

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	2
1. PREMESSA	3
2. IDROLOGIA DEL CANALE IN ESAME	3
3. METODOLOGIE DI CALCOLO PER LA DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI IDRAULICHE DI ESERCIZIO	3
4. ASSETTO GEOMETRICO E SCABREZZA.....	3
4.1 DEFINIZIONE DELLA SCALA DI DEFLUSSO IN MOTO UNIFORME.....	4
4.2 SCABREZZA	5
5. CONDIZIONI AL CONTORNO	5
6. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA	5
6.1 ANALISI DEI RISULTATI.....	5
6.1.1 Condizioni di rilievo	5
6.1.2 Condizioni di progetto	7
7. CONCLUSIONI.....	9

RESUME/RIASSUNTO

Le présent document contient les calculs de vérification hydraulique du tronçon du canal Coldimosso dévié, en correspondance de la tête ouest du Tunnel d'Interconnexion.

La presente relazione ha le verifiche idrauliche relative al tratto di canale Coldimosso deviato, in corrispondenza dell'imbocco ovest del Tunnel di Interconnessione.

1. PREMESSA

Le opere di imbocco del Tunnel Orsiera di interconnessione con la stazione di Bussoleno hanno determinato la necessità di una variazione del tracciato del canale Coldimosso. La presente relazione ha lo scopo di dimostrare che le modifiche al tracciato proposte non hanno una influenza sulla capacità di convogliamento del canale e sulle perdite di carico associate allo scorrere del flusso. Inoltre considerato che la realizzazione di un tracciato differente ha comportato necessariamente la definizione di nuovi raggi di curvatura risulta essenziale dimostrare che gli effetti dinamici connessi con i sopralzi dei flussi in curva risultino compatibili dal punto di vista idraulico.

2. IDROLOGIA DEL CANALE IN ESAME

Il valore di portata di concessione che il canale deve essere in grado di convogliare risulta pari a 12 mc/s. La portata considerata rappresenta quanto possibile derivare dalla Dora Riparia, sono trascurati gli eventuali contributi drenati lungo il percorso, la falda, le perdite, la superficie drenata durante eventuali eventi di piena. I calcoli svolti sono da interdarsi infatti finalizzati al solo e corretto esercizio idroelettrico che ovviamente esula dai suddetti eventi non ordinari.

3. METODOLOGIE DI CALCOLO PER LA DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI IDRAULICHE DI ESERCIZIO

La verifica idraulica presenta delle condizioni di stazionarietà nel tempo in quanto per ipotesi si suppone fissato il valore dei 12 mc/s. Normalmente le verifiche nei canali sono svolte in moto uniforme in quanto si suppone che le condizioni di deflusso siano assimilabili a dette condizioni di moto. Nel caso in esame tuttavia la verifica di un canale in moto uniforme non può cogliere le perturbazioni del pelo libero connesse con la curvatura del canale e la sua variazione tra le condizioni di rilievo e quelle di progetto. Anche la classica verifica in moto permanente monodimensionale non è adatta.

Per valutare gli effetti di curvatura vi sono delle formulazioni classiche basate sulla conservazione della quantità di moto che a partire da un livello di moto uniforme o di moto permanente a geometria variabile, forniscono il sopralzo in curva. Un secondo approccio prevede l'utilizzo di modelli bidimensionali, nel caso specifico in moto stazionario. Questo secondo approccio risulta quello adottato per le verifiche del canale. Il modello bidimensionale proposto nella configurazione stazionaria nel caso è noto come CCHE 2D (National Center For Computational Hydroscience And Engineering - School of Engineering, The University of Mississippi - Yaoxin Zhang 2005).

La risoluzione numerica delle equazioni costitutive dei fluidi ovvero la conservazione della massa e del momento è realizzata, nel caso in esame, su un dominio bidimensionale mediante una discretizzazione su maglia rettangolare agli elementi finiti del dominio di calcolo, mediando le grandezze sulla profondità ed adottando l'ipotesi di fondo fisso.

4. ASSETTO GEOMETRICO E SCABREZZA

Per definire l'assetto geometrico complessivo del tratto di canale si è preso in esame un tratto di circa 312 m in condizioni di rilievo e di circa 325 m in condizioni di progetto. Le sezioni di ingresso ed uscita dai tratti analizzati sono state scelte coincidenti ed indisturbate dalle variazioni e non modificate nel passaggio tra rilievo e progetto. Da differenza di lunghezza è quindi ascrivibile al differente percorso. La quota di fondo in ingresso risulta pari a 470.40 mentre quella di uscita da entrambi i modelli risulta pari a 470.10 con una pendenza media dei due tratti analizzati molto simile e pari all'incirca allo 0.1%. Detta pendenza, peraltro, è corrispondente alla pendenza media del canale riscontrabile anche per i tratti a monte e valle rispetto a quello analizzato. La larghezza delle sezioni risulta pari a

4.86 m nelle condizioni di rilievo mentre è stata assunta pari a 5.0 m nelle condizioni di progetto. Le sponde risultano alte dal fondo 1,80 m in entrambe le geometrie.

4.1 DEFINIZIONE DELLA SCALA DI DEFLUSSO IN MOTO UNIFORME

È importante sottolineare che, nel caso in esame, ove non vi siano effetti connessi con la bidimensionalità del moto, quali la curvatura, il livello sarà assimilabile a quello del moto uniforme. Per tale ragione, pur svolgendo le verifiche con modello 2D, occorre definire comunque le condizioni di moto uniforme del canale poiché servono quale utile raffronto rispetto agli effetti bidimensionali.

Il fine dei due scenari descritti in precedenza (rilievo e progetto - desumibile anche dalle tavole grafiche) è poter valutare l'effetto di differenti geometrie sulle variabili idrauliche. Alla variabile di assetto geometrico risulta necessario associare sia una stima della scabrezza sia una stima preliminare di quelle che potrebbero essere le caratteristiche del flusso.

Se il canale deve essere in grado di portare 12 mc /s con la pendenza evidenziata dalle geometrie ed una altezza di sponda pari a circa 1,8 m allora si è ipotizzata una altezza d'acqua indicativa pari a circa 1,6 m. Conseguentemente si è definito un valore di scabrezza che soddisfa le precedenti condizioni e che sia ragionevolmente corrispondente a quello riscontrabile in un canale con sponde in CLS in buone condizioni di usura.

La scala di deflusso in moto uniforme risulta la seguente.

Larghezza del fondo (m)	5.00
Pendenza (m/m)	0.0010
C di Strickler ($m^{1/3} s^{-1}$)	48
Altezza massima dal fondo (m)	1.6

livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.08	0.40	0.08	0.28	0.1
0.16	0.80	0.15	0.43	0.3
0.24	1.20	0.22	0.55	0.7
0.32	1.60	0.28	0.66	1.0
0.40	2.00	0.34	0.75	1.5
0.48	2.40	0.40	0.83	2.0
0.56	2.80	0.46	0.90	2.5
0.64	3.20	0.51	0.97	3.1
0.72	3.60	0.56	1.03	3.7
0.80	4.00	0.61	1.09	4.3
0.88	4.40	0.65	1.14	5.0
0.96	4.80	0.69	1.19	5.7
1.04	5.20	0.73	1.24	6.4
1.12	5.60	0.77	1.28	7.2
1.20	6.00	0.81	1.32	7.9
1.28	6.40	0.85	1.36	8.7
1.36	6.80	0.88	1.39	9.5
1.44	7.20	0.91	1.43	10.3
1.52	7.60	0.95	1.46	11.1
1.60	8.00	0.98	1.49	11.9

4.2 SCABREZZA

La precedente tabella indica che il valore di scabrezza di $48 \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1})$ di Strickler corrispondente ad un manning di $0.02 \text{ (m}^{-1/3} \text{ s)}$ determina un tirante uniforme di circa 1,6 m nel canale, inoltre risulta un valore ragionevole rispetto ai valori consigliati in letteratura per tale ragione, ed anche per non rendere dipendenti i risultati dall'assunzione del valore di scabrezza, il valore indicato è stato assegnato sia alle condizioni di rilievo che a quelle di progetto; la precedente assunzione è ovviamente cautelativa poiché il calcestruzzo nuovo presenta indubbiamente caratteristiche migliori rispetto a quelle indicate che sono da considerarsi prossime a quelle dello stato attuale.

5. CONDIZIONI AL CONTORNO

La realizzazione del modello bidimensionale di moto permanente ha comportato l'adozione delle seguenti condizioni al contorno:
per tutte le condizioni

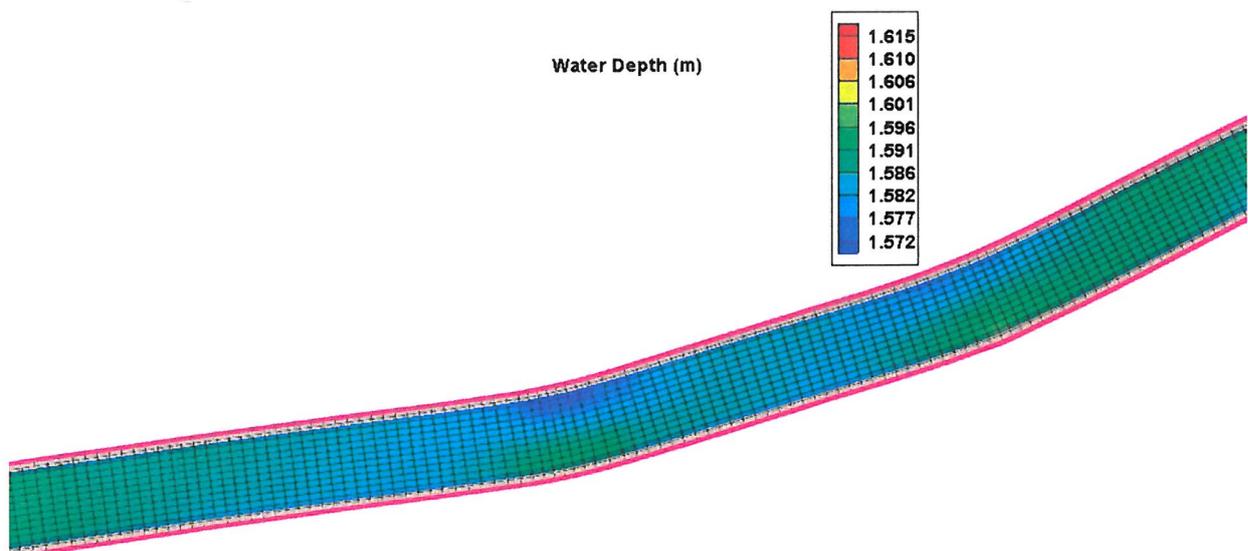
- portata al colmo costante in ingresso pari a 12 mc/s
- altezza idrometrica costante imposta all'uscita del modello pari all'altezza di moto uniforme calcolata in corrispondenza della sezione di uscita del modello. Il livello di valle è pari a 471.7

6. MODALITÀ DI DEFLUSSO IN PIENA

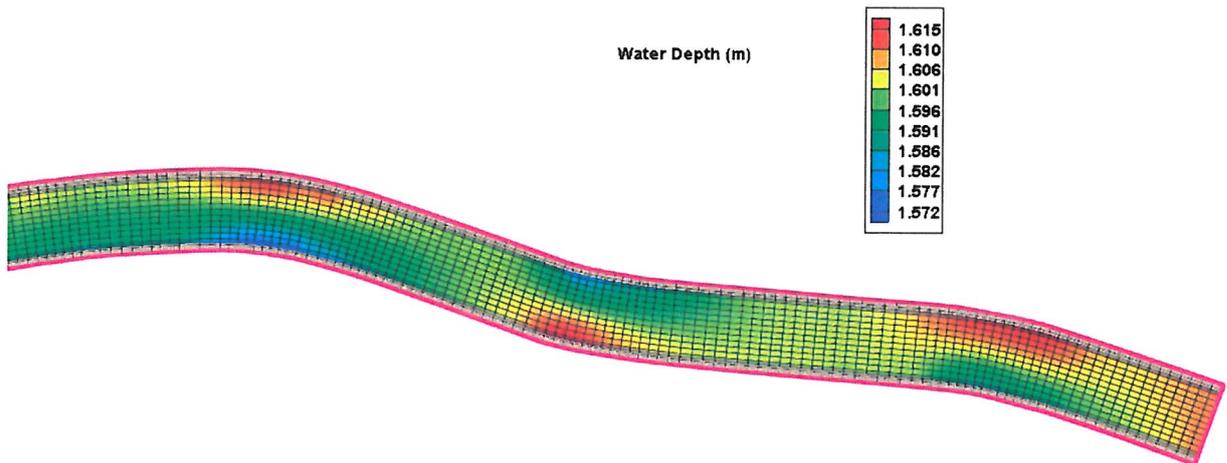
6.1 ANALISI DEI RISULTATI

Ciascuna delle precedenti simulazioni ha comportato l'ottenimento di tutte le variabili idrauliche sul dominio di calcolo, Come conclusione generale delle simulazioni eseguite si osserva che per tutte le simulazioni le condizioni sono di corrente lenta. Generalmente le velocità variano nell'intorno di 1,5 m/s.

6.1.1 Condizioni di rilievo

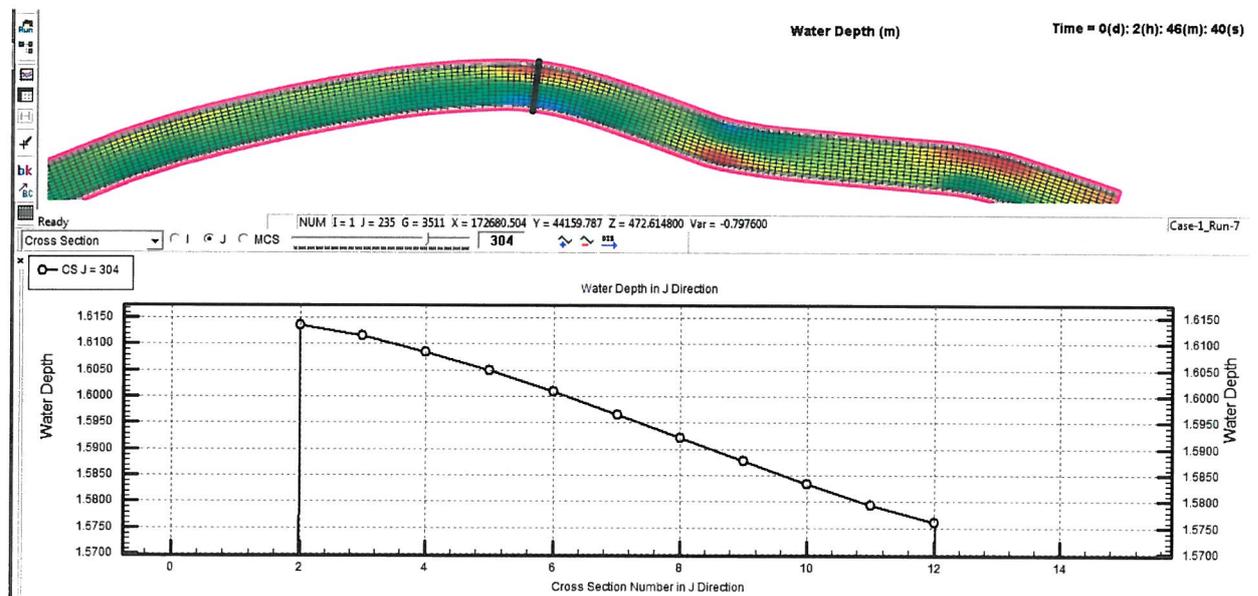


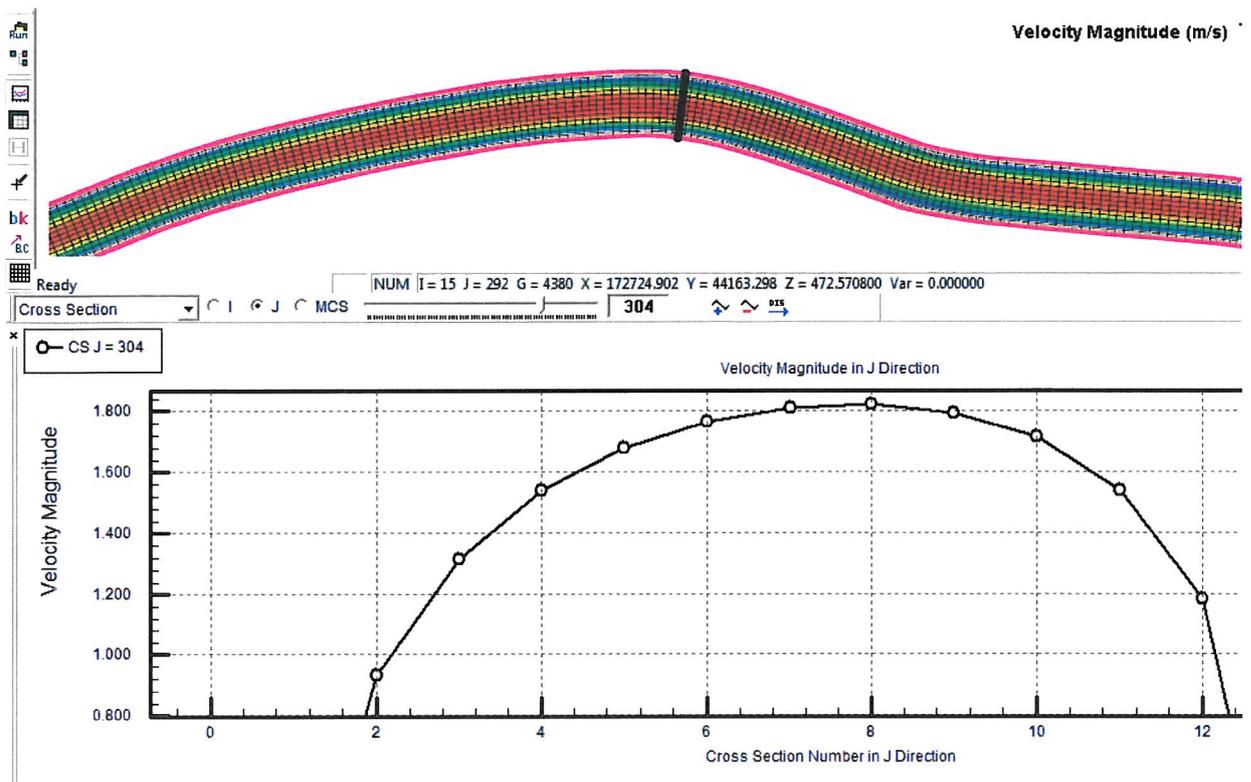
Primo tratto con due piccole curve.



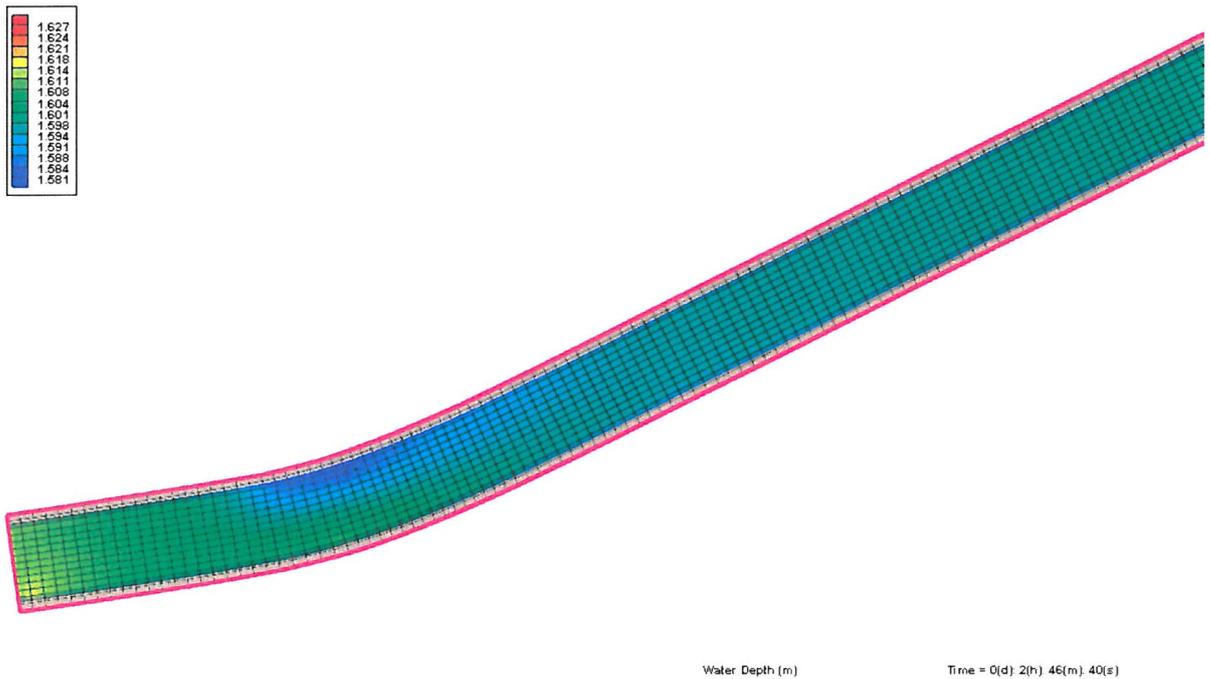
Tratto finale con curvature più accentuate

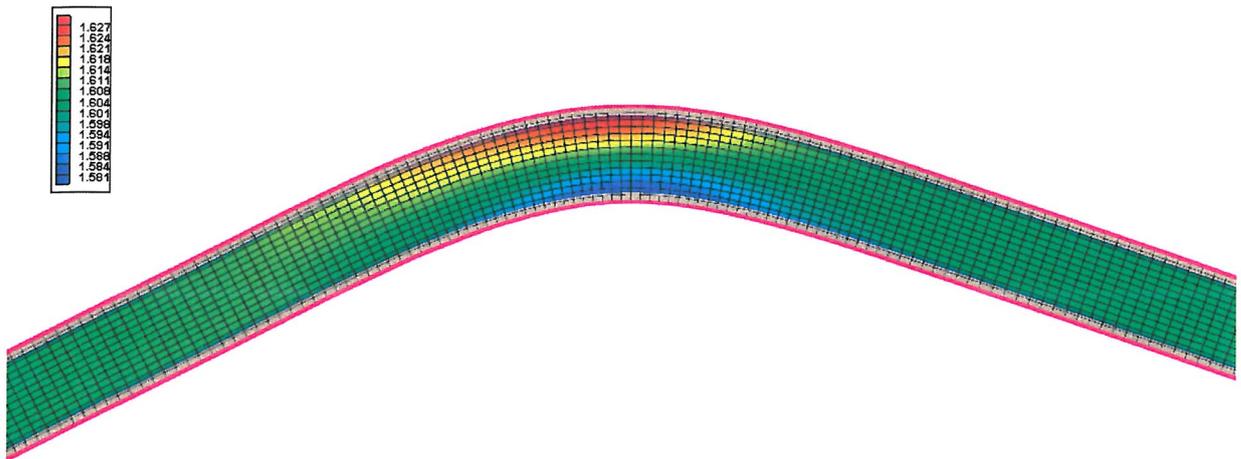
Esempi di modello 2D su due tratti di canale nelle condizioni di rilievo; si osserva che l'effetto di curvatura è modesto e crea una differenza di livello tra l'interno e l'esterno curva pari a circa 4 cm al massimo la corrispondente sezione in scala deformata presenta in seguente andamento del livello tra sinistra più alto e destra più basso





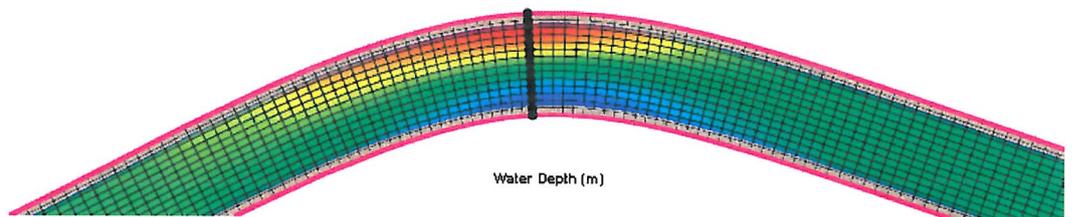
6.1.2 Condizioni di progetto



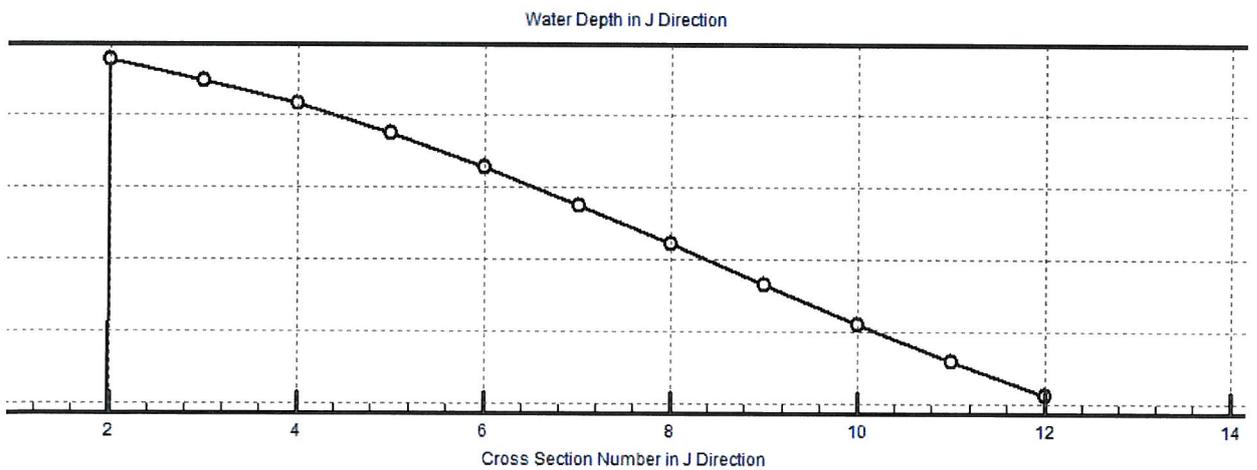


Anche in tal caso si riportano due esempi del tracciato analizzato nelle condizioni di progetto; anche in tal caso l'effetto di curvatura è modesto e crea una differenza di livello tra l'interno e l'esterno curva pari a circa 4,5 cm al massimo. la corrispondente sezione in scala deformata presenta in seguente andamento del livello tra sinistra più alto e destra più basso

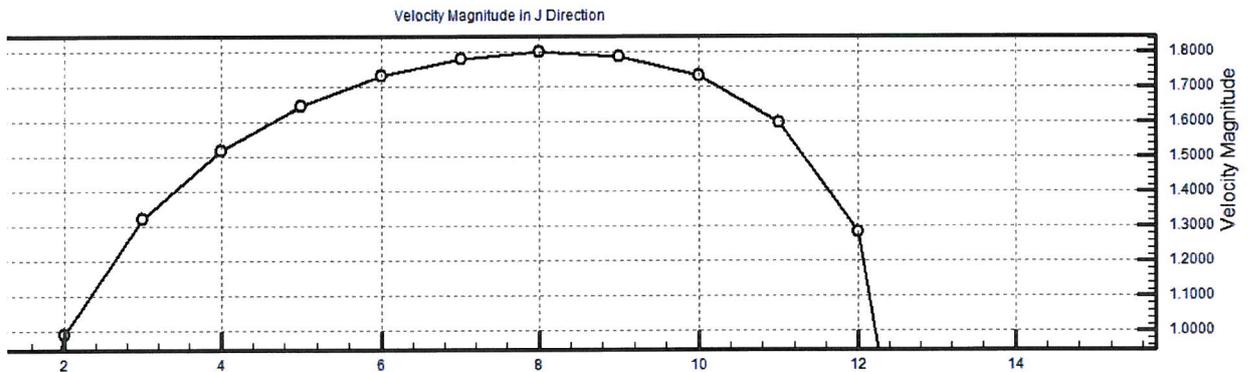
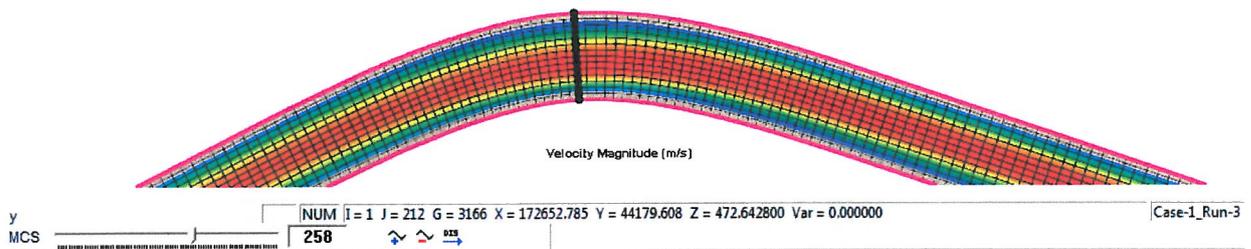
1



Ready NUM | = 1 J = 208 G = 3106 X = 172649.939 Y = 44178.155 Z = 472.645800 Var = -0.792300
 MCS 258



Time = 0(d): 2(h): 46(m): 40(s)



7. CONCLUSIONI

In conclusione l'analisi svolta dimostra che dal punto di vista idraulico l'intervento di spostamento del tracciato del canale Coldimosso non determina variazioni significative dell'andamento dei livelli all'interno del canale stesso, in particolare il campo di moto non risulta perturbato da anomali sopralzi dei livelli, non si determinano rigurgiti od ostruzioni, si mantiene l'andamento regolare del profilo di fondo senza variazioni significative delle pendenze locali o delle velocità; le perdite di carico infine nelle due configurazioni sono sostanzialmente analoghe.

Tabella riassuntiva di confronto

rilievo		progetto	
tirante max esterno curva (m)	1.61	tirante max esterno curva (m)	1.62
tirante min interno curva (m)	1.57	tirante min interno curva (m)	1.58
vel max esterno curva (m/s)	1.8	vel max esterno curva (m/s)	1.8
vel min interno curva (m/s)	1	vel min interno curva (m/s)	1