

Corso di
PROGETTAZIONE DI OPERE IDRAULICHE

Il software HEC-RAS

UNICAL, 17 dicembre 2009

Ing. Vincenzo De Matteis

Il software HEC-RAS

UNICAL, 10 dicembre 2009

Sommario

4 Geometria delle aste fluviali (geometric data)

4.1 Sviluppo schema rete idrografica: inserimento aste e giunzioni

4.2 Inserimento sezioni

4.3 Inserimento attraversamenti

4.4 Inserimento opere idrauliche (trasversali e longitudinali)

4.4.1 Opere trasversali

4.4.2 Opere longitudinali

4.5 Gestione dati geometrici attraverso le tabelle

4.6 Importazioni dati geometrici

4.7 Utilità per la gestione dati geometrici

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

Sviluppo schema rete idrografica: inserimento aste e giunzioni

Inserimento sezioni

Inserimento attraversamenti

Inserimento opere idrauliche (trasversali e longitudinali)

Opere trasversali

Opere longitudinali

Gestione dati geometrici attraverso le tabelle

Importazione dati geometrici

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

La procedura di inserimento degli attraversamenti si compone delle seguenti fasi:

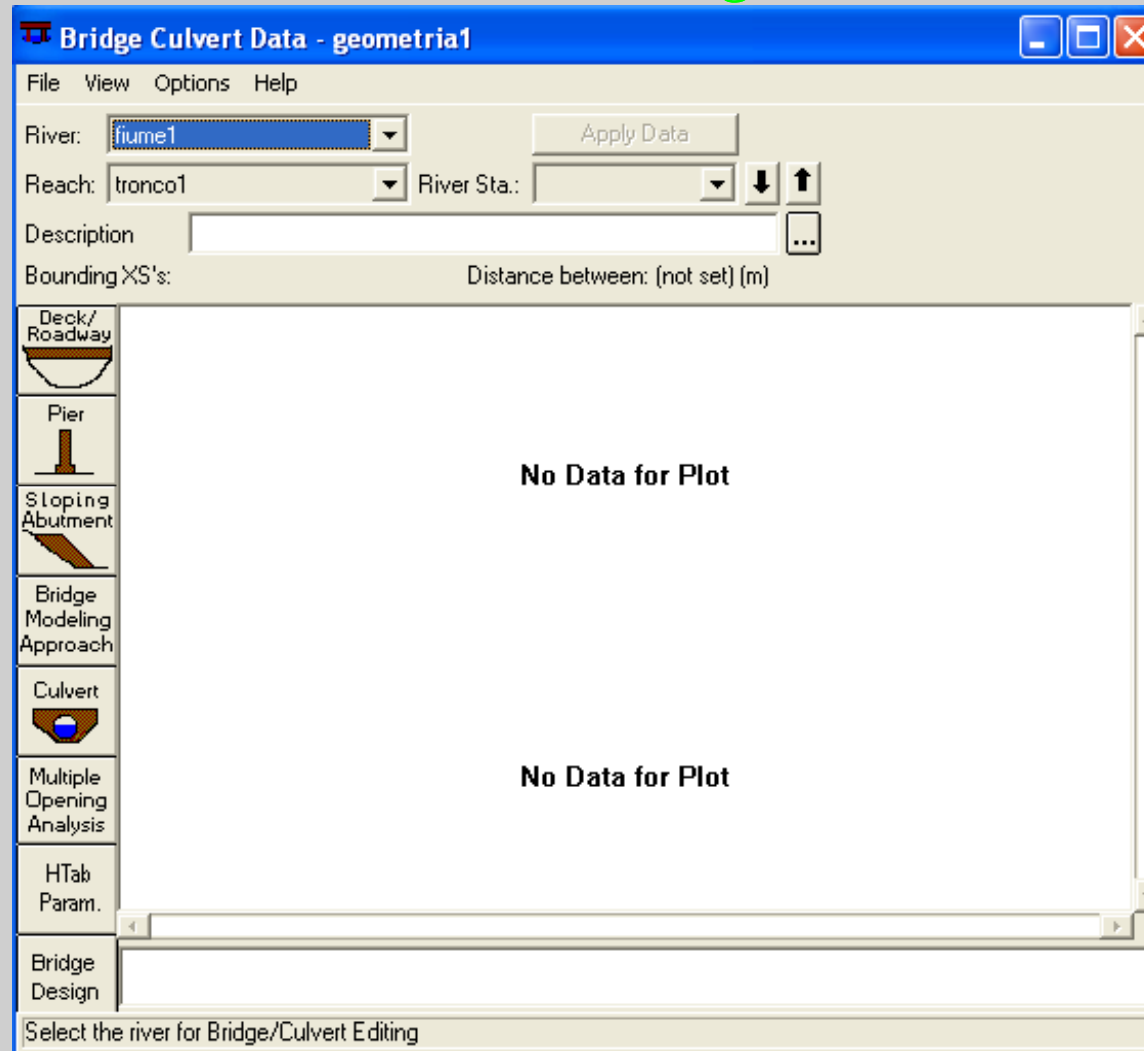
- A. apertura finestra di inserimento degli attraversamenti;
- B. immissione di un nuovo attraversamento;
- C. inserimento geometria impalcato;
- D. inserimento scarpate terrapieno;
- E. inserimento pile ponte;
- F. selezione del modello di calcolo da adottare.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

A) Apertura finestra di inserimento degli attraversamenti

Geometric Data → Bridge Culvert →



4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

A) Apertura finestra di inserimento degli attraversamenti

Sottomenu Options:

Options	Help
Add a Bridge and/or Culvert ...	AGGIUNGE UN PONTE O UN TOMBINO
Copy Bridge/Culvert ...	COPIA UN PONTE O UN TOMBINO
Rename River Station ...	RINOMINA IL CODICE PROGRESSIVO DELLA STRUTTURA
Delete Bridge/Culvert ...	ELIMINA UN PONTE O UN TOMBINO
Internal Bridge Cross Sections...	ACCEDE ALLE COORDINATE SEZIONI INTERNE
Momentum Equation ...	IMPOSTA PARAMETRI EQUAZIONE DEL MOMENTO
Momentum Class B defaults ...	IMPOSTA PARAMETRI EQUAZIONE DEL MOMENTO CLASSE B
Pressure flow criteria ...	IMPOSTA PARAMETRI CRITERIO DELLA PRESSIONE
Ice Option ...	OPZIONI DISPONIBILI PER SIMULARE COPERTURA GHIACCIATA
Skew Bridge/Culvert ...	IMPOSTA INCLINAZIONE STRUTTURA RISPETTO AL CORSO D'ACQUA

Sottomenu View:

View	Options	Help
Zoom In		SELEZIONA UN INGRANDIMENTO MAGGIORE
Zoom Out		SELEZIONA UN INGRANDIMENTO MINORE
Full Plot		VISUALIZZA L'INTERO SVILUPPO DELLA RETE OGGETTO DI STUDIO
Pan		PERMETTE DI SPOSTARE L'INGRANDIMENTO CORRENTE
Display Upstream XS		VISUALIZZA SOLO LA SEZIONE DI MONTE
Display Downstream XS		VISUALIZZA SOLO LA SEZIONE DI VALLE
<input checked="" type="checkbox"/> Display Both		VISUALIZZA ENTRAMBE LE SEZIONE (MONTE E VALLE)
<input checked="" type="checkbox"/> Highlight Weir, Opening Lid and Ground		EVIDENZIA BRIGLIE, APERTURE E SUOLO
Highlight Piers		EVIDENZIA LE PILE DEL PONTE
Grid ...		VISUALIZZA UNA GRIGLIA DI RIFERIMENTO

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

B) Immissione di un nuovo attraversamento

Occorre inserire preventivamente quattro sezioni opportunamente distanziate dall'attraversamento.

La distanza tra le sezioni d valle (L_e) è calcolata come prodotto tra rapporto di espansione e lunghezza media di ostruzione (media tra AB e CD) i cui valori sono desumibili dalla tabella

$I/L = 0.10$	S = 1 ft/mile 5 ft/mile 10 ft/mile	$K_g / K_a = 1$	$K_g / K_a = 2$	$K_g / K_a = 3$
		1.4 – 3.6	1.3 – 3.0	1.2 – 2.1
$I/L = 0.25$	S = 1 ft/mile	1.6 – 3.0	1.4 – 2.5	1.2 – 2.0
	5 ft/mile	1.5 – 2.5	1.3 – 2.0	1.3 – 2.0
	10 ft/mile	1.5 – 2.0	1.3 – 2.0	1.3 – 2.0
$I/L = 0.50$	S = 1 ft/mile	1.4 – 2.6	1.3 – 1.9	1.2 – 1.4
	5 ft/mile	1.3 – 2.1	1.2 – 1.6	1.0 – 1.4
	10 ft/mile	1.3 – 2.0	1.2 – 1.5	1.0 – 1.4

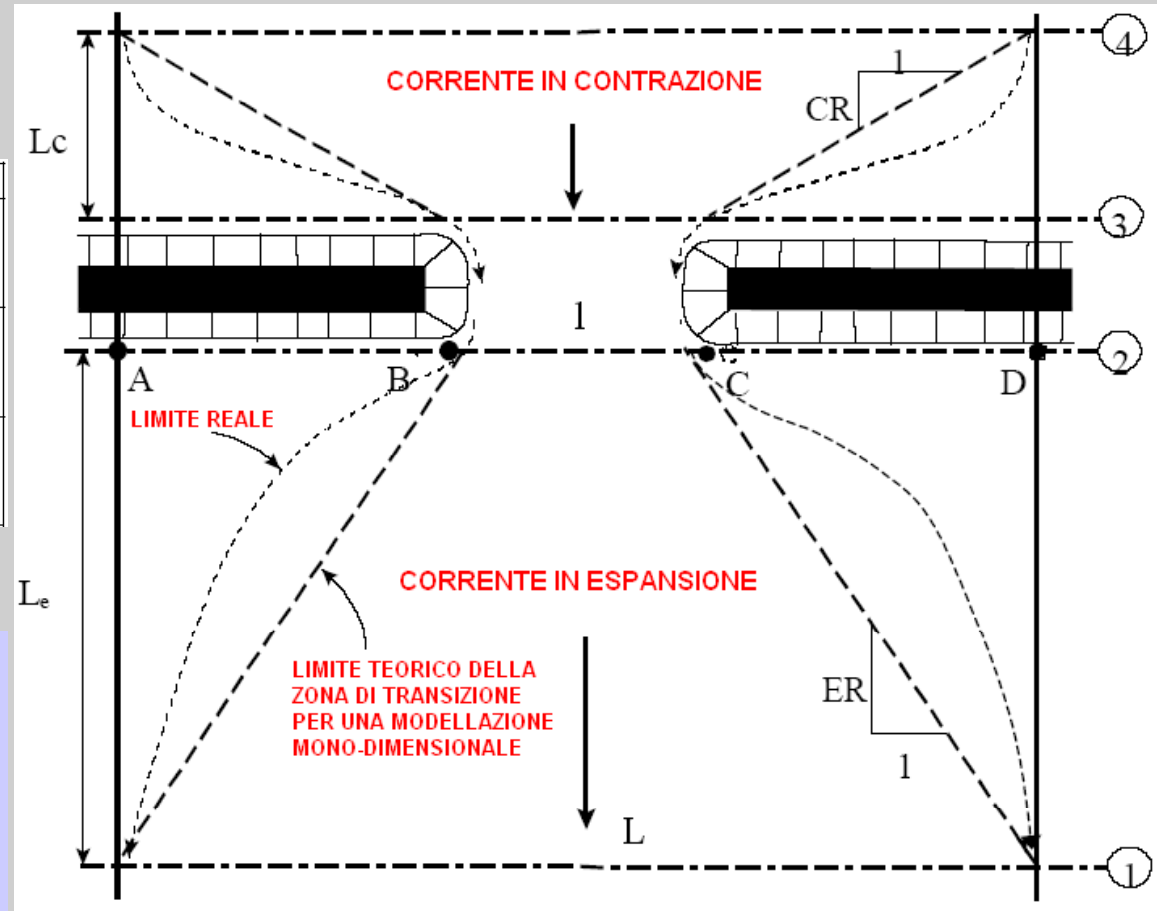
Rapporto di espansione

in funzione di:

- rapporto di restringimento di sezione (I/L);
- rapporto tra la scabrezza delle golene e quello dell'alveo attivo (K_g/K_a);
- pendenza (S) espressa in piedi su miglia

In ogni caso il valore dato a L_e non deve essere eccessivo altrimenti le perdite per espansione non sarebbero correttamente modellizzabili.

Il valore di L_c è assunto pari alla media tra AB e CD.

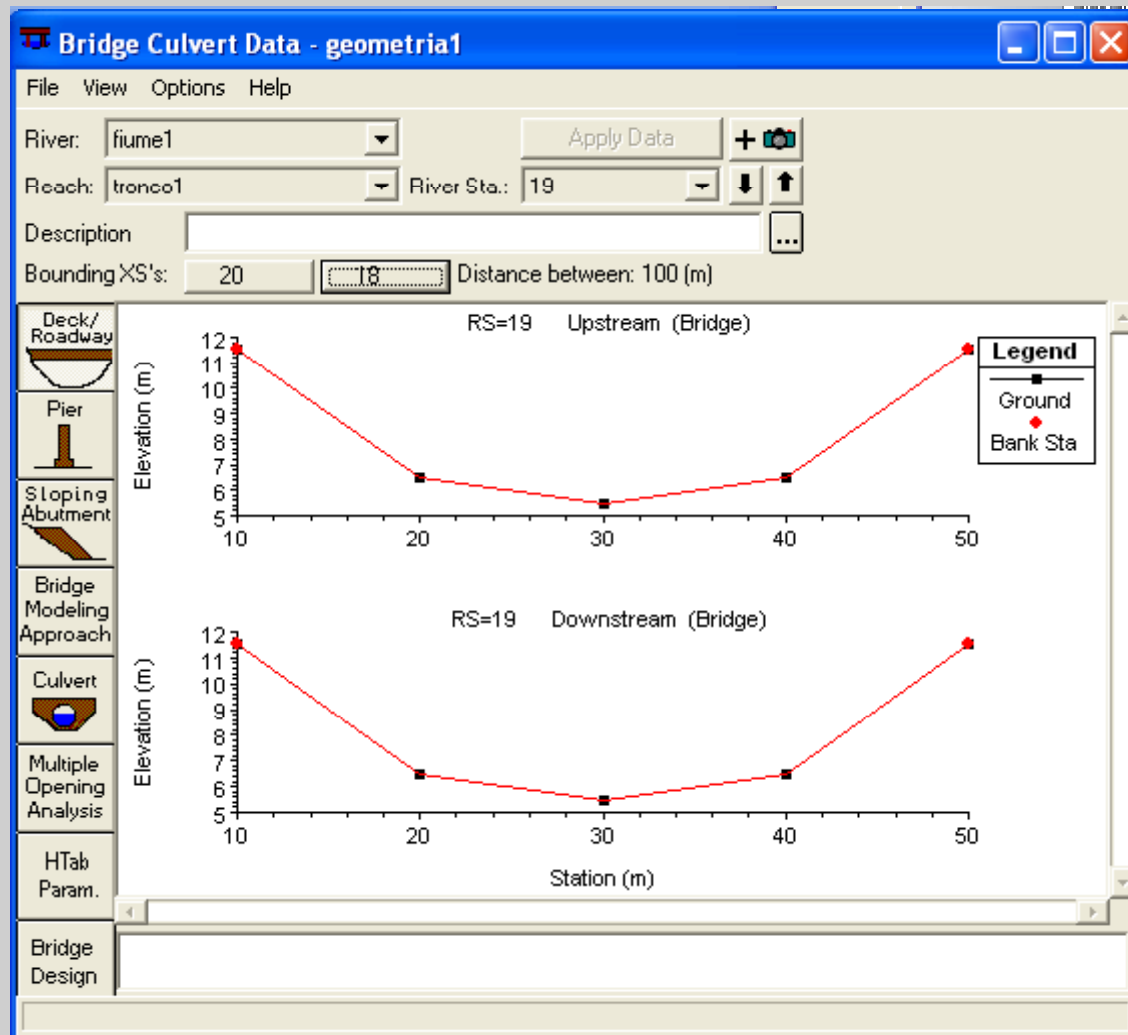
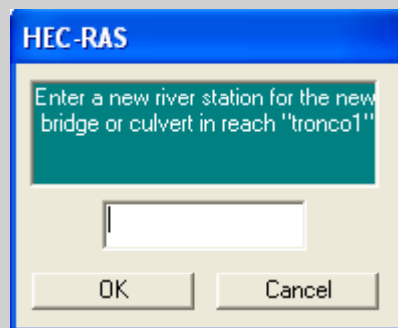


4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

B) Immissione di un nuovo attraversamento

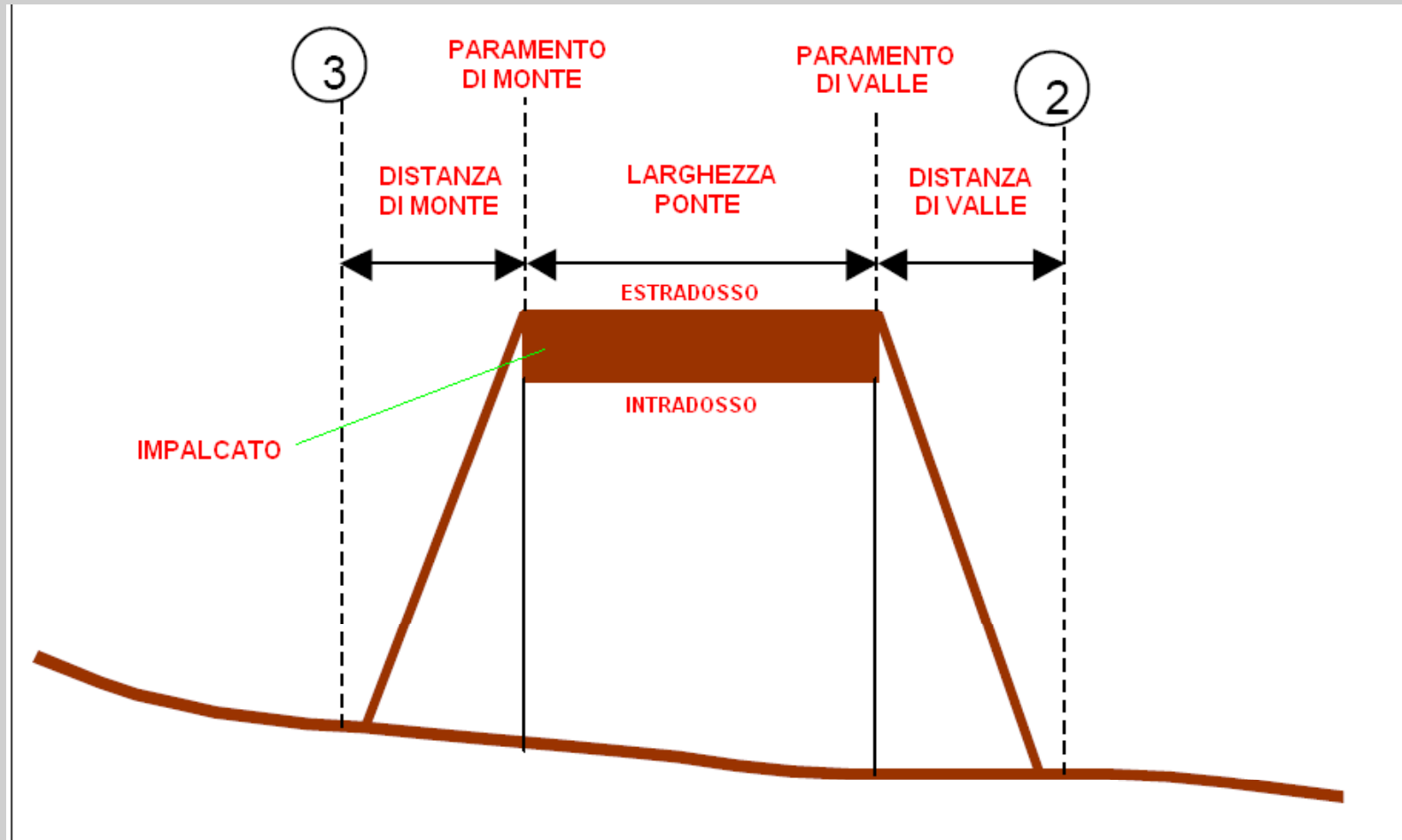
**Options → Add a Bridge
and/or a Culvert**



4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

C) Inserimento geometria impalcato



4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

C) Inserimento geometria impalcato

Geometric Data → Bridge Culvert → Deck/Roadway

Deck/Roadway Data Editor

Del Row	Distance	Width	Weir Coef
Ins Row			1.44

Upstream			Downstream			
	Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

U.S. Embankment SS: D.S. Embankment SS:

Weir Data
 Max Submergence: Min Weir Flow El:

Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel Clear Copy US to DS

Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (m)

- **Distance:** distanza tra il paramento di monte del ponte e la sezione immediatamente a monte.
- **Width:** larghezza dell'impalcato in senso longitudinale.
- **WeirCoef:** coefficiente da utilizzare nella formula dello stramazzo.
- **Upstream/Downstream:** definisce la geometria dell'impalcato attraverso il profilo del paramento di monte e di valle.
- **U.S./D.S. Embankment SS:** pendenza del terrapieno di accesso al ponte, lato monte/valle, espressa come distanza orizzontale sul dislivello.
- **Max Allowable Submergence:** valore massimo della percentuale di impegno della sezione del ponte in altezza.
- **Submergence Criteria:** seleziona il metodo da utilizzare per ridurre il coefficiente dello stramazzo a causa del livello idrico di valle.
- **Min Weir Flow El:** specifica un valore minimo della quota di energia a monte.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

C) Inserimento geometria impalcato

Geometric Data → Bridge Culvert → Deck/Roadway

Deck/Roadway Data Editor

Del Row	Distance	Width	Weir Coef
Ins Row	10	10	1.44

Upstream			Downstream		
Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord
1	10.	14.	10.	14.	11.5
2	15.	14.	15.	14.	9.
3	45.	14.	45.	14.	9.
4	50.	14.	50.	14.	11.5
5					
6					
7					
8					

U.S Embankment SS: 0 D.S Embankment SS: 0

Weir Data
 Max Submergence: 0.95 Min Weir Flow El:

Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel Clear Copy US to DS

Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (m)



Bridge Culvert Data - geometria1

File View Options Help

River: fiume1 Apply Data + [Camera Icon]

Reach: tronco1 River Sta.: 19 ↓ ↑

Description:

Bounding XS's: 20 18 Distance between: 100 (m)

Deck/Roadway: RS=19 Upstream (Bridge)

Pier:

Sloping Abutment:

Bridge Modeling Approach:

Culvert:

Multiple Opening Analysis:

HTab Param.:

Bridge Design:

Legend
 Ground: Bank Sta:

Elevation (m)

Station (m)

RS=19 Downstream (Bridge)

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

D) Inserimento scarpate terrapieno

Geometric Data → Bridge Culvert → Deck/Roadway

Sloping Abutment Data Editor

Add Copy Delete Abutment # 1 ↓ ↑

Del Row Ins Row

	Upstream		Downstream	
	Station	Elevation	Station	Elevation
1	15.	9.	15.	9.
2	19.	9.	19.	9.
3	20.	6.5	20.	6.5
4				
5				
6				
7				

OK Cancel Help Copy Up to Down

Select Abutment to Edit



Bridge Culvert Data - geometria1

File View Options Help

River: fiume1 Apply Data + [Camera]

Reach: tronco1 River Sta.: 19 ↓ ↑

Description

Bounding XS's: 20 18 Distance between: 30 (m)

Deck/Roadway

Pier

Sloping Abutment

Bridge Modeling Approach

Culvert

Multiple Opening Analysis

HTab Param.

Bridge Design

Legend

- Ground
- Bank Sta

RS=19 Upstream (Bridge)

Elevation (m)

Station (m)

RS=19 Downstream (Bridge)

Elevation (m)

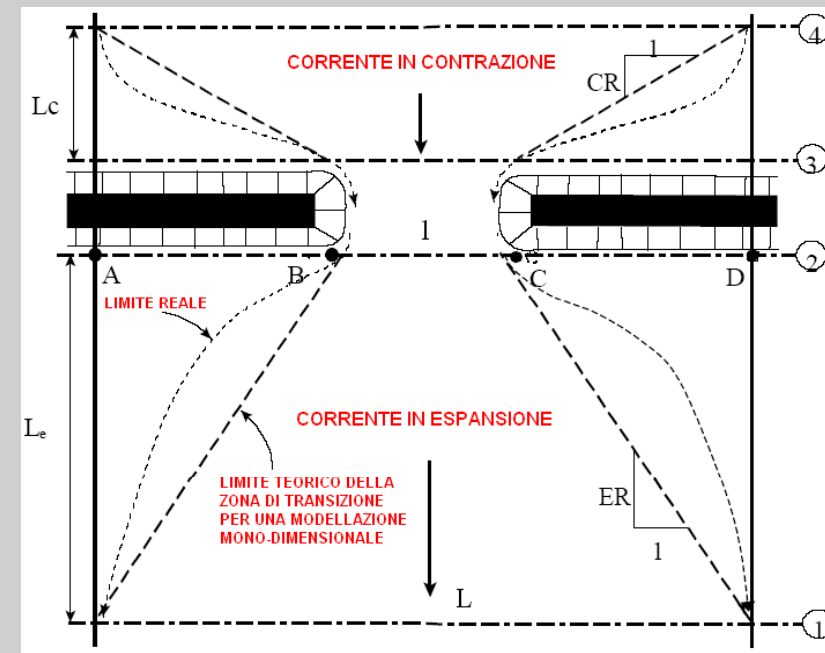
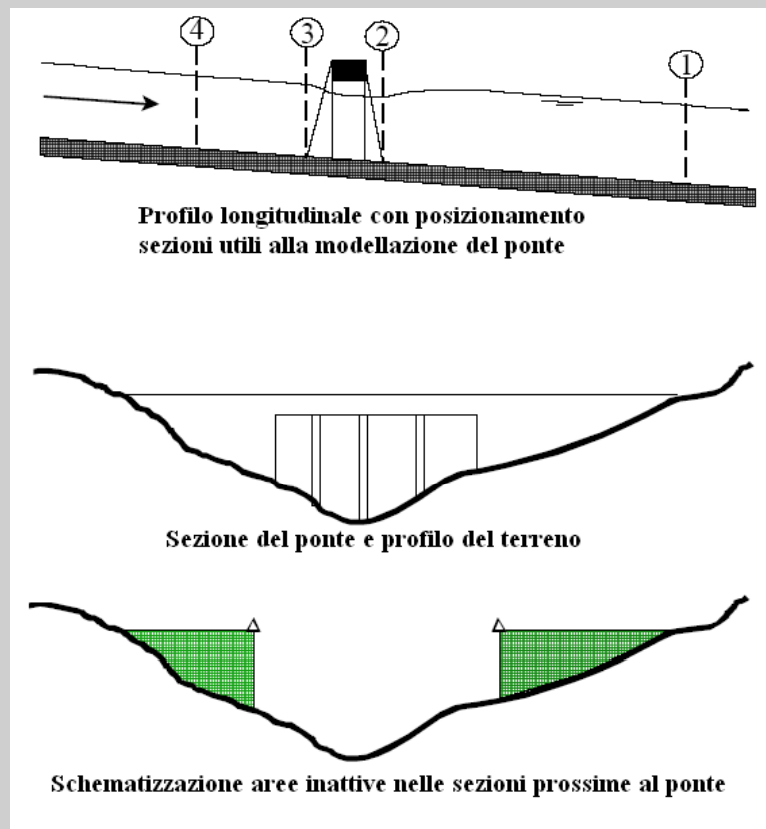
Station (m)

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

D) Inserimento scarpate terrapieno

Inserite le spalle del ponte (*scarpate terrapieno*) nel caso esse impegnino una parte della sezione del corso d'acqua è necessario tenere conto del fatto che ci sarà una **porzione inattiva** dal punto di vista del deflusso delle acque della sezione posta subito a valle e di quella subito a monte.



I tratti indicati con AB e CD non partecipano al deflusso.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

D) Inserimento scarpate terrapieno

Geometric Data → Cross Section Data → Options → Ineffective Flow Area

Ineffective Flow Areas

Select Ineffective Mode

Normal Multiple Blocks

Left Right

Station 20 40

Elevation 11.5 11.5

Permanent Permanent

OK Cancel Defaults Clear

Normal

due aree inattive sulle due sponde

Ineffective Flow Areas

Select Ineffective Mode

Normal Multiple Blocks

	Start Sta	End Sta	Elev	Permanent(y/n)
1				
2				
3				
4				
5				

OK Cancel Defaults Clear

Multiple Blocks

più zone inattive anche lontano dalle sponde

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

E) Inserimento pile del ponte

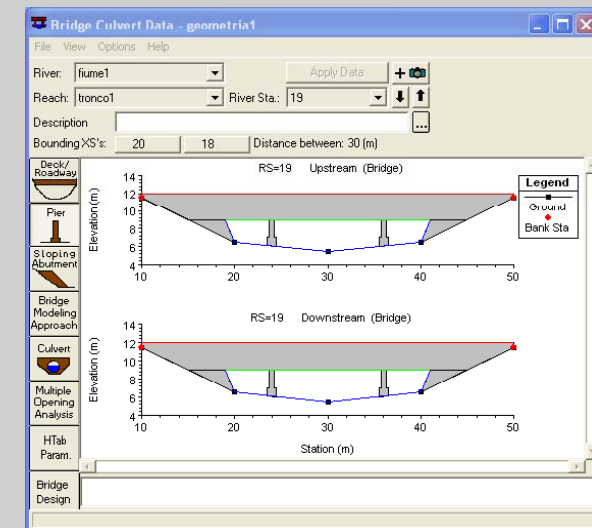
Geometric Data → Bridge Culvert → Pier

Add/Copy/delete
 Aggiunge/copia/cancella
 una pila

Centerline Station
 distanza progressiva lungo
 la sezione dove è posizionato
 l'asse della pila

tabella di inserimento della
 larghezza della sezione per
 tratti attraverso coppie di
 larghezza (Pier Width) e
 altezza corrispondente
 (Elevation) lato monte e lato
 valle (Upstream/Downstream).

	Upstream		Downstream	
	Pier Width	Elevation	Pier Width	Elevation
1	1.	5.	1.	5.
2	1.	7.	1.	7.
3	0.6	7.	0.6	7.
4	0.6	9.	0.6	9.
5				



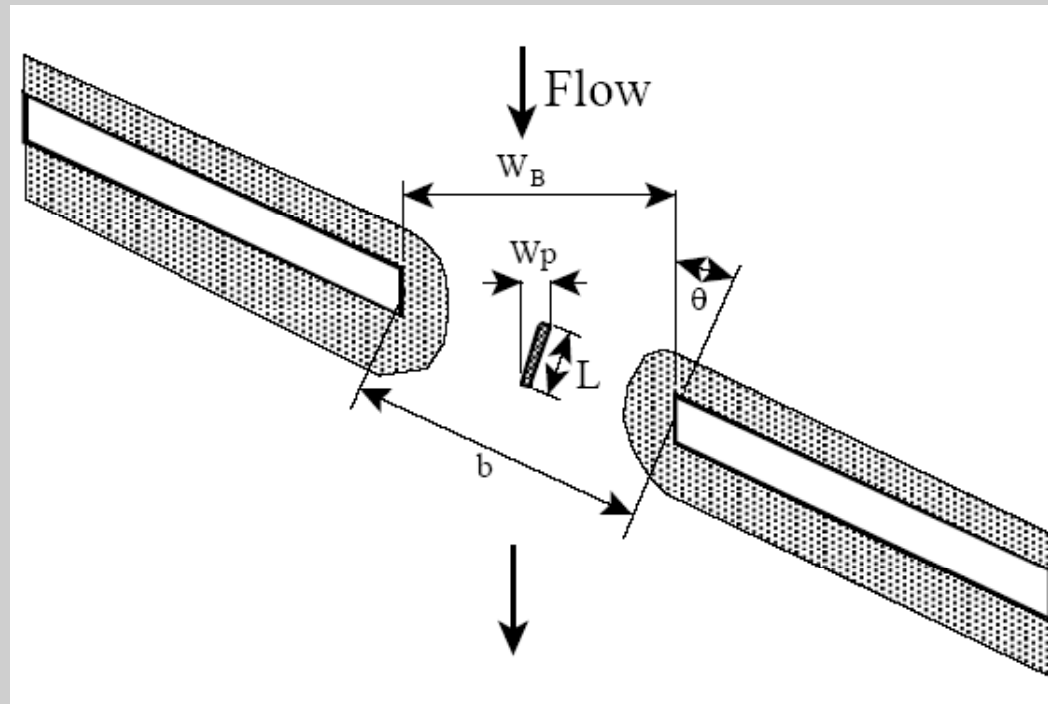
Inserimento di materiale flottante che si accumuli a ridosso delle pile del ponte nel calcolo del profilo di corrente. Per far ciò occorre spuntare l'opzione "Apply floating debris to this pier" e quindi inserire larghezza (Debris Width) ed altezza (Debris Height) del materiale che si accumula.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

E) Inserimento pile del ponte

Nel caso l'attraversamento (ponte o tombino) sia **inclinato**, con θ angolo di inclinazione della struttura rispetto alla direzione della corrente allora il deflusso delle acque può risultare disturbato.



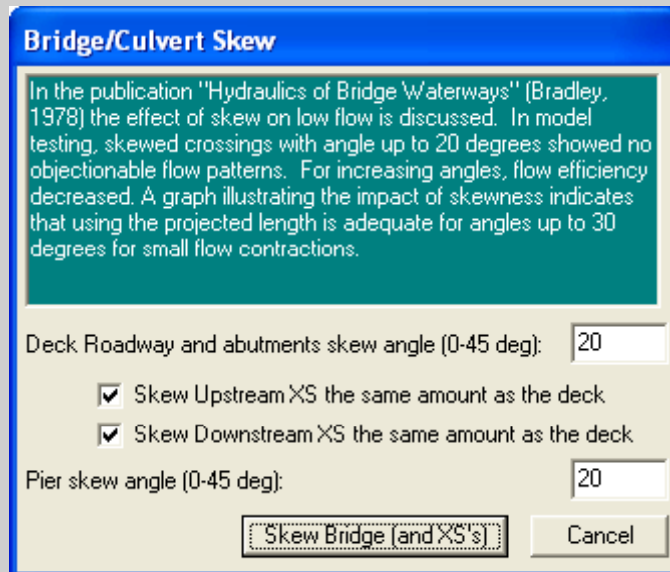
- $\theta < 20^\circ$ non si verificano particolari disturbi al deflusso;
- $\theta > 20^\circ$ deflusso disturbato e quindi la portata transitabile in corrispondenza dell'attraversamento diminuisce.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

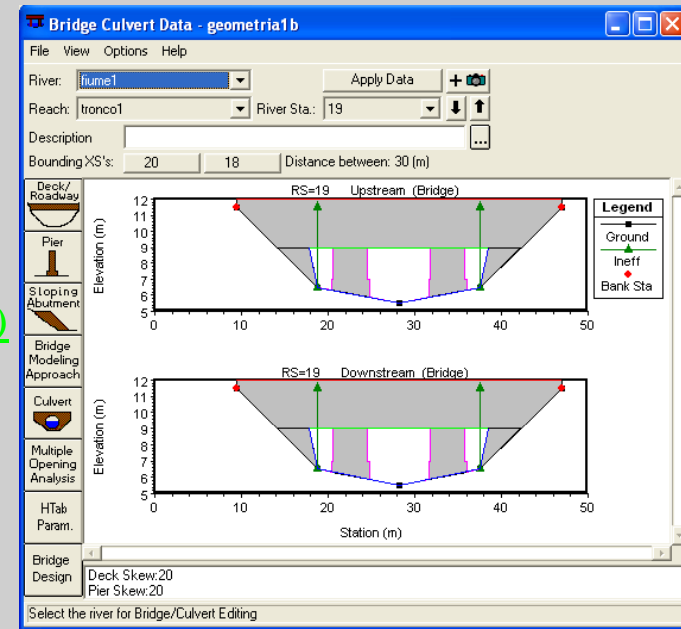
4.3 Inserimento attraversamenti

E) Inserimento pile ponte

Geometric Data → Bridge Culvert → Options → Bridge/Culvert



Skew Bridge (and XS's)



Occorre inserire l'angolo di inclinazione dell'impalcato del ponte "Deck Roadway and abutments skew angle (0-45 deg)" ed eventualmente quello delle pile "Pier skew angle (0-45 deg)", occorre inoltre spuntare le opzioni "Skew Upstream/Downstream XS the same amount as the deck" nel caso che le sezioni prossime al ponte rispettivamente a monte e a valle abbiano la stessa inclinazione del ponte rispetto alla direzione della corrente

Tutte le distanze progressive risultano diminuite in quanto la struttura è stata proiettata su un piano perpendicolare al senso della corrente

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

Si possono verificare due casi:

- ***Deflusso libero*** quando il corso d'acqua, passando sotto l'attraversamento, si comporta come un canale a cielo aperto
- ***Deflusso in pressione***, al contrario, si ha quando la corrente entra in contatto con l'intradosso dell'attraversamento.

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

Il deflusso libero (**low flow**) può avvenire in tre modi diversi:

- la corrente di monte è lenta e tale si mantiene anche nell'attraversamento (Classe A);
- la corrente di monte è lenta ed il restringimento dovuto alla presenza dell'attraversamento provoca un passaggio per la profondità critica (risalto idraulico) (Classe B).
In questo caso è necessario effettuare la simulazione in regime di corrente
mista (**Mixed Flow Regime Mode**);
- la corrente è veloce e si mantiene tale anche nel passaggio sotto l'infrastruttura (Classe C).

4 Geometria delle aste fluviali (*Geometric Data*)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

I **metodi di calcolo** previsti per il **deflusso libero** e trattati in questo corso sono:

- energia (**Energy**);
- momento (**Momentum**), occorre inserire il parametro C_d funzione della forma delle pile del ponte;

Forma delle pile	C_d
Circular pier	1.20
Elongated piers with semi-circular ends	1.33
Elliptical piers with 2:1 length to width	0.60
Elliptical piers with 4:1 length to width	0.32
Elliptical piers with 8:1 length to width	0.29
Square nose piers	2.00
Triangular nose with 30 degree angle	1.00
Triangular nose with 60 degree angle	1.39
Triangular nose with 90 degree angle	1.60
Triangular nose with 120 degree angle	1.72

- Yarnell (**Yarnell**), occorre inserire il parametro K funzione della forma delle pile del ponte;

Forma delle pile	K
Semi-circular nose and tail	0.90
Twin-cylinder piers with connecting diaphragm	0.95
Twin-cylinder piers without diaphragm	1.05
90 degree triangular nose and tail	1.05
Square nose and tail	1.25
Ten pile trestle bent	2.50

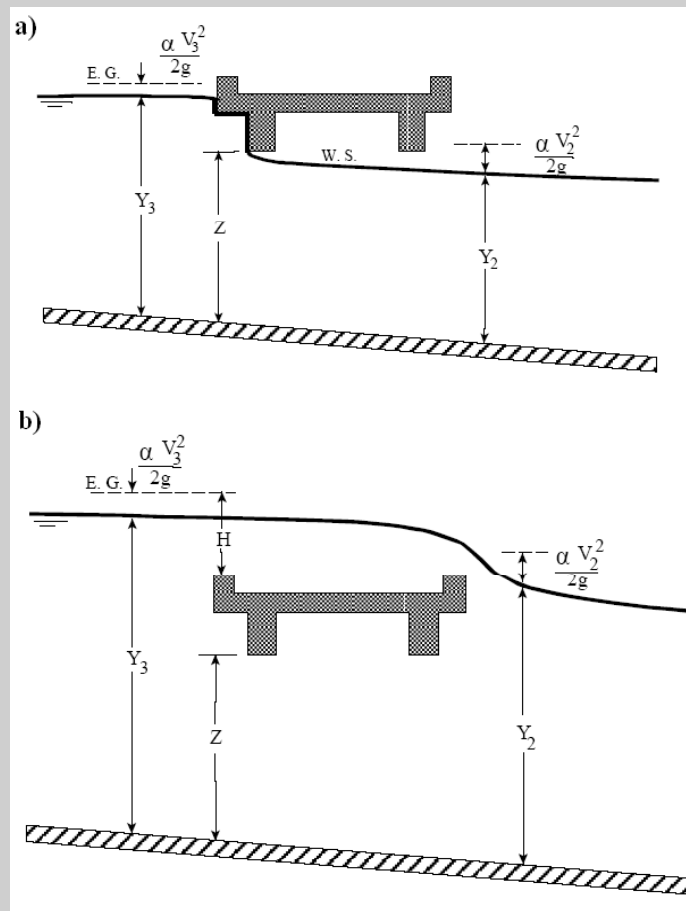
N.B.: se si selezionano più metodi è necessario specificare quello che da la maggiore perdita di energia spuntando la casella contrassegnata con **“Highest Energy Answer”**

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

Nel caso di deflusso in pressione (**high flow**), si possono avere due situazioni diverse:



a) la corrente tocca l'impalcato del ponte ma il deflusso avviene tutto in pressione

b) si ha tracimazione dell'impalcato e quindi il deflusso avviene in parte in pressione e in parte come sfioro da una briglia

4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

I **metodi di calcolo** previsti per il **deflusso in pressione** e trattati in questo corso sono:

- solo energia (**Energy only**);
- pressione e stramazzo (**Pressure and/or Weir**), occorre inserire i valori del coefficiente per la soluzione delle equazioni del flusso in pressione **C_d**, esso varia **tra 0.27 e 0.5** se la luce del ponte non è completamente impegnata (**Submerged Inlet C_d**) mentre assume il valore **0.8** nel caso di impegno completo della luce del ponte (**Submerged Inlet + Outlet C_d**), ed il valore della distanza tra l'intradosso del ponte e il profilo della sezione sul paramento di monte del ponte.



4 Geometria delle aste fluviali (Geometric Data)

4.3 Inserimento attraversamenti

F) Selezione del modello di calcolo da adottare

Geometric Data → Bridge Culvert → Bridge Modelling Approach Editor