

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Campo Base Pian dei Grilli CBP2**

**Relazione idrologico idraulica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing.P.P. Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 0	E	C V	R O	C A 0 7 0 1	0 0 4	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	CCR Ing. 	27/01/2014	COCIV	31/01/2014	A.Palomba 	31/01/2014	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:	File: IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A.00
-----------	---------------------------------------



## INDICE

1.	PREMESSA .....	4
2.	CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA INTERFERENTE .....	4
3.	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI .....	5
4.	INTERVENTI PREVISTI.....	6
5.	METODOLOGIE DI CALCOLO.....	7
5.1.	Portate .....	7
5.2.	Verifiche idrauliche .....	8
6.	VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI.....	9
6.1.	Portate di progetto .....	9
6.2.	Verifiche idrauliche .....	10

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica</p> <p>Foglio 4 di 14</p>

## 1. PREMESSA

Di seguito è riportata la verifica e il dimensionamento idraulico delle opere connesse al Cantiere base di Pian dei Grilli in comune di Fraconalto (AL), funzionale alla successiva realizzazione della linea ferroviaria A.C. Milano – Genova III Valico.

Il campo base è ubicato a valle della S.P. n. 163 della Castagnola e interferisce con un fosso secondario ( $S=0.1 \text{ km}^2$ ) appartenente al reticolo idrografico del rio Carbonasca nel bacino del torrente Lemme; la sistemazione dell'area rende necessario il tombinamento del corso d'acqua per un tratto della lunghezza di circa 100 m.

Le indagini eseguite presso i competenti uffici del Genio Civile di Alessandria e le verifiche catastali hanno evidenziato che non si tratta di corso d'acqua pubblico; nonostante ciò gli interventi sono stati progettati facendo riferimento per quanto applicabile alla normativa idraulica vigente costituita dal *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*, adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01.

Le verifiche, condotte con la portata di piena 200-ennale pari a  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , hanno dimostrato la compatibilità idraulica dell'intervento.

## 2. CARATTERISTICHE DEL CORSO D'ACQUA INTERFERENTE

L'area interessata dalla realizzazione del cantiere è ubicata in località Pian dei Grilli, a valle della S.P. n. 163 in comune di Fraconalto (AL).

Essa è attraversata da un fosso di modeste dimensioni che è poco più che un incisione del versante che ha origine poco a monte della strada provinciale e confluisce nel rio Carbonasca circa 500 m a valle dell'attraversamento della strada stessa.

In corrispondenza dell'area di insediamento del cantiere il fosso sottende una superficie di  $0.1 \text{ km}^2$  con una lunghezza dell'asta principale di circa 800 m e pendenza media pari al 20% circa.

La pendenza media dei versanti è pari al 30 %.

Il bacino presenta una forma allungata con lo sviluppo maggiore in direzione S-N; esso è delimitato a E dal bacino del rio Traversa, affluente del torrente Scrivia, a N dal bacino del torrente Lemme e a O ed a S dal bacino del rio Carbonasca.

Alla chiusura di interesse il bacino copre un dislivello di circa 200 m, da quota 755 m s.l.m. a quota 560 m s.l.m. circa, in corrispondenza dell'area dove sorgerà il cantiere.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato: si segnala la sola presenza di case sparse.

L'attuale attraversamento della strada provinciale SP 163 è costituito da un tombino di sezione rettangolare con volta a botte della larghezza di 1 m per un'altezza massima in sommità di 1.8 m circa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica <span style="float: right;">Foglio 5 di 14</span>

### 3. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

La normativa idraulica assunta a riferimento è costituita dal *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*, adottato con delibera di Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 ed approvato con DPCM del 24 maggio 2001, pubblicato sulla G.U. n 183 del 8/8/01.

Il PAI è sovraordinato a tutti gli altri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e costituisce la norma a cui attenersi per l'esecuzione di opere e infrastrutture che interferiscano con il reticolo idrografico.

Esso fornisce i valori delle portate di piena da assumere alla base delle verifiche idrauliche per alcune sezioni significative del reticolo idrografico padano; fornisce altresì le indicazioni per il calcolo delle portate di piena nelle sezioni non indagate sulla base delle curve di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno elaborate per tutto il territorio di competenza.

Il PAI contiene inoltre i criteri a cui attenersi per il dimensionamento delle opere in funzione della tipologia e dei vincoli esistenti.

Per quanto riguarda i bacini del versante padano in territorio ligure (in particolare i sottobacini liguri dei torrenti Stura, Scrivia, Trebbia e Aveto) l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha finanziato alla Regione Liguria, che ha trasferito tale finanziamento alla Provincia di Genova, gli studi propedeutici per la redazione del Piano stralcio per le Fasce Fluviali.

Tali studi sono attualmente in corso di realizzazione.

I criteri adottati nel dimensionamento idraulico delle opere tengono conto delle norme di attuazione del PAI e degli indirizzi e delle indicazioni emerse nel corso dei colloqui con gli uffici competenti dell'Ufficio provinciale del Genio Civile di Alessandria della Regione Piemonte.

Ai fini del dimensionamento idraulico delle opere si distinguono le seguenti tipologie di intervento:

- scariche di materiali inerti
- sistemazioni di aree di cantiere non inquadrabili tra le scariche.

Nel caso delle scariche di materiale inerte e delle sistemazioni di aree di cantiere, è stato necessario prevedere tombinamenti di tratti significativi dei corsi d'acqua interferenti; i criteri progettuali sono stati in tal caso improntati ad una maggiore sicurezza con parametri più prudenziali in funzione dell'importanza dell'opera e della significatività del reticolo.

Per quanto riguarda le tombature al di sotto di riempimenti e/o scariche di materiali inerti, si è adottato il criterio del franco minimo di 1.5 m rispetto alla condizione peggiore tra profondità di corrente lenta e profondità critica, con una dimensione minima di 1.6x1.6 m; ove possibile, nei casi più significativi di corsi d'acqua principali e in rapporto all'orografia e alla morfologia dell'area, si è adottata comunque una

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica
	Foglio 6 di 14

dimensione minima dello scatolare di 3x3 m che garantisce un'agevole accesso e ispezione ai mezzi della manutenzione.

L'intervento è completato dalla realizzazione di una vasca di imbocco a monte per la trattenuta del materiale più grossolano e della relativa pista di accesso e da una vasca di dissipazione a valle, oltre ad una serie di pozzi di ispezione intermedi; ai fini della sicurezza è inoltre prevista, ove compatibile con la sistemazione dell'area, la realizzazione di due canali di gronda sui lati opposti della discarica atti allo smaltimento della portata 50-ennale con franco adeguato e comunque in grado di smaltire la portata 200-ennale con franco nullo, con recapito nella vasca di dissipazione di valle.

Per le sistemazioni di aree di cantiere di minore importanza non inquadrabili tra le discariche, che comportano la tombinatura di fossi e/o corsi d'acqua interferenti, si è adottato il criterio di un franco minimo di 1 m rispetto all'intradosso (e comunque non inferiore alla metà del carico cinetico della corrente) per i corsi d'acqua principali; per i fossi e i corsi d'acqua minori si è adottata come dimensione minima una tubazione Ø 1500.

#### 4. INTERVENTI PREVISTI

La realizzazione dell'area di cantiere rende necessario il tombinamento del corso d'acqua per un tratto della lunghezza di circa 100 m a valle della strada provinciale.

Il tombinamento è previsto con una tubazione circolare del diametro di 1500 mm con pendenza del fondo pari al 3%.

Il progetto di sistemazione prevede inoltre la realizzazione di una vasca di imbocco per la trattenuta del materiale più grossolano trasportato dalla corrente; lungo il tracciato sono previsti pozzetti di ispezione e manutenzione.

La vasca di imbocco è costituita da una briglia dell'altezza di 1.6 m e da una vasca di raccolta e sedimentazione delle dimensioni interne nette di 3 m di larghezza per 4.0 m di lunghezza con i muri di altezza variabile tra 3.3 m circa a monte e 2.0 m a valle; la vasca è munita di un dente dell'altezza di 0.5 m a valle, che rende disponibile un volume di circa 6 m<sup>3</sup> per il deposito di materiale.

La vasca ha recapito in un pozzo a pianta quadrata di 3 m di lato dell'altezza di 4.0 m circa, in fondo al quale ha origine la condotta DN 1500 della tombinatura vera e propria.

I pozzetti di linea hanno una sezione quadrata di 2 m di lato e sono dotati di copertura asportabile e di scaletta alla marinara per l'accesso e la manutenzione.

Ove le quote e la disposizione del cantiere lo hanno consentito, gli scarichi dei canali di gronda sono stati convogliati nei pozzetti della tombinatura, diversamente sono stati portati a recapito nel reticolo idrografico naturale.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica	Foglio 7 di 14

## 5. METODOLOGIE DI CALCOLO

### 5.1. Portate

Cautelativamente le portate di progetto assunte a base del dimensionamento idraulico sono quelle corrispondenti ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Esse sono state calcolate con riferimento alla metodologia riportata nel PAI.

In mancanza di specifici valori di riferimento la metodologia di calcolo si basa sull'applicazione della cosiddetta formula razionale nella forma:

$$Q = 0.28 \cdot c \cdot i_c \cdot A$$

dove  $Q[m^3/s]$  è la portata di piena con assegnato tempo di ritorno,  $c[-]$  è il coefficiente medio di deflusso,  $i_c[mm/h]$  è l'intensità di pioggia massima per la durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  e  $A [Km^2]$  è l'area sottesa.

Nel caso in esame è stato adottato a favore di sicurezza un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.8.

I valori della pioggia sono stati ricavati dalle curve di possibilità climatica delle stazioni più rappresentativi dell'area in esame, riportate nel P.A.I.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  [minuti] di ciascun bacino è stato stimato attraverso le seguenti formulazioni:

*Giandotti:*

$$t_c = 60 * \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{H_m - H_0}}$$

dove  $A[km^2]$  è l'area del bacino sotteso,  $L[km]$  la lunghezza dell'asta principale,  $H_m[m \text{ s.l.m.}]$  la quota media del bacino e  $H_0[m \text{ s.l.m.}]$  la quota della sezione di chiusura.

*Viparelli:*

$$t_c = 16.667 * \frac{L}{v}$$

dove  $v[m/s]$  rappresenta la velocità media di percorrenza dell'asta assunta pari a 1 m/s.

*Merlo:*

$$t_c = 237.6 * \frac{L}{\sqrt{i_a}} \left[ \frac{A}{L^2} * \left( \frac{i_a}{i_v} \right)^{0.5} \right]^{0.72}$$

dove  $i_a[m/m]$  rappresenta la pendenza media dell'asta e  $i_v[m/m]$  la pendenza media dei versanti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica <span style="float: right;">Foglio 8 di 14</span>

Per i bacini con superficie superiore a 10 km<sup>2</sup> si è assunto un valore del tempo di corrivazione pari alla media dei valori derivanti dall'applicazione dei tre metodi sopra riportati.

Per i bacini con superficie inferiore a 10 km<sup>2</sup> si è assunto il valore risultante dall'applicazione del solo metodo del Viparelli, con un valore minimo di 15 minuti.

## 5.2. Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state condotte secondo un tipo d'approccio a carattere locale riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione.

Le verifiche di tipo locale hanno riguardato singole sezioni in prossimità di ponti e tombinature lungo i tratti medio vallivi dei corsi d'acqua minori e lungo i tratti dei rivi principali per i quali non sia stato possibile effettuare altri tipi di verifiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati nell'ambito dell'attività di indagine propedeutica alla progettazione definitiva degli interventi.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati, ove necessario, con la cartografica tecnica disponibile e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione.

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo sono state determinate le caratteristiche della corrente in condizioni di moto uniforme mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] è la portata,  $\chi$  [m<sup>1/2</sup> s<sup>-1</sup>] il coefficiente di attrito,  $A$  [m<sup>2</sup>] l'area della sezione liquida,  $R$  [m] il raggio idraulico,  $i_f$  la pendenza dell'alveo.

Le pendenze medie dell'alveo sono state calcolate sulla base dei rilievi di dettaglio o sulla base cartografica disponibile alle diverse scale.

Per il calcolo di  $\chi$  è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

dove  $n$  [m<sup>-1/3</sup> s] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo.

La determinazione della profondità di moto uniforme è stata effettuata per pendenze del fondo sino al 10%, considerato il valore limite per l'applicabilità del metodo.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica
	Foglio 9 di 14

In mancanza di informazioni sulla pendenza del fondo e in casi particolari quali ad esempio le tominature realizzate al di sotto di rilevati e/o discariche di materiali inerti, anche in presenza di pendenze significative, è stata comunque calcolata la profondità critica corrispondente al minimo contenuto energetico della corrente.

Le condizioni critiche sono state determinate imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g * \frac{A}{b}}$$

dove  $Q [m^3/s]$  è la portata,  $A[m^2]$  l'area e  $b [m]$  la larghezza del pelo libero,  $g [m/s^2]$  l'accelerazione di gravità.

Nel caso di sezioni rettangolari è possibile calcolare direttamente la profondità critica  $Y_c [m]$  mediante la:

$$Y = \sqrt[3]{\frac{1}{g} * \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali, si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K * \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g * b_m^2 * F_L^2}}$$

dove  $K$  è un fattore di forma,  $b_m [m]$  è la larghezza della sezione di monte e  $F_L$  è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di  $K$  è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti squadri.

## 6. VERIFICHE E DIMENSIONAMENTI

### 6.1. Portate di progetto

La portata è stata calcolata con la formula razionale secondo la metodologia di cui al par.5.1.

Ai fini del calcolo è stata adottata la curva di probabilità pluviometrica con tempo di ritorno 200-ennale della stazione di Gavi riportata nel P.A.I. nella forma:

$$h = 95.16 \cdot t^{0.395}$$

Il bacino del rio ha una superficie di  $0.1 \text{ km}^2$  con una lunghezza dell'asta principale di circa 800 m; si assume pertanto un tempo di corrivazione di 15 minuti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica	Foglio 10 di 14

In tali condizioni risulta un valore della portata di progetto di  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6.2. Verifiche idrauliche

La verifica della tombinatura è stata effettuata mediante il calcolo della profondità di moto uniforme della tubazione secondo la metodologia riportata sopra.

In Allegato I è riportata in forma tabellare la scala di deflusso della tubazione DN 1500 con pendenza del fondo  $i_f=0.03$  e coefficiente di scabrezza di Manning  $n=0.02$ .

Con tali assunzioni il deflusso della portata di  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  avviene in corrente veloce con una profondità del pelo libero pari a 0.87 m, cui corrisponde un rapporto di invaso di 0.58, con una velocità di 4.8 m/s e un numero di Froude di 1.8.

La portata massima smaltibile a pelo libero è pari a circa  $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La verifica della vasca di imbocco è stata effettuata ricercando la massima profondità della corrente nell'ipotesi di deflusso attraverso la profondità critica sopra la soglia rappresentata dal dente di valle.

La profondità critica della corrente per la portata di  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  su una larghezza di 3 m è pari a 0.66 m; in tali condizioni risulta pertanto un franco residuo minimo di 1.34 m rispetto alla sommità dei muri della vasca.

Il carico specifico della corrente è pari a  $1.5 \cdot 0.66 = 0.99 \text{ m}$ , che garantisce pertanto il mantenimento del pelo libero al di sotto della sommità dei muri d'argine con il franco di 1 m anche nel caso peggiore di completo recupero del carico cinetico a monte.

In Allegato è riportata inoltre la scala di deflusso dei canali di gronda realizzati con mezzo tubo DN 400 con pendenza minima pari a 0.5%: assunto  $n = 0.02$ , la portata massima smaltibile risulta pari a circa 48 l/s.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A  
Relazione idrologico idraulica

Foglio  
11 di 14

# ALLEGATO A1

## VERIFICHE IDRAULICHE

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51-00-E-CV-RO-CA0701-004-A Relazione idrologico idraulica</p>	<p>Foglio 12 di 14</p>

## ELENCO ELABORATI

- Tabelle: Scale di deflusso



Progetto C.B.P.2  
Cantiere base Pian dei Grilli

**Tabella : Scala di deflusso sezione circolare**

**Diametro interno DN 1500**

raggio R = 0.75 m  
Scabrezza n = 0.02  
pendenza fondo if = 0.03 m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Angolo al centro	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y	Y/D	alfa	P	A	R	b	Q	V	Hc	H	Fr
[m]	[-]	[rad]	[m]	[mq]	[m]	[m]	[l/s]	[m/s]	[m]	[m]	[-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.18
0.10	0.07	1.04	0.78	0.05	0.06	0.75	71	1.39	0.10	0.20	1.71
0.20	0.13	1.50	1.12	0.14	0.12	1.02	303	2.16	0.24	0.44	1.86
0.30	0.20	1.85	1.39	0.25	0.18	1.20	697	2.77	0.39	0.69	1.93
0.40	0.27	2.17	1.63	0.38	0.23	1.33	1238	3.27	0.55	0.95	1.96
0.50	0.33	2.46	1.85	0.52	0.28	1.41	1908	3.70	0.70	1.20	1.96
0.60	0.40	2.74	2.05	0.66	0.32	1.47	2682	4.06	0.84	1.44	1.94
0.70	0.47	3.01	2.26	0.81	0.36	1.50	3533	4.37	0.97	1.67	1.90
0.80	0.53	3.28	2.46	0.96	0.39	1.50	4433	4.62	1.09	1.89	1.85
0.90	0.60	3.54	2.66	1.11	0.42	1.47	5347	4.83	1.19	2.09	1.78
1.00	0.67	3.82	2.87	1.25	0.44	1.41	6238	4.98	1.27	2.27	1.69
1.10	0.73	4.11	3.08	1.39	0.45	1.33	7066	5.09	1.32	2.42	1.59
1.20	0.80	4.43	3.32	1.52	0.46	1.20	7779	5.13	1.34	2.54	1.46
1.30	0.87	4.79	3.59	1.63	0.45	1.02	8313	5.11	1.33	2.63	1.29
1.40	0.93	5.24	3.93	1.72	0.44	0.75	8559	4.99	1.27	2.67	1.05
1.50	1.00	6.28	4.71	1.77	0.38	0.00	7958	4.50	1.03	2.53	0.01
<b>0.74</b>	<b>0.49</b>	<b>3.11</b>	<b>2.33</b>	<b>0.87</b>	<b>0.37</b>	<b>1.50</b>	<b>3873</b>	<b>4.47</b>	<b>1.02</b>	<b>1.76</b>	<b>1.88</b>

Progetto C.B.P.2  
Cantiere base Pian dei Grill

### Tabella : Scala di deflusso sezione circolare

**Diametro interno DN 400**

raggio R = 0.2 m  
 Scabrezza n = 0.02  
 pendenza fondo if = 0.005 m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Angolo al centro	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	alfa [rad]	P [m]	A [mq]	R [m]	b [m]	Q [l/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.07
0.02	0.05	0.90	0.18	0.00	0.01	0.17	0	0.20	0.00	0.02	0.54
0.04	0.10	1.29	0.26	0.01	0.03	0.24	2	0.31	0.00	0.04	0.59
0.06	0.15	1.59	0.32	0.01	0.04	0.29	5	0.39	0.01	0.07	0.62
0.08	0.20	1.85	0.37	0.02	0.05	0.32	8	0.47	0.01	0.09	0.63
0.10	0.25	2.09	0.42	0.02	0.06	0.35	13	0.53	0.01	0.11	0.64
0.12	0.30	2.32	0.46	0.03	0.07	0.37	19	0.59	0.02	0.14	0.64
0.14	0.35	2.53	0.51	0.04	0.08	0.38	25	0.64	0.02	0.16	0.64
0.16	0.40	2.74	0.55	0.05	0.09	0.39	32	0.69	0.02	0.18	0.63
0.18	0.45	2.94	0.59	0.05	0.09	0.40	40	0.73	0.03	0.21	0.63
0.20	0.50	3.14	0.63	0.06	0.10	0.40	48	0.76	0.03	0.23	0.61