

***TESI DI LAUREA***

**Costruzioni Idrauliche**

**Laureando : Calisi Luca**

**Relatore : Ing. Prof. Roberto Guercio**

**Titolo Tesi**

**“IDRODINAMICA DI ELEMENTI GALLEGGIANTI IN CANALE APERTO”**

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA “LA SAPIENZA”**

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA AMBIENTE E TERRITORIO**

**Anno accademico 2002-2003**

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPITOLO PRIMO</b> .....	<b>3</b>
<i>1.1 Introduzione</i> .....	<i>3</i>
<b>CAPITOLO DECIMO</b> .....	<b>7</b>
<b>Conclusioni</b> .....	<b>7</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>10</b>

## **CAPITOLO PRIMO**

### **1.1 Introduzione**

Il materiale trasportato dalla corrente può essere in alcuni casi abbondante, soprattutto durante dei particolarmente intensi eventi meteorologici. Tale materiale è per la maggior parte composto da tronchi d'albero, rami e radici che vengono trasportati dal fiume anche per lunghi tratti. Se questi oggetti incontrano lungo il cammino un ostacolo (un ponte, una discontinuità, ecc. ) possono accumularsi a formare un agglomerato e in alcuni casi veri e propri sbarramenti naturali al normale deflusso di un fiume. Si comprende allora quanto sia importante prevedere i movimenti di tali detriti arborei, che trasportati nella corrente, possono spesso incontrare opere di sbarramento e di attraversamento. Il presente lavoro parte da delle ipotesi semplificatrici, cioè si considera un tratto rettilineo di un fiume (sia in scala ridotta che reale), si considera come oggetto trasportato una sfera (in luogo di un oggetto cilindrico o approssimabile a tale) e la corrente sarà in regime turbolento uniforme. La prima fase della tesi consiste nella ricerca di una teoria adattabile al caso della canaletta del Laboratorio, per la valutazione della dispersione. Tale studio ha il suo punto di partenza quindi dai buoni

risultati sperimentali ottenuti dai precedenti lavori di tesi dei miei colleghi Luca Giannicchi e Flaminia Sacerdoti. Per meglio chiarire il problema trattato, una breve sintesi del lavoro precedentemente svolto e dei risultati ottenuti sarà riportata in futuro. Dopodiché si passerà al confronto dei risultati con l'applicazione di un modello stocastico (la Teoria della Dispersione Turbolenta) per la valutazione della dispersione delle particelle rilasciate, di dimensione prefissata, nel flusso di corrente. Un altro obiettivo sarà quello di cercare di implementare nel software FESWMS (tramite linguaggio di programmazione Fortran 95) la teoria trovata. I limiti che dovranno essere esplorati nella teoria saranno:

- Applicabilità dello studio su scale maggiori di quella dell'esperimento della canaletta di laboratorio;
- Limiti della teoria della dispersione;
- Limiti legati alla semplice scelta della geometria del problema;
- flusso in un fiume con elevata energia e in campi di macroturbolenza.

Infine verrà effettuata un'esperienza in un corso d'acqua reale, per capire quali siano gli eventi che influenzano effettivamente la cinematica di un elemento galleggiante in corrente.

Figura 1.1: Accumulo drifts in canale aperto





## CAPITOLO DECIMO

### Conclusioni

Dall’analisi delle traiettorie tramite l’applicazione della teoria della dispersione in flusso turbolento e dall’osservazione diretta in campagna si conclude che:

- ✓ L’elemento galleggiante rilasciato su un tratto del fiume rettilineo segue l’andamento della corrente del fiume. Le dimensioni dell’elemento galleggiante hanno permesso di ottenere traiettorie depurate dalle fluttuazioni superficiali e la quasi totale immersione ha acconsentito di attenuare la forza esercitata dal vento.
- ✓ Le traiettorie sono localmente distorte. La presenza di vortici lungo il tratto del fiume (con estensione da 1 a 3 volte il diametro del galleggiante) ha causato una “cattura” temporanea del galleggiante da parte dei vortici stessi, con conseguenti rallentamenti e deviazioni di direzione. Nel caso di vortici con diametri inferiori, l’influenza sulla cinematica è stata irrilevante. Le immagini evidenziano il fenomeno. I rilasci sono avvenuti in orari diversi: i vortici osservati sono risultati stabili nel tempo.

- ✓ Per oggetti approssimabili come comportamento a particelle fluide, la cinematica è influenzata dalla microturbolenza superficiale. Al crescere delle dimensioni degli oggetti rilasciati, gli stessi seguiranno il flusso medio, anche per scale di turbolenza notevoli (in Letteratura sono riportati valori di  $T_E$  anche fino a 8÷9 secondi per i fiumi più importanti).

L'esperimento sul fiume, se da una parte ha confermato quanto detto, dall'altra evidenza come, trascurando le ipotesi semplificatrici iniziali (tratto di canale rettilineo, sezione rettangolare e flusso uniforme turbolento stazionario), particolari fenomeni locali influenzino l'idrodinamica. In scala reale l'idrodinamica di un elemento galleggiante di forma sferica rilasciata in un canale è influenzata quindi da:

- 1) Dimensioni;
- 2) Presenza di brusche variazioni della sezione trasversale d'alveo;
- 3) Morfologia dell'alveo;
- 4) Posizione di rilascio;
- 5) Improvvisi cambiamenti di direzione e di profondità della corrente.

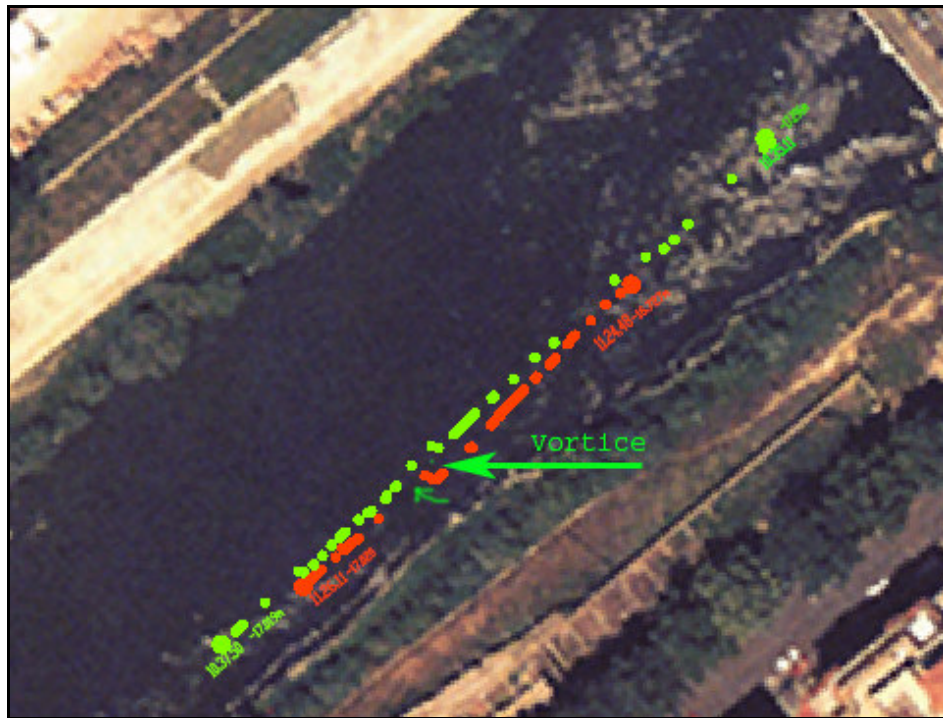


Figura 10.1: Traiettorie n. 1 e n. 6

## Bibliografia

- **Marchi, Rubatta**, “MECCANICA DEI FLUIDI, PRINCIPI E APPLICAZIONI PRATICHE ”, UTET 1994
  
- **Prof. Cenedese**, “MATERIALE DIDATTICO DEL CORSO DI MECCANICA DEI FLUIDI ”, 1999
  
- **Querzoli Giorgio**, “Dispense di IDRAULICA”, 2002
  
- **Rauci Biagio**, “ SIMULAZIONE NUMERICA DI UN FLUSSO TURBOLENTO MONODIMENSIONALE”, 2002
  
- **Chao Lin Chiu**, “**Stochastic Hydraulics**”:
  - Raul. S. McQuivey**, “Turbulent diffusion and dispersion in open channel flow”, Research Hydraulic Engineer;
  - Richard L. Peskin**, “Stochastic estimation applications to turbulent diffusion ”, The State University of New Jersey, New Jersey, U.S.A
  
- **U.S. Departement of Transportation**, “MANUALE DEL FINITE ELEMENT SURFACE-WATER MODELING SYSTEM: TWO-DIMENSIONAL FLOW IN HORIZONTAL PLANE, versione 1.1”
  
- **Elder J.W.**, “The Dispersion of Marked fluid in turbulent shear flow”, Journal of Fluid Mechanic Vol. 5, 1959

- **Shen Hsieh Wen**, "Stochastics Approaches to Water Research", 1976
- **B. Mutlu Sumer**, "Simulation of Dispersion of Suspended particles", Journal of Hydraulics Division October 1973
- **P.J. Sullivan**, "Longitudinal Dispersion within a two-Dimensional shear flow", Journal of Fluid Mechanics Vol. 49 1971
- **Todorovic**, "A Stochastic Model of Dispersion of Sediment Particles released From continuous Source". Water Resources Research Dicembre 1975 vol.11 no.6
- **Terry J. Day**, "Longitudinal dispersion in natural channels", Water Resources Research, Vol.11 no.6 December 1975
- **Engelund, F.**, "Dispersion of floating particles in uniform channel flow ", Journal of Hydraulics Division, ASCE, July 1969
- **Y. Lam Lau**, "Transverse Dispersion in Rectangular Channels", Journal of Hydraulics Division, ASCE, October 1977
- **Gisbert Webel & Michael Shatzmann**, "Transverse Mixing in Open Channel Flow ", Journal of Hydraulic Engineering, Vol.110, No.4 April 1984
- **Z.-Q. Deng; L. Bengtsson, F.ASCE, ...**, "Longitudinal Dispersion Coefficient in Single-Channel Streams", Journal of Hydraulic Engineering, October 2002

- **K. Farber**, “Investigations of Particle Motions in Turbulent Flow”, Euromech 192: Transport of Suspended solids in open Channels, Neubiberg, 11-15 June 1985
- **Filippo Ginanni, Ignazio Becchi, Fabio Castelli**, “CINEMATICA DEI DETRITI ARBOREI NELLE CORRENTI A PELO LIBERO”, IDRA2000-XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 2000
- **Domenica Miranda, Vito Antonio Copertino, Michele Greco**, “RISPOSTA DINAMICA DI UN OSTACOLO INVESTITO DA UNA CORRENTE A SUPERFICIE LIBERA IN MOTO MEDIAMENTE STAZIONARIO”, IDRA2000- XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, 2000
- **Christian A. Braudrick, Gordon E. Grant**, “Transport and deposition of large woody debris in streams: a flume experiment”, Geomorphology 2001, Elsevier Science B.V.. ([www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph))
- **Bretagne Hygelund, Michael Manga**, “Field measurements of drag coefficients for model large woody debris ”, Geomorphology 51 (2003), Elsevier Science B.V.. ([www.elsevier.com/locate/geomorph](http://www.elsevier.com/locate/geomorph))
- **Christian A. Braudrick, Gordon E. Grant**, “When do Logs move in rivers?”, WATER RESOURCES RESEARCH, VOL.36, NO.2, FEB.2000
- **Christian A. Braudrick , Gordon E. Grant, Takashi Yamada**, “The Interaction between Large Woody Debris, Debris Flows, and Channel Morphology: A flume experiment”, ([www.fsl.orst.edu/Stream\\_process](http://www.fsl.orst.edu/Stream_process))

- **Editorial**, “Wood in rivers: interactions with channel morphology and processes”, *Geomorphology* 51 (2003), Elsevier Science B.V.
- **H. Piegay, A. Thevenet, A. Citterio**, “Input, storage and distribution of large woody debris along a mountain river continuum, the Drome River, France”, *Catena* 35 1999 19–39, Elsevier Science
- **Michael G. Wing, Richard F. Keim, Arne E. Skaugset**, “Applying geostatistics to quantify distributions of large woody debris in streams”, *Computers & Geosciences* 25 (1999)