effettuate all'interno dell'alveo. Le analisi di natura sperimentale disponibili, forniscono certamente indicazioni circa l'entità dei fenomeni, anche se va sottolineato che ogni formula empirica che si trova nella letteratura di settore, è legata a specifici casi di erosione in alveo, ed è dunque importante tenere in considerazione questo aspetto, nell'utilizzo delle stesse. Per i motivi sopra esposti, al fine di stimare le profondità di erosione dell'alveo, si procederà in questo studio ad utilizzare più formule empiriche adatte allo scopo, in aggiunta ad un coefficiente di sicurezza adeguato, ed a scegliere il risultato più cautelativo. Anzitutto va precisato che in tutte le zone di attraversamento, oggetto della presente relazione, i fiumi Simeto e Dittaino presentano tratti caratterizzati da basse pendenze, da un andamento mediamente tortuoso, ma che non si ritiene tale da alterare profondamente le caratteristiche della corrente. In considerazione di quanto sopra, si procede con le seguenti verifiche.

3.2 **Formazione di buche**

Per quanto riguarda la formazione locale di buche, in genere queste erosioni avvengono in corrispondenza di discontinuità del fondo, come in presenza di meandri o manufatti, oppure, in modo meno prevedibile, in alvei costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare, sempre in concomitanza con correnti particolarmente veloci ed irregolarità geometriche dell'alveo. Fra i modelli più noti per la valutazione della profondità di erosione, in presenza di questo fenomeno (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, etc.), ci si riferisce nel presente studio alla formula di Schoklitsh, la quale presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici, che si riporta di seguito

$$S=0,378 \bullet H^{1/2} \bullet q^{0,35} + 2,15 \bullet a$$

Dove:

S = profondità di erosione

H = carico totale relativo alla sezione immediatamente a valle della buca

q = Q_{max}/L è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente in piena

a = dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca, assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale di fondo alveo, nella massima incisione considerando una larghezza pari all'altezza idrica massima.

In alvei in pianura a bassa pendenza lungo in corso d'acqua ed a sezione larga, in assenza di ostruzioni importanti, se l'altezza idrica della corrente in piena risulta più elevata della sommità dell'alveo, H si può calcolare come di seguito

$$H=1,2 \bullet h_a$$

dove h_a è l'altezza degli argini.

Su tale valore si precisa che la formula utilizzata consente di determinare l'ordine di grandezza dei valori calcolati, pertanto va utilizzata con opportuno coefficiente di sicurezza. Quindi, in considerazione delle caratteristiche dell'alveo fluviale e dei materiali presenti nei diversi attraversamenti, si considera un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,10; sulla base di quanto riportato, il valore di S, relativo al fenomeno degli approfondimenti locali (tipo buche), è pari a:

- 1) 2,81 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-44
- 2) 2,81 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-72
- 3) 2,88 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-96
- 4) 4,38 m, per l'attraversamento del fiume Simeto sulla sezione n. SI-77

3.3 Barre alternate

Per quanto attiene al fenomeno delle barre alterne, queste sono sedimenti che si propagano lentamente nel fondo degli alvei, determinando una sequenza di zone di scavo e di deposito. Esistono espressioni empiriche per il calcolo della massima altezza di deposito rispetto al fondo della buca di erosione, tra le quali si riporta, ed utilizza per il presente scopo, la espressione di Ikeda:

$$H_{bmax} = 0,18 \cdot Y \cdot (D/Y)^{0,45} \cdot \beta^{1,45}$$

dove

$Y = A/B$ = profondità media della corrente

A = Superficie della sezione della corrente

B = Larghezza del pelo libero

D = diametro medio dei sedimenti

$\beta = bf / 2Y_{med}$

bf = larghezza equivalente del fondo alveo

Sulla base della precedente espressione il valore della profondità massima di erosione nei casi specifici, applicando un coefficiente di sicurezza pari a 1,1 è pari a:

- 5) 1,85 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-44
- 6) 1,31 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-72
- 7) 0,81 m, per l'attraversamento del Dittaino sulla sezione n. DI-96
- 1) 1,75 m, per l'attraversamento del fiume Simeto sulla sezione n. SI-77

3.4 Profondità di posa della condotta

In coerenza con le valutazioni precedentemente riportate la profondità di posa della condotta sarà di almeno di:

- 1) 2,81 m, per l'attraversamento n. DI-44 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo
- 2) 2,81 m, per l'attraversamento n. DI-72 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo
- 3) 2,88 m, per l'attraversamento n. DI-96 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo

- 4) 4,38 m, per l'attraversamento n. SI-77 del fiume Simeto dal punto più depresso dell'alveo

3.5 Verifica allo schiacciamento del cavidotto

Preso atto della profondità di posizionamento delle condotte nei diversi attraversamenti e cioè:

- 1) 2,81 m, per l'attraversamento n. DI-44 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo
- 2) 2,81 m, per l'attraversamento n. DI-72 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo
- 3) 2,88 m, per l'attraversamento n. DI-96 del Dittaino dal punto più depresso dell'alveo
- 4) 4,38 m, per l'attraversamento n. SI-77 del fiume Simeto dal punto più depresso dell'alveo

e del massimo battente idrico possibile in corrispondenza della piena con $T = 300$ anni e cioè:

- 1) 9,21 m, per l'attraversamento n. DI-44 del Dittaino
- 2) 8,9 m, per l'attraversamento n. DI-72 del Dittaino
- 3) 9,06 m, per l'attraversamento n. DI-96 del Dittaino
- 4) 10,4 m, per l'attraversamento n. SI-77 del fiume Simeto dal punto più depresso dell'alveo

è possibile ricavare la tensione verticale lineare che agisce sul cavo.

A tal proposito si considera un terreno con $\gamma_{sat} = 2000 \text{ kg/m}^3$ ed un diametro del cavo pari a 100 mm; applicando un coefficiente di sicurezza pari a $F=1,1$ il cavidotto dovrà avere una resistenza allo schiacciamento pari a:

- 1) 1483 kg/m per l'attraversamento n. DI-44 del Dittaino
- 2) 3630 kg/m per l'attraversamento n. DI-72 del Dittaino
- 3) 1482 kg/m per l'attraversamento n. DI-96 del Dittaino
- 4) 2083 kg/m per l'attraversamento n. SI-77 del Simeto