

**Studio di Ingegneria**

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli,19 86039 Termoli (CB)  
Tel. 3333788752 email ing.nicolaroselli@gmail.com

**REGIONE PUGLIA**  
**Comuni di Stornarella e Orta Nova**  
**Provincia di Foggia**

**PROGETTO DEFINITIVO**

AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI DEL DLGS 29/12/2003 n.387 RELATIVA ALLA COSTRUZIONE ED ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLE RELATIVE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 24,029 MW E DELLA POTENZA NOMINALE IN A.C. PARI A 21,00 MW SITO NEI COMUNI DI ORTA NOVA E STORNARELLA.

TITOLO TAVOLA  
**RELAZIONE IDRAULICA**

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI
<p>Ing. Rocco SALOMONE</p> <p>IL CONSULENTE Dott. Massimo MACCHIAROLA</p> <p>CONSULENZE E COLLABORAZIONI</p> <p>Arch Gianluca DI DONATO Archeol. Gerardo FRATIANNI Per. Ind. Alessandro CORTI Ing. Elvio Muretta Geol. Vito PLESCIA</p>	<p><b>LIMES 26 S.R.L.</b> SEDE LEGALE Milano, cap 20121 via Manzoni n° 41 P.IVA 10537760968, Rappresentante legale dott. Cristiano Spillati.</p>	

<b>4.2.5</b>	FILE Q6HSS18_4.2.5_RELAZIONE IDRAULICA	CODICE PROGETTO Q6HSS18	SCALA
--------------	---	----------------------------	-------

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	10/03/2020	EMISSIONE	ROSELLI	LIMES26	LIMES26
B	DATA				
C	DATA				
D	DATA				
E	DATA				
F	DATA				

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi utilizzazione, totale o parziale, senza previa autorizzazione

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	--

<b>A.01 Premessa</b> .....	<b>3</b>
<b>A.02 Posa del cavidotto interrato in MT</b> .....	<b>3</b>
<b>A.03 Studio Idrologico</b> .....	<b>7</b>
<b>A.04 Verifiche idrauliche</b> .....	<b>16</b>
<b>A.05 Conclusioni</b> .....	<b>21</b>
<b>A.06 Tabulati</b> .....	<b>22</b>

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>2</b>	<b>22</b>

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	--

## A.01 Premessa

Il presente studio è finalizzato esclusivamente alla verifica idraulica della modalità di posa del cavidotto ovvero viene effettuato uno studio idraulico, condotto mediante applicazione di modellistica di propagazione delle piene in alveo in condizioni di moto permanente, adottando un modello monodimensionale, per valutare la forza erosiva del regime idraulico e verificare di conseguenza il ricoprimento della zona di attraversamento del reticolo idrografico del cavidotto.

## A.02 Posa del cavidotto interrato in MT

L'elettrodotta interrata in MT di collegamento tra il campo fotovoltaico e la cabina sarà posato in gran parte su sede stradale, posizionato in banchina, intersecando 2 corsi d'acqua e 2 corsi d'acqua episodici, questi ultimi evidenziati solo nella carta idrogeomorfologica.

Le intersezioni ai due corsi d'acqua saranno risolte ancorando i cavidotti contenenti gli elettrodotti alle strutture esistenti. Nel seguito si evidenzia l'intero impianto e le suddette intersezioni.



*Rappresentazione grafica dell'intero impianto su ortofoto*

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>3</b>	<b>22</b>

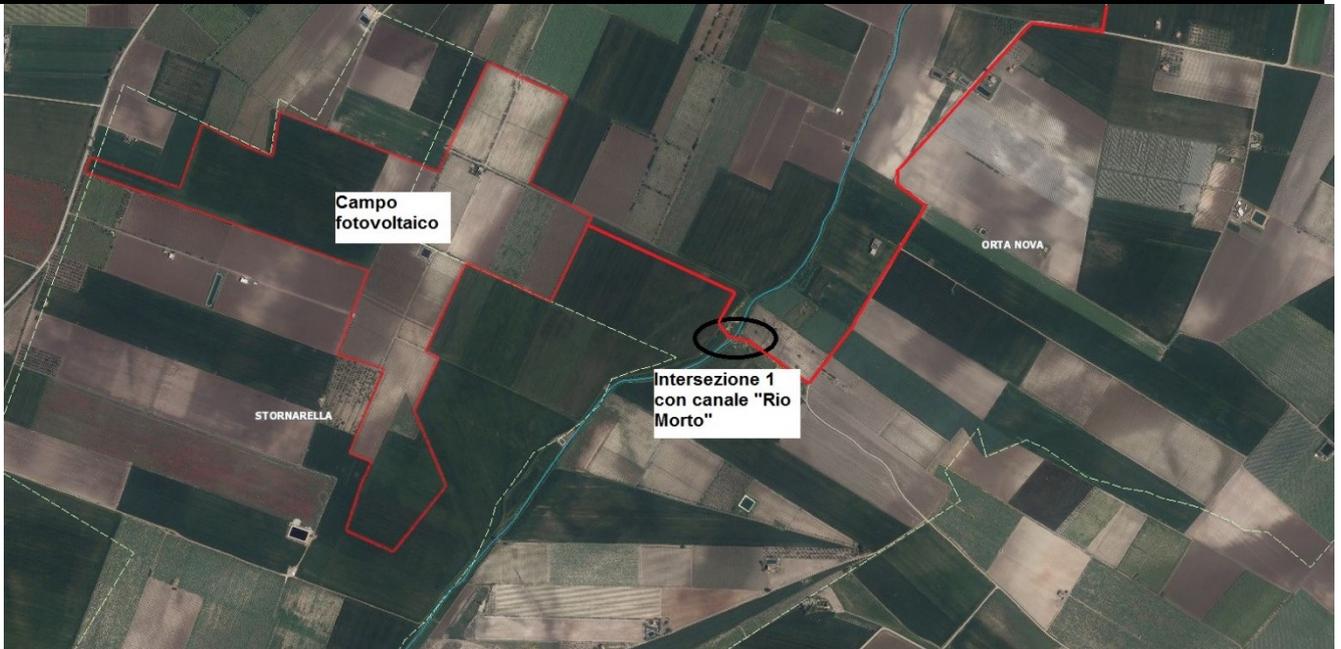
Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

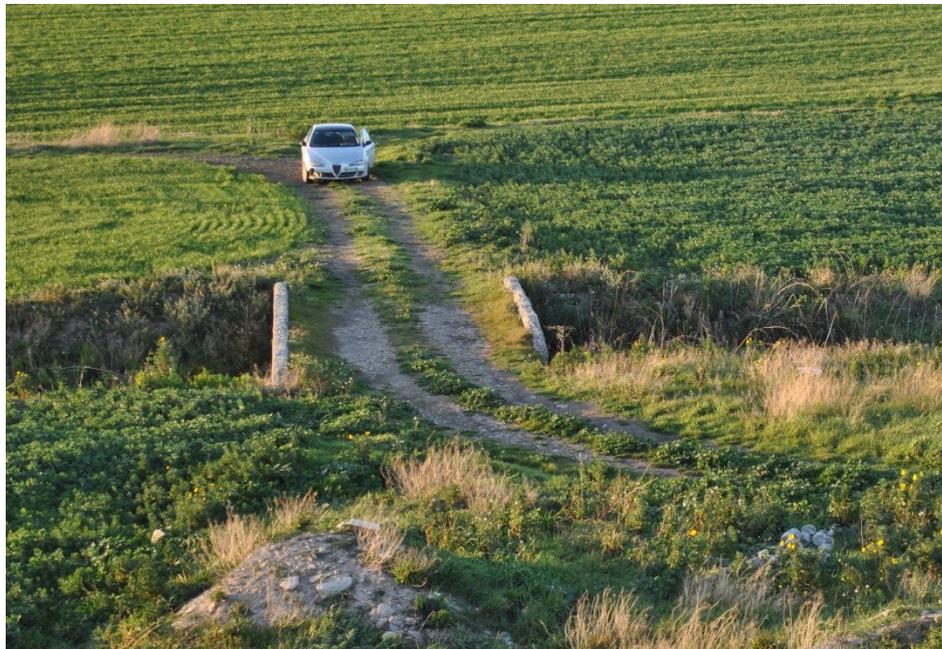
**Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**



*Rappresentazione grafica su ortofoto della prima intersezione con il canale "Rio Morto"*



*Rappresentazione fotografica dell'intersezione n. 1*

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>4</b>	<b>22</b>

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	--



*Rappresentazione grafica su ortofoto della seconda intersezione con il canale "Marana Pidocchiosa"*



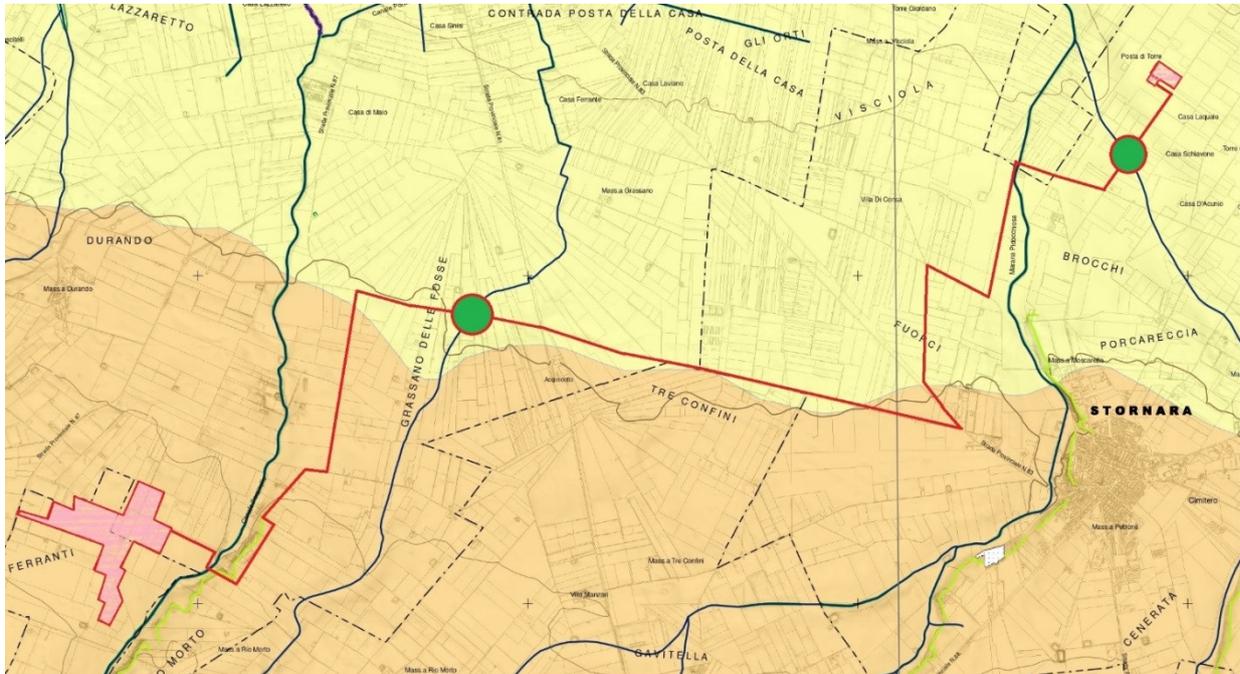
*Rappresentazione fotografica dell'intersezione n. 2*

Nella carta idrogeomorfologica sono presenti altri due canali d'acqua definiti "episodici" la cui caratteristica è quella di drenare parte del territorio agricolo circostante; hanno rilevanza modesta e a seguito della proposta d'intervento, non vengono a modificarsi le caratteristiche originarie, né tantomeno incidono sulle caratteristiche del tracciato.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>5</b>	<b>22</b>

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	--

Di sotto le relative rappresentazioni grafiche.



*Rappresentazione grafica dell'intero impianto su base cartografica idrogeomorfologica*

Per quanto la verifica idraulica, come già spiegato nella relazione idrologica, **si è scelto il bacino tributario più esteso** per individuare le condizioni idrodinamiche più gravose al fine di verificare la sicurezza idraulica dell'intersezione del reticolo.

In particolare l'analisi è stata effettuata sul canale "Rio Morto" ipotizzandolo attivo ovvero ipotizzandolo al colmo ovvero con la porta massima ivi transitabile, data anche la sezione del canale più estesa. Inoltre la suddetta verifica indica anche il grado di sicurezza rispetto al campo fotovoltaico e che è stato ipotizzato ad una distanza minima non inferiore a 150 ml dal suddetto canale.

La compatibilità dell'intersezione del cavidotto con il reticolo idrografico si ottiene progettando la posa del cavidotto secondo i seguenti requisiti:

- non modificare la morfologia dell'alveo;
- non essere interessato dall'acqua in caso di piena;
- non aumentare la pericolosità nelle zone contermini.

Per raggiungere gli obiettivi elencati precedentemente, la posa dei cavi avverrà attraverso ancoraggio alla struttura esistente e opportunamente ancorato alle estremità, oltrepassando l'alveo.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>6</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

## A.03 Studio Idrologico

### *Scelta dei dati Pluviometrici*

Per quanto riguarda lo studio idrologico si è fatto riferimento al metodo razionale, attraverso formule che sotto determinate ipotesi permette di calcolare la massima portata che una data pioggia determina per un dato bacino idrologico, in una sezione idraulica. Avendo cura di scegliere l'evento di pioggia critica per il suddetto bacino, il metodo consente di stimare la portata critica di deflusso. Nel suddetto metodo è lecito pensare che la massima portata defluente dalla sezione di sbocco del bacino sia una parte della pioggia caduta su tutta l'area del bacino in un certo tempo, pioggia costante nel tempo ed uniforme nello spazio avente una durata pari ad un valore critico per il bacino.

Per la scelta dei dati delle precipitazioni di massima intensità di durata 1,3,6,12 e 24 ore si è fatto riferimento ai dati relativi la stazione di misura di Orta Nova nel periodo 1959-2013:

ANNO	1 ora mm	3 ore mm	6 ore mm	12 ore mm	24 ore mm
1959	27,4	27,4	35,2	59,6	76,0
1960	34,6	36,4	41,0	41,2	42,8
1962	29,6	33,4	36,0	36,0	36,0
1967	16,2	24,0	28,2	29,6	40,6
1968	31,2	32,2	32,4	32,4	34,0
1973	17,2	19,0	19,6	29,0	35,4
1974	25,2	29,2	29,2	31,8	32,4
1975	49,0	57,2	58,0	59,4	59,4
1976	16,2	24,4	24,4	>>	>>
1977	14,0	19,6	25,4	26,0	26,2
1980	12,4	27,4	30,2	30,4	37,0
1982	8,0	15,4	18,4	25,6	28,4
1983	21,4	27,2	27,2	35,6	42,2
1984	19,0	21,4	22,4	31,0	41,0
1986	15,4	19,6	25,2	28,2	28,8
1987	32,6	42,6	47,8	48,0	48,0
1988	23,8	37,0	50,8	56,6	56,8
1989	20,8	22,6	22,6	22,6	33,4
1990	10,8	19,4	33,2	51,2	61,6

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>7</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

1991	18,4	24,8	27,2	35,0	46,6
1992	21,2	26,8	32,0	32,2	32,4
1993	18,4	28,8	33,8	34,0	40,4
1994	14,6	16,2	21,6	24,4	24,4
1995	20,8	24,0	34,4	52,0	79,8
1996	16,2	25,0	25,4	30,2	34,2
1997	15,8	18,0	23,2	44,2	56,2
1998	13,4	16,0	33,0	37,8	41,6
1999	31,2	40,8	41,0	41,4	46,6
2000	12,6	21,0	27,8	41,0	42,8
2002	38,0	49,8	49,8	49,8	49,8
2003	30,0	31,0	38,6	50,6	65,0
2004	27,2	28,2	28,2	31,2	39,4
2005	21,4	23,0	23,0	26,6	37,8
2006	25,2	36,2	43,6	45,0	46,8
2007	33,6	33,8	38,8	41,0	42,6
2008	23,0	23,0	28,2	37,2	39,2
2009	>>	>>	>>	>>	>>
2010	13,0	25,2	36,0	39,0	42,2
2011	12,8	16,2	24,8	31,8	37,2
2012	24,0	24,8	31,0	50,0	73,8
2013	30,8	40,4	48,0	69,8	91,8

### *Costruzione delle curve di Possibilità Pluviometrica*

Le curve di possibilità pluviometrica sono state costruite a partire da elaborazioni statistiche, utilizzando le serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione di durata 1,3,6,12,24 ore, con il metodo di Gumbel. Tali curve esprimono la relazione fra le massime precipitazioni annuali  $h$  e la loro durata  $t$ , per un assegnato periodo di ritorno  $T$ , ovvero 10, 30, 50, 100, 200, 500 anni.

Tali curve sono descritti da una legge di potenza monomia del tipo:

$$h_{t,T} = a t^n$$

Dove l'altezza di pioggia  $h$  è espressa in mm,  $t$  esprime la durata della precipitazione espressa in ore, ed infine  $a$  ed  $n$  sono due parametri dipendenti dai tempi di ritorno.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>8</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

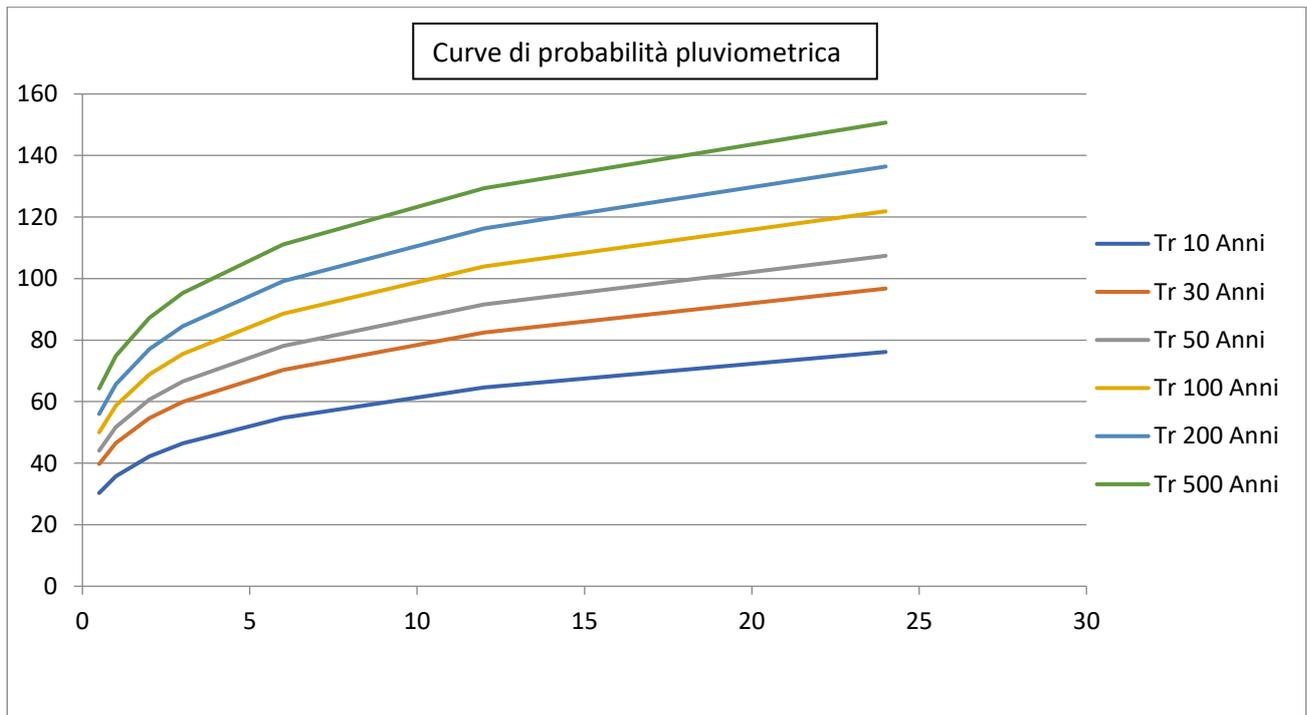
**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

**Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**

T anni	10		30		50		100		200		500	
t (h)	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
	35,75	0,238	46,59	0,23	51,71	0,23	58,68	0,23	65,68	0,23	74,89	0,22
1	35,75		46,59		51,71		58,68		65,68		74,89	
3	46,43		59,98		66,58		75,55		84,56		95,37	
6	54,76		70,35		78,08		88,61		99,18		111,08	
12	64,58		82,51		91,58		103,92		116,32		129,37	
24	76,17		96,77		107,40		121,88		136,42		150,69	



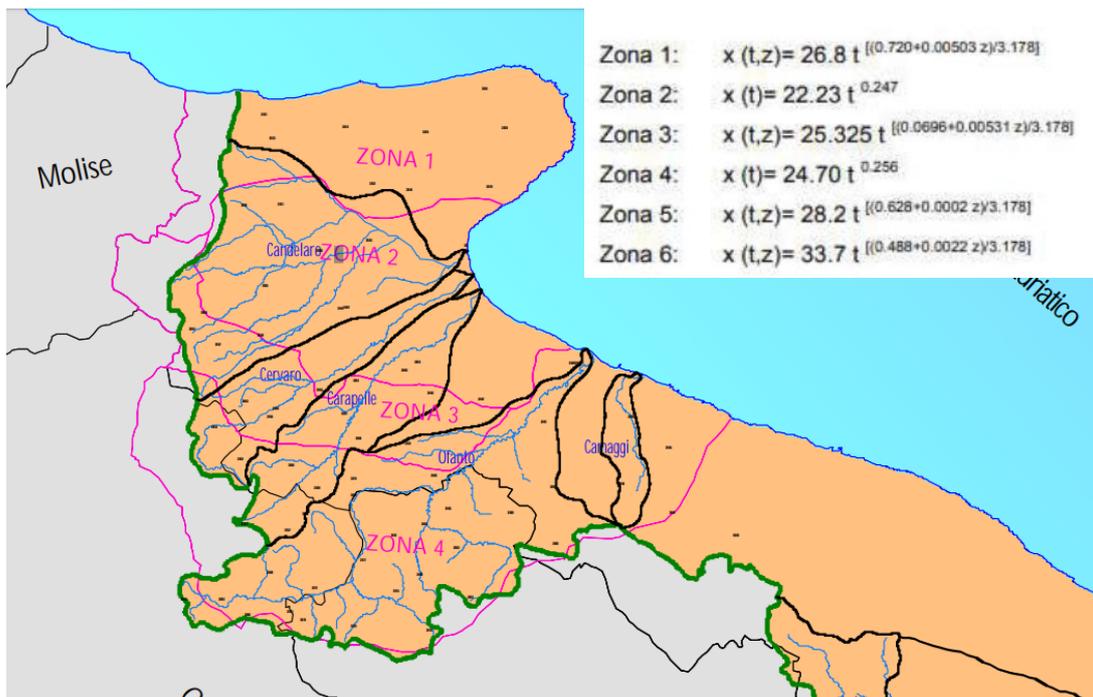
SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>9</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

*Il VAPI Puglia*

Con il fine di ridurre l'incertezza si è scelto di utilizzare tecniche di analisi regionale, che si basano su sull'individuazione di aree, indicate come zone o sottozone omogenee all'interno delle quali è possibile assumere la costanza di alcuni parametri.

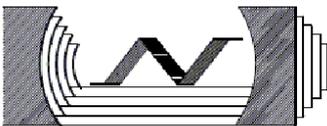
Nel rapporto VAPI Puglia, il territorio di competenza dell' Autorità di Bacino interregionale, è stato suddiviso da un punto di vista dell'approccio pluviometrico, in 6 aree Pluviometriche Omogenee per ognuna delle quali è possibile calcolare la curva di possibilità pluviometrica sulla base di alcune equazioni.



In particolare la zona omogenea di appartenenza, nel caso del suddetto progetto è la numero 2, per la quale la curva di possibilità pluviometrica è data dalla relazione:

$$x(t,h) = 22.23 t^{0.247}$$

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>10</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

VAPI ZONA 2	
t (ore)	H (mm)
1	22,23
2	26,38
3	29,16
4	31,31
5	33,08
6	34,61
7	35,95
8	37,15
9	38,25
10	39,26
11	40,19
12	41,07
13	41,89
14	42,66
15	43,39
16	44,09
17	44,76
18	45,39
19	46,00
20	46,59
21	47,15
22	47,70
23	48,23
24	48,74

Ai detti valori, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente il Fattore di Crescita KT (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), che per le zone della puglia settentrionale, vale:

$$Kt = 0.5648 + 0.415 \ln (T)$$

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>11</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

**Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**

t (ore)	H (mm)	H*Kt T=10	H*Kt T=25	H*Kt T=50	H*Kt T=100	H*Kt T=200	H*Kt T=500
1	22,23	33,79	43,79	48,64	55,04	61,35	69,80
2	26,38	40,10	51,97	57,72	65,32	72,81	82,84
3	29,16	44,32	57,45	63,80	72,20	80,48	91,56
4	31,31	47,59	61,68	68,50	77,52	86,41	98,31
5	33,08	50,28	65,17	72,38	81,91	91,30	103,88
6	34,61	52,60	68,17	75,72	85,68	95,51	108,66
7	35,95	54,64	70,82	78,65	89,01	99,22	112,88
8	37,15	56,47	73,19	81,29	91,99	102,54	116,66
9	38,25	58,14	75,35	83,69	94,71	105,57	120,11
10	39,26	59,67	77,34	85,90	97,21	108,35	123,27
11	40,19	61,10	79,18	87,94	99,52	110,94	126,21
12	41,07	62,42	80,90	89,86	101,68	113,35	128,95
13	41,89	63,67	82,52	91,65	103,71	115,61	131,53
14	42,66	64,85	84,04	93,34	105,63	117,74	133,96
15	43,39	65,96	85,49	94,95	107,44	119,77	136,26
16	44,09	67,02	86,86	96,47	109,17	121,69	138,45
17	44,76	68,03	88,17	97,93	110,82	123,53	140,54
18	45,39	69,00	89,42	99,32	112,39	125,29	142,53
19	46,00	69,93	90,63	100,66	113,90	126,97	144,45
20	46,59	70,82	91,78	101,94	115,36	128,59	146,29
21	47,15	71,68	92,90	103,18	116,76	130,15	148,07
22	47,70	72,50	93,97	104,37	118,11	131,65	149,78
23	48,23	73,30	95,01	105,52	119,41	133,11	151,43
24	48,74	74,08	96,01	106,63	120,67	134,51	153,03

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>12</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

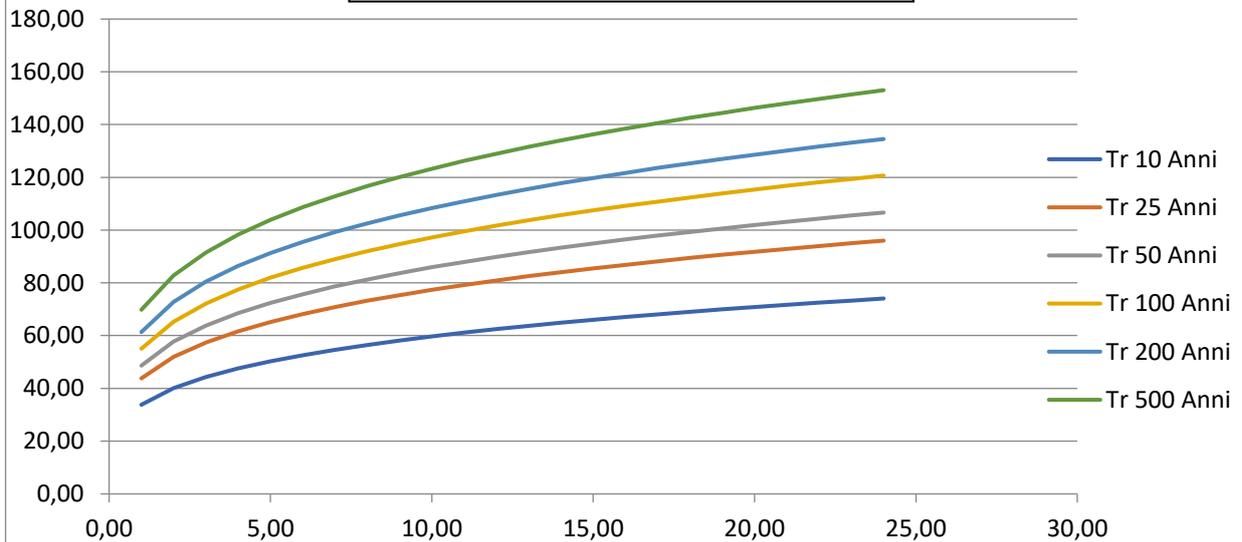
**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

**Ditta Proponente: LAMES 26 s.r.l.**

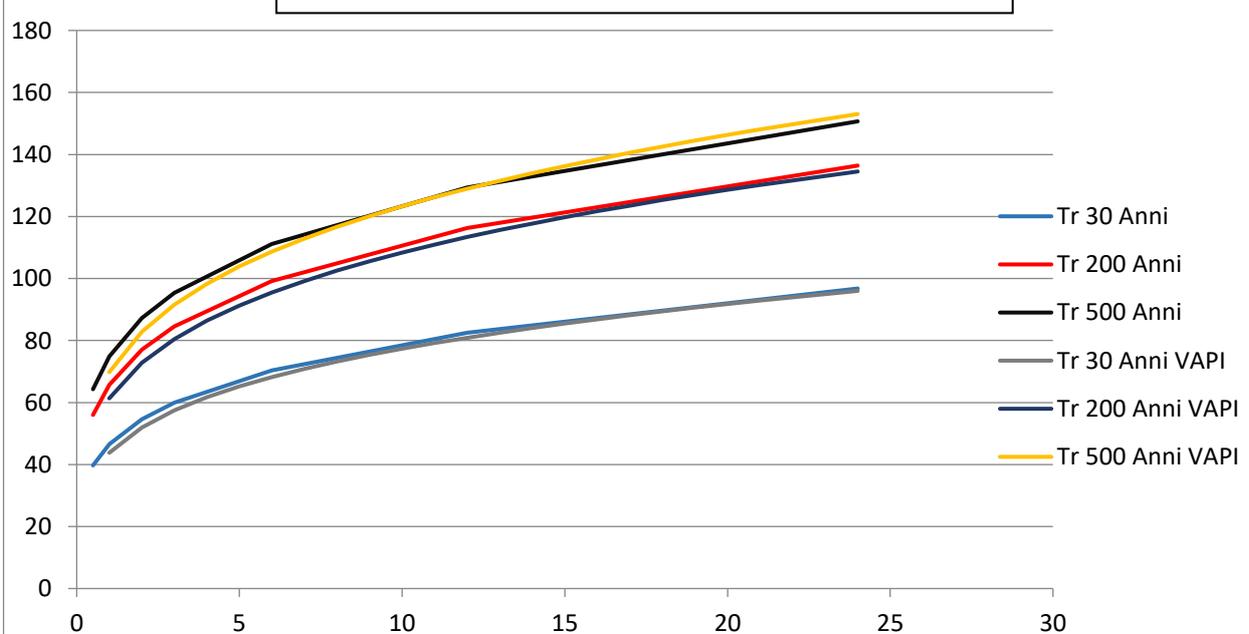


**Studio di Ingegneria**

Curve di probabilità pluviometrica-VAPI



CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA GUMBEL - VAPI



Confronto curve Gumbel – VAPI per tempi di ritorno T 30, 200, 500 Anni

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>13</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

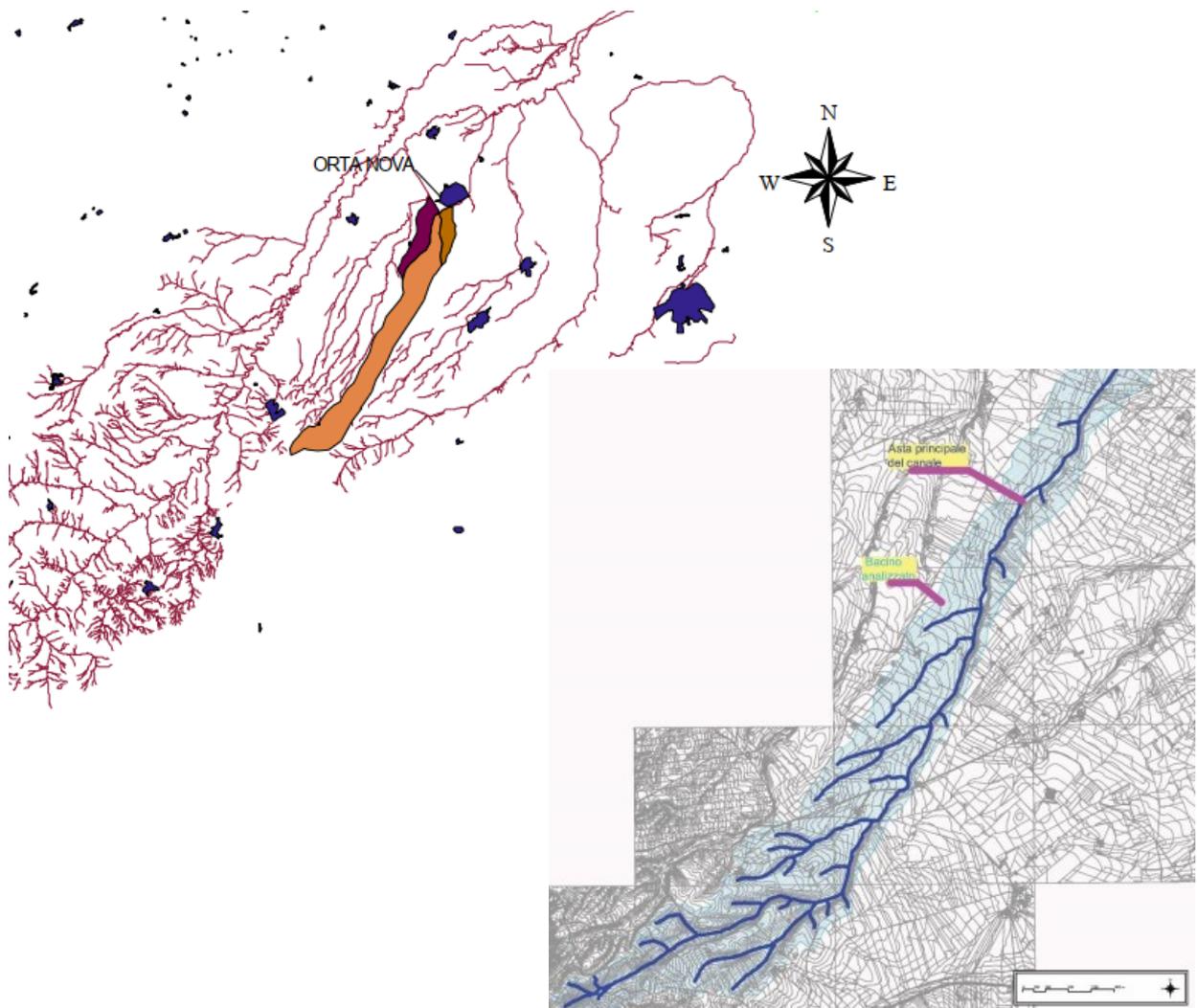
*Calcolo del tempo di corrivazione e della portata critica*

Per il calcolo della portata di piena ad un assegnato tempo di ritorno è necessario valutare il tempo di corrivazione, inteso come tempo impiegato da una goccia di acqua, caduta nel punto idraulicamente più sfavorito per raggiungere la sezione di chiusura. Per il calcolo si è scelto di utilizzare la formula di Giandotti:

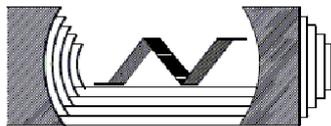
$$\text{formula di Giandotti } t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - h_0}} ;$$

con  
 $t_c$  = tempo di corrivazione  
 $A$  = area di bacino  
 $L$  = lunghezza asta  
 $H_m$  = altezza media

Si è dunque individuato il bacino di riferimento



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>14</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	--	--

Calcolato il tempo di corrivazione si è dunque proceduti alla determinazione della portata critica per tempi di ritorno 30, 200, 500 anni, mediante la formula:

$$Q = (C * ic * A) / 3.6$$

Con

$ic = h / tc$

$C =$  coefficiente di deflusso

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.	0,50	0,45	0,40

**Valori da letteratura del coefficiente di deflusso**

DATI BACINO			
Superficie Scolante	S=	18,5	Kmq
Lunghezza asta	L=	19	Km
Quota media	Zm=	260	m
Quota massima	Zmax=	440	m
Quota minima	Zmin=	80	m
Dislivello medio	Hmedio=	180	m

Tempo di corrivazione			
Giandotti	tc=	4,26	ore

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>15</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

Deflusso		C= 0,5				
Tr	a	n	tc	h	ic	Q
30	46,59	0,23	4,26	70,35	16,51	61,95
200	65,68	0,23	4,26	99,18	23,28	87,34
500	74,89	0,22	4,26	111,08	26,08	97,82

Deflusso		C= 0,5		
Tr	tc	h	ic	Q
30	4,26	65,17	15,30	57,39
200	4,26	91,3	21,43	80,40
500	4,26	103,88	24,38	91,48

Portata critica dedotta dalle curve VAPI

## A.04 Verifiche idrauliche

Nei paragrafi successivi verranno mostrati i risultati delle modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale, effettuate per l'asta situata nei pressi del campo fotovoltaico, per la definizione dei profili di corrente, durante il passaggio delle piene di progetto con il tempo di ritorno 200 anni.

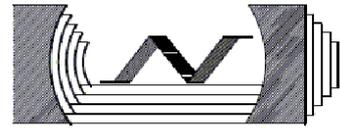
La geometria dello stato di fatto è stata modellata sulla base del DTM messo a disposizione dal geoportale della Regione Puglia e successivamente rielaborato con Qgis, integrato con le informazioni reperite durante i sopralluoghi, dal quale sono state estrapolate le superfici del reticolo idrografico da caricare su hec-ras.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>16</b>	<b>22</b>

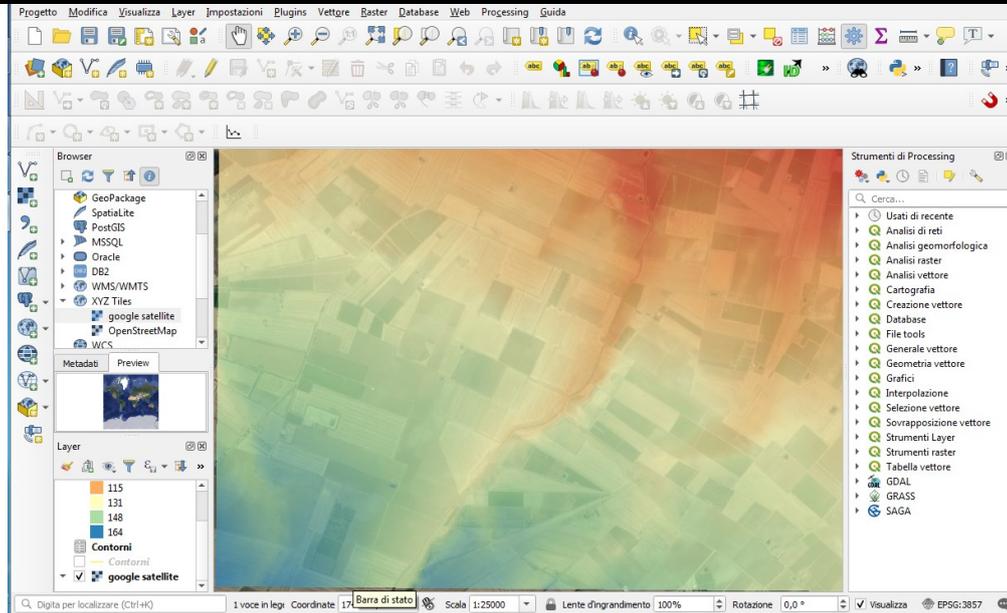
Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

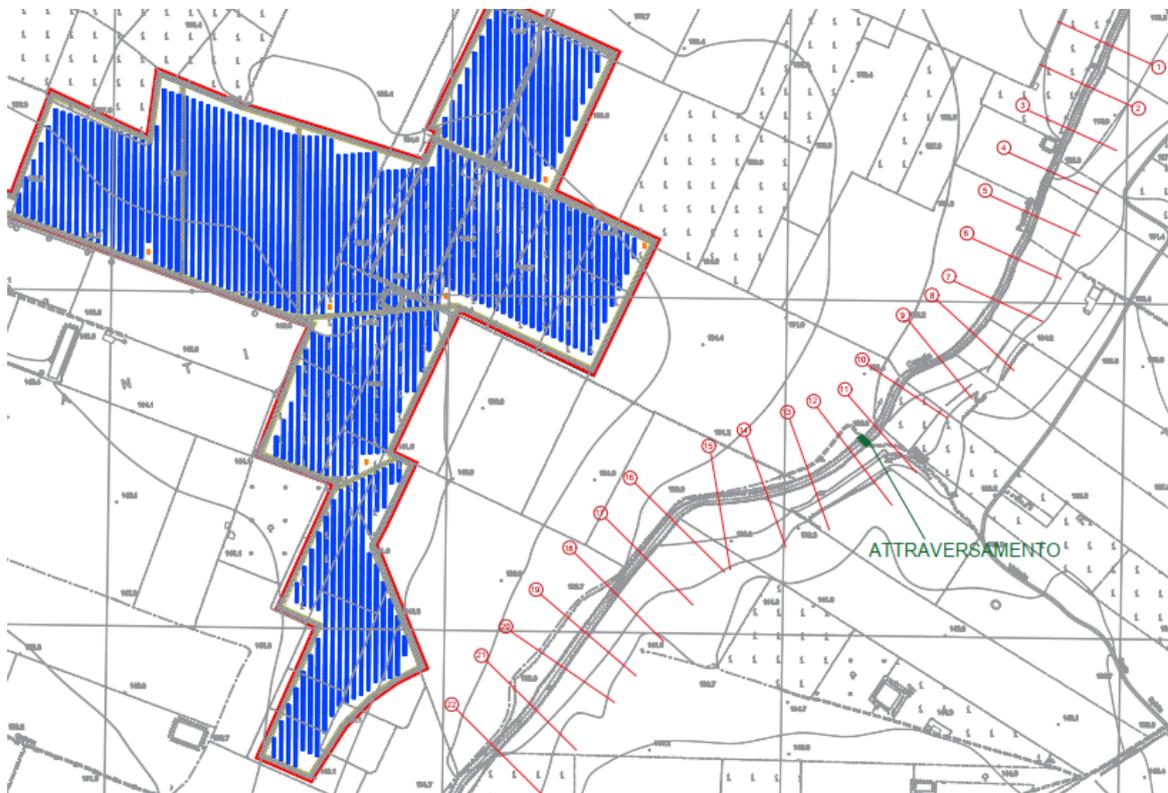
**Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**



Sono state dunque individuate le sezioni di controllo definite successivamente nella finestra RAS MAP del software per la costruzione delle geometrie



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>17</b>	<b>22</b>

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p align="center"><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	---

Hec – Ras consente il calcolo dei profili idraulici per moto permanente gradualmente vario in canali naturali ed artificiali. I profili sono calcolati tra una sezione e l'altra, tramite la soluzione dell'equazione delle energia, in maniera iterativa. L'equazione è:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2f} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2f} + h_e$$

Dove : Y1,Y2 : profondità acqua alle sezioni 1 e 2;

Z1, Z2: quota dei punti più depressi delle sezioni, misurati rispetto alla quota di riferimento (livello medio mare);

V1, V2: velocità medie;

$\alpha_1, \alpha_2$ : coefficienti di Coriolis;

f: accelerazione gravitazionale;

he: perdite di carico.

Per la perdita di carico il modello utilizza l'espressione:

$$h_e = L\bar{s}f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2f} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2f} \right|$$

Dove: L: lunghezza tratto;

$\bar{s}f$  : valore rappresentativo della cadente tra le due sezioni;

C: coefficiente di contrazione o espansione.

La lunghezza del tratto pesata è calcolata:

$$L = \frac{L_{lab} + \bar{Q}_{lab} + L_{ch} \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lab} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

Dove: Llab: lunghezza tratto tra sezione per golena sinistra;

Lch: lunghezza tratto tra sezione per canale centrale;

Lrob: lunghezza tratto tra sezione per golena destra;

$\bar{Q}_{lab}$  :media aritmetica portata golena sinistra;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

$\bar{Q}_{ch}$  : media aritmetica portata canale centrale;

$\bar{Q}_{rob}$  :media aritmetica portata golena destra.

La determinazione della cadente è calcolata in ogni zona di suddivisione (canale centrale e golene) con l'equazione di Manning:

$$Q = K \cdot Sf^{1/2}$$

con

$$K = \frac{1,486}{n} \cdot AR^{2/3}$$

K: coefficiente di trasporto;

n: coefficiente di Manning di scabrezza;

A: area bagnata;

R: raggio idraulico (area/perimetro bagnato).

La cadente, in base all'equazione di Manning, può esprimersi come:

$$Sf = \left( \frac{Q}{k} \right)^2 \text{ per ogni sezione}$$

la valutazione del valore rappresentativo nei tratti tra le sezioni avviene tramite espressioni alternative:

- Media coefficiente trasporto  $\bar{Sf} = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 ;$

- Media  $\bar{Sf} = \frac{Sf_1 + Sf_2}{2}$

- Media geometrica  $\bar{Sf} = \sqrt{Sf_1 \cdot Sf_2} ;$

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>19</b>	<b>22</b>

<p>Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)</p>	<p><b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Stornarella e Orta Nova – (provincia di Foggia)</b></p> <p><b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b></p>	 <p><b>Studio di Ingegneria</b></p>
--	---	--

- Media armonico

$$\bar{S}_f = \frac{2(Sf_1 \cdot Sf_2)}{Sf_1 + Sf_2}$$

Il programma utilizza automaticamente la relazione più opportuna.

Le perdite dovute alla contrazione e all'espansione sono valutate con l'equazione:

$$h_{ce} = C \left| \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right|$$

con C: Coefficiente di contrazione o espansione.

Il programma assume che vi è una contrazione quando la velocità della sezione a valle è molto più grande che nella sezione a monte. Allo stesso modo considera una espansione quando la velocità nella sezione a monte è molto più grande che nella sezione a valle.

La procedura di calcolo avviene secondo la sequenza:

1. assunzione dell'altezza d'acqua della sezione a monte;
2. determinazione del coefficiente di trasporto e della velocità;
3. calcolo Sf e soluzione dell'equazione delle perdite di carico per calcolare he;
4. con i valori calcolati nei punti precedenti, soluzione dell'equazione dell'energia, per calcolare l'altezza d'acqua nella sezione immediatamente a valle;
5. comparazione del valore ottenuto in 4) con quello in 1); reiterazione della procedura da 1) a 5) fino a una differenza a 0,003 m.

L'altezza critica per una sezione trasversale se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il regime supercritico (corrente veloce) è stato specificato;
- il calcolo dell'altezza critica è richiesto dall'utente;
- per una sezione esterna l'altezza critica deve essere calcolata in considerazione delle condizioni al contorno immerse e del corretto regime di corrente;
- il numero di Froude indichi l'altezza critica necessita di essere determinata per verificare il regime di corrente associata all'altezza bilanciata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>20</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli Via Dei Meli, 19 86039 Termoli (CB)	<b>Impianto fotovoltaico a terra del tipo a          inseguimento solare da ubicare nei          Comuni di Stornarella e Orta Nova –          (provincia di Foggia)</b>  <b>Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.</b>	 <b>Studio di Ingegneria</b>
---	---	--

L'energia totale per una sezione è definita da:

$$H = WS + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

Dove: H = energia totale;

WS = altezza d'acqua;

$$\frac{\alpha V^2}{2g} = \text{altezza cinetica.}$$

## A.05 Conclusioni

L'altezza critica corrisponde all'altezza per cui l'energia totale è minima. I metodi di calcolo utilizzati sono due: parabolico e secante. Il primo è più veloce, ma può individuare un solo minimo di energia. Se questo metodo non converge, il programma automaticamente utilizzerà il metodo secante.

Dalle elaborazioni così eseguite, si è ottenuta l'identificazione delle aree inondate dalla portata di piena calcolata per tempo di ritorno di 200 anni.

Al termine delle elaborazioni condotte per ogni tratto, avendo modellato sezioni sufficientemente ampie si è individuata l'area interessata dalla portata con un tempo di ritorno duecentennale, è stato possibile definire il limite di contenimento della acque grazie alla morfologia del territorio. Bisogna inoltre considerare la distanza dell'opera in misura sufficiente e che le attività da effettuare non peggioreranno le condizioni di funzionalità idraulica, non costituiranno un fattore di aumento di pericolosità idraulica né localmente né nei tratti a monte e a valle; non costituiranno elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti, non pregiudicheranno sistemazioni idrauliche definitive.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>21</b>	<b>22</b>

Ing. Nicola Roselli  
Via Dei Meli, 19  
86039 Termoli (CB)

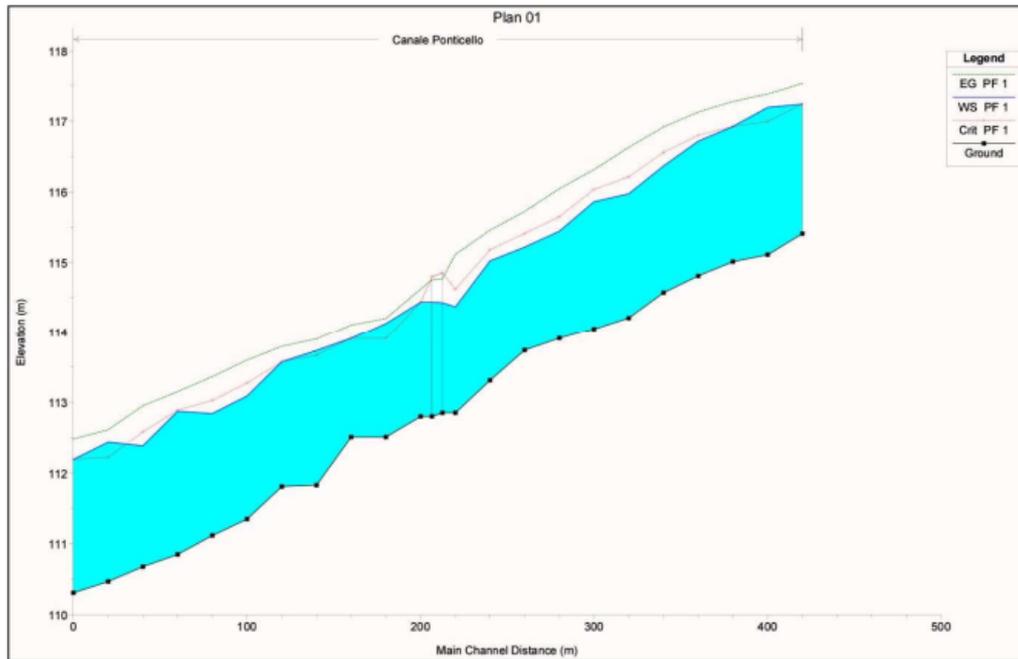
**Impianto fotovoltaico a terra del tipo a  
inseguimento solare da ubicare nei  
Comuni di Stornarella e Orta Nova –  
(provincia di Foggia)**

**Ditta Proponente: LIMES 26 s.r.l.**

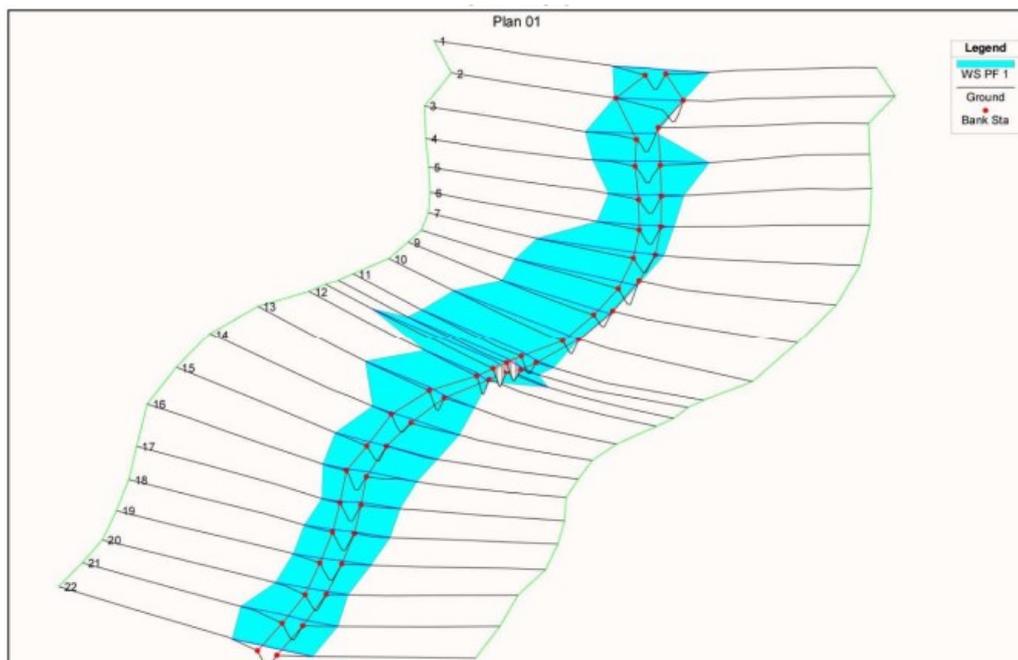


**Studio di Ingegneria**

## A.06 Tabulati



Profilo



Modellazione canale

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
	0	Relazione idraulica	<b>10/03/2020</b>	<b>22</b>	<b>22</b>

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 22 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	117.54				
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	117.25	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	117.25	Flow Area (m2)	2.69	9.28	3.91
E.G. Slope (m/m)	0.005830	Area (m2)	2.69	9.28	3.91
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	2.74	24.61	4.08
Top Width (m)	29.14	Top Width (m)	9.16	7.07	12.91
Vel Total (m/s)	1.98	Avg. Vel. (m/s)	1.02	2.65	1.04
Max Chl Dpth (m)	1.84	Hydr. Depth (m)	0.29	1.31	0.30
Conv. Total (m3/s)	411.7	Conv. (m3/s)	35.9	322.3	53.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	9.17	7.56	12.92
Min Ch El (m)	115.41	Shear (N/m2)	16.75	70.16	17.32
Alpha	1.46	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	1.99	3.58	0.58
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	7.74	3.37	3.56

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 21 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	117.39				
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	117.20	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	117.00	Flow Area (m2)	4.95	11.46	3.71
E.G. Slope (m/m)	0.003190	Area (m2)	4.95	11.46	3.71
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	4.08	24.53	2.83
Top Width (m)	34.93	Top Width (m)	14.82	7.61	12.51
Vel Total (m/s)	1.56	Avg. Vel. (m/s)	0.82	2.14	0.76
Max Chl Dpth (m)	2.09	Hydr. Depth (m)	0.33	1.51	0.30
Conv. Total (m3/s)	556.6	Conv. (m3/s)	72.2	434.4	50.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	14.84	8.18	12.52
Min Ch El (m)	115.11	Shear (N/m2)	10.44	43.79	9.28
Alpha	1.52	Stream Power (N/m s)	7139.55	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.09	Cum Volume (1000 m3)	1.92	3.37	0.50
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	7.50	3.22	3.30

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 20 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	117.28				
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	116.93	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.93	Flow Area (m2)	3.01	9.76	1.19
E.G. Slope (m/m)	0.006646	Area (m2)	3.01	9.76	1.19
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	3.23	27.36	0.85
Top Width (m)	25.61	Top Width (m)	10.47	7.45	7.69
Vel Total (m/s)	2.25	Avg. Vel. (m/s)	1.07	2.80	0.71
Max Chl Dpth (m)	1.92	Hydr. Depth (m)	0.29	1.31	0.15
Conv. Total (m3/s)	385.7	Conv. (m3/s)	39.7	335.6	10.4
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	10.50	8.07	7.70
Min Ch El (m)	115.01	Shear (N/m2)	18.69	78.79	10.07
Alpha	1.37	Stream Power (N/m s)	6997.84	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	1.84	3.16	0.46
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.25	3.07	3.10

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 19 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	117.13				
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	116.72	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.80	Flow Area (m2)	2.08	9.47	1.50
E.G. Slope (m/m)	0.007984	Area (m2)	2.08	9.47	1.50
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	2.05	28.25	1.13

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 19 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	27.08	Top Width (m)	9.40	7.49	10.19
Vel Total (m/s)	2.41	Avg. Vel. (m/s)	0.99	2.98	0.76
Max Chl Dpth (m)	1.91	Hydr. Depth (m)	0.22	1.26	0.15
Conv. Total (m3/s)	351.9	Conv. (m3/s)	23.0	316.2	12.7
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	9.41	8.20	10.20
Min Ch El (m)	114.81	Shear (N/m2)	17.28	90.49	11.53
Alpha	1.39	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	1.79	2.97	0.43
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	7.05	2.92	2.92

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 18 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.92	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.55	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	116.37	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.56	Flow Area (m2)	1.44	8.40	1.52
E.G. Slope (m/m)	0.012532	Area (m2)	1.44	8.40	1.52
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	1.35	28.83	1.26
Top Width (m)	29.91	Top Width (m)	9.88	7.52	12.51
Vel Total (m/s)	2.77	Avg. Vel. (m/s)	0.94	3.43	0.83
Max Chl Dpth (m)	1.80	Hydr. Depth (m)	0.15	1.12	0.12
Conv. Total (m3/s)	280.9	Conv. (m3/s)	12.0	257.6	11.3
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	9.88	8.26	12.51
Min Ch El (m)	114.57	Shear (N/m2)	17.86	124.99	14.90
Alpha	1.42	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.20	Cum Volume (1000 m3)	1.75	2.79	0.40
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.86	2.77	2.70

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 17 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.66	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	115.97	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.22	Flow Area (m2)	0.48	7.73	2.07
E.G. Slope (m/m)	0.015544	Area (m2)	0.48	7.73	2.07
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	0.32	28.90	2.22
Top Width (m)	27.11	Top Width (m)	6.35	7.08	13.68
Vel Total (m/s)	3.06	Avg. Vel. (m/s)	0.67	3.74	1.07
Max Chl Dpth (m)	1.76	Hydr. Depth (m)	0.07	1.09	0.15
Conv. Total (m3/s)	252.2	Conv. (m3/s)	2.6	231.8	17.8
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	6.35	7.85	13.69
Min Ch El (m)	114.21	Shear (N/m2)	11.42	150.07	23.03
Alpha	1.38	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)	1.73	2.63	0.36
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.70	2.62	2.43

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 16 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.32	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	115.86	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	116.04	Flow Area (m2)	0.87	8.12	4.01
E.G. Slope (m/m)	0.010636	Area (m2)	0.87	8.12	4.01
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	0.60	26.25	4.59
Top Width (m)	33.42	Top Width (m)	8.42	6.96	18.04
Vel Total (m/s)	2.42	Avg. Vel. (m/s)	0.69	3.23	1.15
Max Chl Dpth (m)	1.81	Hydr. Depth (m)	0.10	1.17	0.22
Conv. Total (m3/s)	304.9	Conv. (m3/s)	5.8	254.5	44.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	8.42	7.71	18.05
Min Ch El (m)	114.05	Shear (N/m2)	10.79	109.78	23.16

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 16 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.53	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)	1.72	2.47	0.30
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	6.55	2.48	2.12

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 15 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	116.05	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.60	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	115.44	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	115.65	Flow Area (m2)	2.61	7.39	1.17
E.G. Slope (m/m)	0.015623	Area (m2)	2.61	7.39	1.17
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	3.62	27.13	0.69
Top Width (m)	37.97	Top Width (m)	11.76	7.17	19.03
Vel Total (m/s)	2.81	Avg. Vel. (m/s)	1.39	3.67	0.59
Max Chl Dpth (m)	1.53	Hydr. Depth (m)	0.22	1.03	0.06
Conv. Total (m3/s)	251.5	Conv. (m3/s)	29.0	217.0	5.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	11.77	7.75	19.04
Min Ch EI (m)	113.91	Shear (N/m2)	33.97	146.13	9.44
Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	1.68	2.32	0.25
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.35	2.34	1.75

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 14 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.72	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	115.22	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	115.41	Flow Area (m2)	0.62	7.56	4.02
E.G. Slope (m/m)	0.013941	Area (m2)	0.62	7.56	4.02
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	0.43	25.88	5.13
Top Width (m)	33.92	Top Width (m)	7.42	7.61	18.90
Vel Total (m/s)	2.58	Avg. Vel. (m/s)	0.69	3.43	1.28
Max Chl Dpth (m)	1.48	Hydr. Depth (m)	0.08	0.99	0.21
Conv. Total (m3/s)	266.3	Conv. (m3/s)	3.6	219.2	43.5
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	7.42	8.07	18.90
Min Ch EI (m)	113.74	Shear (N/m2)	11.46	128.04	29.10
Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.29	Cum Volume (1000 m3)	1.65	2.17	0.20
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	6.16	2.19	1.37

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 13 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.46	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	115.02	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	115.18	Flow Area (m2)	4.82	8.00	1.25
E.G. Slope (m/m)	0.011058	Area (m2)	4.82	8.00	1.25
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	4.94	25.64	0.86
Top Width (m)	46.24	Top Width (m)	26.46	7.30	12.47
Vel Total (m/s)	2.23	Avg. Vel. (m/s)	1.02	3.20	0.69
Max Chl Dpth (m)	1.71	Hydr. Depth (m)	0.18	1.10	0.10
Conv. Total (m3/s)	299.0	Conv. (m3/s)	47.0	243.8	8.2
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	26.47	7.93	12.48
Min Ch EI (m)	113.31	Shear (N/m2)	19.76	109.36	10.88
Alpha	1.71	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)	1.60	2.01	0.15
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	5.82	2.04	1.05

## Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 12 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	115.12	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.75	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	114.37	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	114.62	Flow Area (m2)	3.83	6.23	
E.G. Slope (m/m)	0.023401	Area (m2)	3.83	6.23	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	5.53	25.91	
Top Width (m)	28.74	Top Width (m)	22.05	6.70	
Vel Total (m/s)	3.13	Avg. Vel. (m/s)	1.44	4.16	
Max Chl Dpth (m)	1.52	Hydr. Depth (m)	0.17	0.93	
Conv. Total (m3/s)	205.5	Conv. (m3/s)	36.1	169.4	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	22.05	7.32	
Min Ch El (m)	112.85	Shear (N/m2)	39.86	195.25	
Alpha	1.50	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.31	Cum Volume (1000 m3)	1.51	1.87	0.13
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	5.33	1.90	0.93

## Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 11 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.62	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	114.43	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	114.43	Flow Area (m2)	12.23	7.84	0.83
E.G. Slope (m/m)	0.005991	Area (m2)	12.23	7.84	0.83
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	12.53	18.45	0.45
Top Width (m)	56.94	Top Width (m)	42.30	7.25	7.39
Vel Total (m/s)	1.51	Avg. Vel. (m/s)	1.03	2.36	0.55
Max Chl Dpth (m)	1.63	Hydr. Depth (m)	0.29	1.08	0.11
Conv. Total (m3/s)	406.2	Conv. (m3/s)	161.9	238.4	5.8
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	42.31	7.79	7.40
Min Ch El (m)	112.80	Shear (N/m2)	16.98	59.11	6.58
Alpha	1.62	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	1.51	1.83	0.13
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	4.69	1.77	0.85

## Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 10 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.20	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	114.13	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.91	Flow Area (m2)	20.96	7.76	
E.G. Slope (m/m)	0.002564	Area (m2)	20.96	7.76	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	19.35	12.09	
Top Width (m)	51.99	Top Width (m)	44.92	7.08	
Vel Total (m/s)	1.09	Avg. Vel. (m/s)	0.92	1.56	
Max Chl Dpth (m)	1.62	Hydr. Depth (m)	0.47	1.10	
Conv. Total (m3/s)	620.9	Conv. (m3/s)	382.2	238.7	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	44.92	7.59	
Min Ch El (m)	112.51	Shear (N/m2)	11.73	25.71	
Alpha	1.22	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	1.18	1.67	0.12
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	3.82	1.62	0.78

## Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 9 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	114.11	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.20	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	113.91	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.91	Flow Area (m2)	12.05	6.24	
E.G. Slope (m/m)	0.008004	Area (m2)	12.05	6.24	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	15.95	15.49	

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 9 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	41.97	Top Width (m)	35.31	6.66	
Vel Total (m/s)	1.72	Avg. Vel. (m/s)	1.32	2.48	
Max Chl Dpth (m)	1.40	Hydr. Depth (m)	0.34	0.94	
Conv. Total (m3/s)	351.4	Conv. (m3/s)	178.3	173.1	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	35.32	7.11	
Min Ch El (m)	112.51	Shear (N/m2)	26.78	68.82	
Alpha	1.33	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)	0.85	1.53	0.12
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	3.01	1.48	0.78

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 8 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	113.90	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.16	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	113.74	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.67	Flow Area (m2)	12.77	8.81	
E.G. Slope (m/m)	0.004304	Area (m2)	12.77	8.81	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	12.40	19.04	
Top Width (m)	44.29	Top Width (m)	37.37	6.91	
Vel Total (m/s)	1.46	Avg. Vel. (m/s)	0.97	2.16	
Max Chl Dpth (m)	1.91	Hydr. Depth (m)	0.34	1.27	
Conv. Total (m3/s)	479.2	Conv. (m3/s)	189.0	290.2	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	37.38	7.77	
Min Ch El (m)	111.83	Shear (N/m2)	14.42	47.87	
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)	0.60	1.38	0.12
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	2.29	1.35	0.78

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 7 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	113.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.22	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	113.57	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.57	Flow Area (m2)	9.99	8.63	0.06
E.G. Slope (m/m)	0.005999	Area (m2)	9.99	8.63	0.06
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	10.46	20.97	0.01
Top Width (m)	44.02	Top Width (m)	33.54	7.53	2.95
Vel Total (m/s)	1.68	Avg. Vel. (m/s)	1.05	2.43	0.18
Max Chl Dpth (m)	1.76	Hydr. Depth (m)	0.30	1.15	0.02
Conv. Total (m3/s)	405.9	Conv. (m3/s)	135.0	270.7	0.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	33.55	8.18	2.95
Min Ch El (m)	111.81	Shear (N/m2)	17.52	62.02	1.27
Alpha	1.52	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.11	Cum Volume (1000 m3)	0.37	1.21	0.12
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	1.58	1.20	0.75

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 6 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	113.60	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	113.09	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.27	Flow Area (m2)	3.25	8.13	0.24
E.G. Slope (m/m)	0.011936	Area (m2)	3.25	8.13	0.24
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	3.98	27.35	0.12
Top Width (m)	26.26	Top Width (m)	14.49	7.29	4.48
Vel Total (m/s)	2.70	Avg. Vel. (m/s)	1.22	3.36	0.48
Max Chl Dpth (m)	1.74	Hydr. Depth (m)	0.22	1.12	0.05
Conv. Total (m3/s)	287.8	Conv. (m3/s)	36.4	250.3	1.1
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	14.50	7.95	4.48
Min Ch El (m)	111.35	Shear (N/m2)	26.26	119.80	6.38

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 6 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.37	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	0.24	1.04	0.12
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	1.10	1.06	0.68

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 5 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	113.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.52	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	112.84	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	113.03	Flow Area (m2)	2.10	8.57	0.69
E.G. Slope (m/m)	0.011505	Area (m2)	2.10	8.57	0.69
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	2.39	28.60	0.45
Top Width (m)	25.48	Top Width (m)	10.11	7.65	7.71
Vel Total (m/s)	2.77	Avg. Vel. (m/s)	1.14	3.34	0.65
Max Chl Dpth (m)	1.72	Hydr. Depth (m)	0.21	1.12	0.09
Conv. Total (m3/s)	293.1	Conv. (m3/s)	22.3	266.7	4.2
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	10.12	8.24	7.72
Min Ch EI (m)	111.12	Shear (N/m2)	23.40	117.39	10.05
Alpha	1.34	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.23	Cum Volume (1000 m3)	0.19	0.87	0.11
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.85	0.91	0.55

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 4 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	113.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	112.87	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	112.89	Flow Area (m2)	2.48	10.64	3.56
E.G. Slope (m/m)	0.005672	Area (m2)	2.48	10.64	3.56
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	1.76	26.75	2.92
Top Width (m)	39.31	Top Width (m)	14.28	8.53	16.50
Vel Total (m/s)	1.88	Avg. Vel. (m/s)	0.71	2.51	0.82
Max Chl Dpth (m)	2.02	Hydr. Depth (m)	0.17	1.25	0.22
Conv. Total (m3/s)	417.5	Conv. (m3/s)	23.4	355.2	38.8
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	14.29	9.20	16.50
Min Ch EI (m)	110.85	Shear (N/m2)	9.66	64.32	12.00
Alpha	1.54	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.15	Cum Volume (1000 m3)	0.14	0.68	0.07
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	0.61	0.75	0.31

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 3 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	112.95	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	112.39	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	112.58	Flow Area (m2)	3.89	7.28	
E.G. Slope (m/m)	0.014330	Area (m2)	3.89	7.28	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	5.22	26.22	
Top Width (m)	23.88	Top Width (m)	17.23	6.65	
Vel Total (m/s)	2.82	Avg. Vel. (m/s)	1.34	3.60	
Max Chl Dpth (m)	1.71	Hydr. Depth (m)	0.23	1.09	
Conv. Total (m3/s)	262.6	Conv. (m3/s)	43.6	219.0	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	17.24	7.35	
Min Ch EI (m)	110.68	Shear (N/m2)	31.67	139.08	
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.17	Cum Volume (1000 m3)	0.08	0.50	0.03
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	0.29	0.59	0.15

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 2 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	112.61	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.18	Wt. n-Val.	0.033	0.033	
W.S. Elev (m)	112.44	Reach Len. (m)	20.00	20.00	20.00
Crit W.S. (m)	112.22	Flow Area (m2)	0.00	16.93	
E.G. Slope (m/m)	0.005856	Area (m2)	0.00	16.93	
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	0.00	31.44	
Top Width (m)	23.37	Top Width (m)	0.56	22.81	
Vel Total (m/s)	1.86	Avg. Vel. (m/s)	0.10	1.86	
Max Chl Dpth (m)	1.97	Hydr. Depth (m)	0.01	0.74	
Conv. Total (m3/s)	410.9	Conv. (m3/s)	0.0	410.9	
Length Wtd. (m)	20.00	Wetted Per. (m)	0.56	23.62	
Min Ch El (m)	110.47	Shear (N/m2)	0.49	41.15	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	0.04	0.26	0.03
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.11	0.30	0.15

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 1 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	112.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.033	0.033	0.033
W.S. Elev (m)	112.20	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	112.20	Flow Area (m2)	3.74	9.17	3.33
E.G. Slope (m/m)	0.005970	Area (m2)	3.74	9.17	3.33
Q Total (m3/s)	31.44	Flow (m3/s)	4.29	24.26	2.89
Top Width (m)	32.71	Top Width (m)	10.92	7.06	14.74
Vel Total (m/s)	1.94	Avg. Vel. (m/s)	1.15	2.65	0.87
Max Chl Dpth (m)	1.89	Hydr. Depth (m)	0.34	1.30	0.23
Conv. Total (m3/s)	406.9	Conv. (m3/s)	55.5	314.0	37.4
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	10.94	7.63	14.74
Min Ch El (m)	110.31	Shear (N/m2)	20.03	70.34	13.22
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	7181.68	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

## TABULATO PROFILO

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: Ponticello Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponticello	22	PF 1	31.44	115.41	117.25	117.25	117.54	0.005830	2.65	15.88	29.14	0.74
Ponticello	21	PF 1	31.44	115.11	117.20	117.00	117.39	0.003190	2.14	20.12	34.93	0.56
Ponticello	20	PF 1	31.44	115.01	116.93	116.93	117.28	0.006646	2.80	13.96	25.61	0.78
Ponticello	19	PF 1	31.44	114.81	116.72	116.80	117.13	0.007984	2.98	13.05	27.08	0.85
Ponticello	18	PF 1	31.44	114.57	116.37	116.56	116.92	0.012532	3.43	11.36	29.91	1.04
Ponticello	17	PF 1	31.44	114.21	115.97	116.22	116.63	0.015544	3.74	10.27	27.11	1.14
Ponticello	16	PF 1	31.44	114.05	115.86	116.04	116.32	0.010636	3.23	13.00	33.42	0.96
Ponticello	15	PF 1	31.44	113.91	115.44	115.65	116.05	0.015623	3.67	11.17	37.97	1.15
Ponticello	14	PF 1	31.44	113.74	115.22	115.41	115.72	0.013941	3.43	12.20	33.92	1.10
Ponticello	13	PF 1	31.44	113.31	115.02	115.18	115.46	0.011058	3.20	14.08	46.24	0.98
Ponticello	12	PF 1	31.44	112.85	114.37	114.62	115.12	0.023401	4.16	10.06	28.74	1.38
Ponticello	11.5		Culvert									
Ponticello	11	PF 1	31.44	112.80	114.43	114.43	114.62	0.005991	2.36	20.89	56.94	0.72
Ponticello	10	PF 1	31.44	112.51	114.13	113.91	114.20	0.002564	1.56	28.73	51.99	0.47
Ponticello	9	PF 1	31.44	112.51	113.91	113.91	114.11	0.008004	2.48	18.29	41.97	0.82
Ponticello	8	PF 1	31.44	111.83	113.74	113.67	113.90	0.004304	2.16	21.57	44.29	0.61
Ponticello	7	PF 1	31.44	111.81	113.57	113.57	113.79	0.005999	2.43	18.68	44.02	0.73
Ponticello	6	PF 1	31.44	111.35	113.09	113.27	113.60	0.011936	3.36	11.63	26.26	1.02
Ponticello	5	PF 1	31.44	111.12	112.84	113.03	113.36	0.011505	3.34	11.36	25.48	1.01
Ponticello	4	PF 1	31.44	110.85	112.87	112.89	113.15	0.005672	2.51	16.68	39.31	0.72
Ponticello	3	PF 1	31.44	110.68	112.39	112.58	112.95	0.014330	3.60	11.16	23.88	1.10
Ponticello	2	PF 1	31.44	110.47	112.44	112.22	112.61	0.005856	1.86	16.93	23.37	0.69
Ponticello	1	PF 1	31.44	110.31	112.20	112.20	112.48	0.005970	2.65	16.24	32.71	0.74

## TABULATO CULVERT

Plan: Plan 01 Canale Ponticello RS: 11.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1

Q Culv Group (m3/s)	6.87	Culv Full Len (m)	
# Barrels	1	Culv Vel US (m/s)	2.19
Q Barrel (m3/s)	6.87	Culv Vel DS (m/s)	2.50
E.G. US. (m)	115.12	Culv Inv El Up (m)	112.85
W.S. US. (m)	114.37	Culv Inv El Dn (m)	112.80
E.G. DS (m)	114.62	Culv Frctn Ls (m)	0.34
W.S. DS (m)	114.43	Culv Exit Loss (m)	0.13
Delta EG (m)	0.49	Culv Entr Loss (m)	0.07
Delta WS (m)	0.06	Q Weir (m3/s)	
E.G. IC (m)		Weir Sta Lft (m)	20.64
E.G. OC (m)		Weir Sta Rgt (m)	95.91
Culvert Control	Outlet	Weir Submerg	0.25
Culv WS Inlet (m)	114.85	Weir Max Depth (m)	0.78
Culv WS Outlet (m)	114.43	Weir Avg Depth (m)	0.34
Culv Nml Depth (m)	1.04	Weir Flow Area (m2)	25.21
Culv Crt Depth (m)	2.00	Min El Weir Flow (m)	114.06



