

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA TUSCIA



FACOLTA' DI AGRARIA

CORSO DI LAUREA DI II° LIVELLO IN CONSERVAZIONE E RESTAURO
DELL'AMBIENTE FORESTALE E DIFESA DEL SUOLO

Curriculum: Monitoraggio e Difesa del Suolo

(classe delle lauree in Scienze e Gestione delle Risorse Rurali e Forestali)

INTERRELAZIONI TRA FENOMENI DI PIENA E VEGETAZIONE RIPARIALE

Relatore: Chiar.mo

Dott. Ing. Andrea Petroselli

Controrelatore:

Prof. Ing. Salvatore Grimaldi

Correlatore: Chiar.mo

Dott. Ing. Paolo Cornolini

Tesi di laurea di:

Manzari Vito

A.A.2009/2010

INDICE

1. INTRODUZIONE	p. 8
2. PRESENTAZIONE DELL' AREA DI STUDIO	p. 11
2.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	p. 11
2.2. GEOLOGIA E LITOLOGIA	p. 13
2.3. DISSESTO IDROGEOLOGICO	p. 15
2.4. USO DEL SUOLO	p. 16
2.5. ASPETTI FITOCLIMATICI SU SCALA VASTA	p. 17
2.6. SERIE VEGETAZIONALI	p. 19
2.7. AREE PROTETTE	p. 24
3. MATERIALI E METODI	
3.1. DEM (DIGITAL ELEVATION MODEL)	p. 25
3.2. CORREZIONE ED ANALISI DEL DEM E STIMA DEI PARAMETRI IDROGEOMORFOLOGICI	p. 27
3.3. CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOBACINO	p. 28
3.4. DEFINIZIONE DELLE PORTATE (METODOLOGIA ABT)	p. 30
3.5. PRESENTAZIONE DEL SOFTWARE HEC-RAS	p. 31
4. LA VEGETAZIONE RIPARIALE	p. 34
4.1. FUNZIONI DELLA FASCIA RIPARIA	p. 36
4.2. ANDAMENTO PULSANTE DELLE ESONDAZIONI (FLOOD PULSE CONCEPT)	p. 39
5. ANALISI DEI DATI	p. 40
5.1. RELAZIONE IDROLOGICA	p. 41
5.2. ANALISI VEGETAZIONALE	p. 42
6. RISULTATI	p. 46
7. CONCLUSIONI E INDIRIZZI GENERALI	p. 53
8. BIBLIOGRAFIA	p. 56
9. ALLEGATI	p. 58
	p. 60

RIASSUNTO

L'ingegneria idraulica e l'idrologia studiano sistemi complessi come le precipitazioni e le portate dei fiumi, grazie alle registrazioni di serie storiche pluviometriche e di portate, per la stima del tempo di ritorno, vale a dire il tempo medio di attesa tra il verificarsi di due eventi successivi di pari intensità.

La questione che ci si pone in questa tesi è se sia possibile prendere in considerazione le informazioni che ci vengono fornite dalla vegetazione riparia, dove questa risulti presente e in uno stato di naturalità accettabile, come supporto alla determinazione del livello di piena di determinato tempo di ritorno.

La ricerca di una risposta, seppur indicativa, vista la complessità dei sistemi a confronto, è stata condotta partendo dall'analisi dell'alto bacino del torrente Rio Torbido localizzato nel territorio nord-orientale della provincia di Viterbo.

Il lavoro si è articolato in una prima fase caratterizzata da una campagna di rilevamenti durante la quale sono state misurate le sezioni idrauliche e censite le specie riparie.

Le analisi a scala di bacino idrografico sono state eseguite con l'utilizzo del software GIS da cui sono stati ricavati i parametri idro-geomorfologici per la determinazione delle portate massime di piena. Tali valori sono stati stimati sviluppando la metodologia proposta dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere. I valori delle portate così ottenuti sono stati in seguito inseriti nel software HEC-RAS, un programma specializzato per la progettazione idraulica.

La relazione fra le altezze della superficie idrica e la posizione sulla riva delle specie riparie è stata riportata graficamente su software CAD.

Dallo studio è emerso il rapporto fra quattro principali associazioni vegetali e i livelli idrici H generati da eventi di piena con tempo di ritorno di 1, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anni:

Il primo gruppo composto da *Alnus glutinosa* e *Sambucus nigra* collocato ad un'altezza nella maggior parte dei casi corrispondente o inferiore ad un livello idrico pari a H1.

Il secondo gruppo formato da *Salix alba*, and *Populus nigra* posizionato ad un livello corrispondente al H1.

Il terzo gruppo, composto da *Populus alba* e *Quercus robur* ad un'altezza sulla sponda compreso tra H2 e H5

Il quarto gruppo comprensivo di *Quercus cerris* e *Robinia pseudacacia*, sempre localizzato a un'altezza sulla riva pari o superiore a H100.

Parole chiave:

Idrologia, Ing. Naturalistica, Vegetazione riparia, Indicatori di piena, Rio Torbido.

FACOLTÀ DI AGRARIA



Conservazione e Restauro dell'Ambiente Forestale e Difesa del Suolo
Curriculum: Monitoraggio e Difesa del Suolo

INTERRELAZIONI TRA FENOMENI DI PIENA E VEGETAZIONE RIPARIALE

RELATORE:

Dott. Ing. Andrea Petroselli

CONTRORELATORE:

Prof. Ing. Salvatore Grimaldi

CORRELATORE:

Dott. Ing. Paolo Cornolini

CANDIDATO:

Vito Manzari

A.A. 2009/2010

Sommario

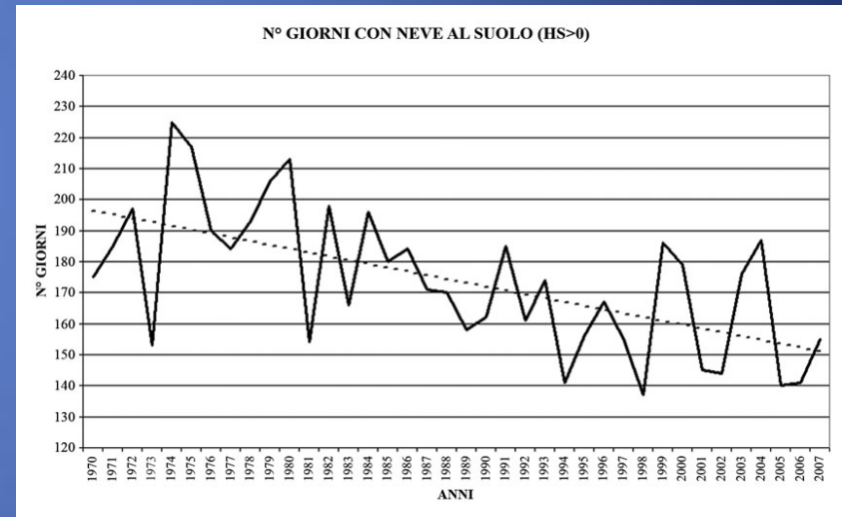
- Introduzione
 - Obiettivi
 - Fasi di ricerca
- Presentazione area di studio
- Materiali e metodi
 - analisi idro - geomorfologiche;
 - metodologia ABT;
 - stime dei livelli idrici HEC-RAS
- Risultati
- Conclusioni ed indirizzi generali

INGEGNERIA IDRAULICA

IDROLOGIA



PORTATE E PRECIPITAZIONI



STIMA DEL TEMPO DI RITORNO



Esecuzione di opere idrauliche
tradizionali e di Ingegneria Naturalistica

Tempo di ritorno

In ingegneria idraulica e idrologia è il “tempo medio affinché un determinato fenomeno sia uguagliato o superato”

OBIETTIVI

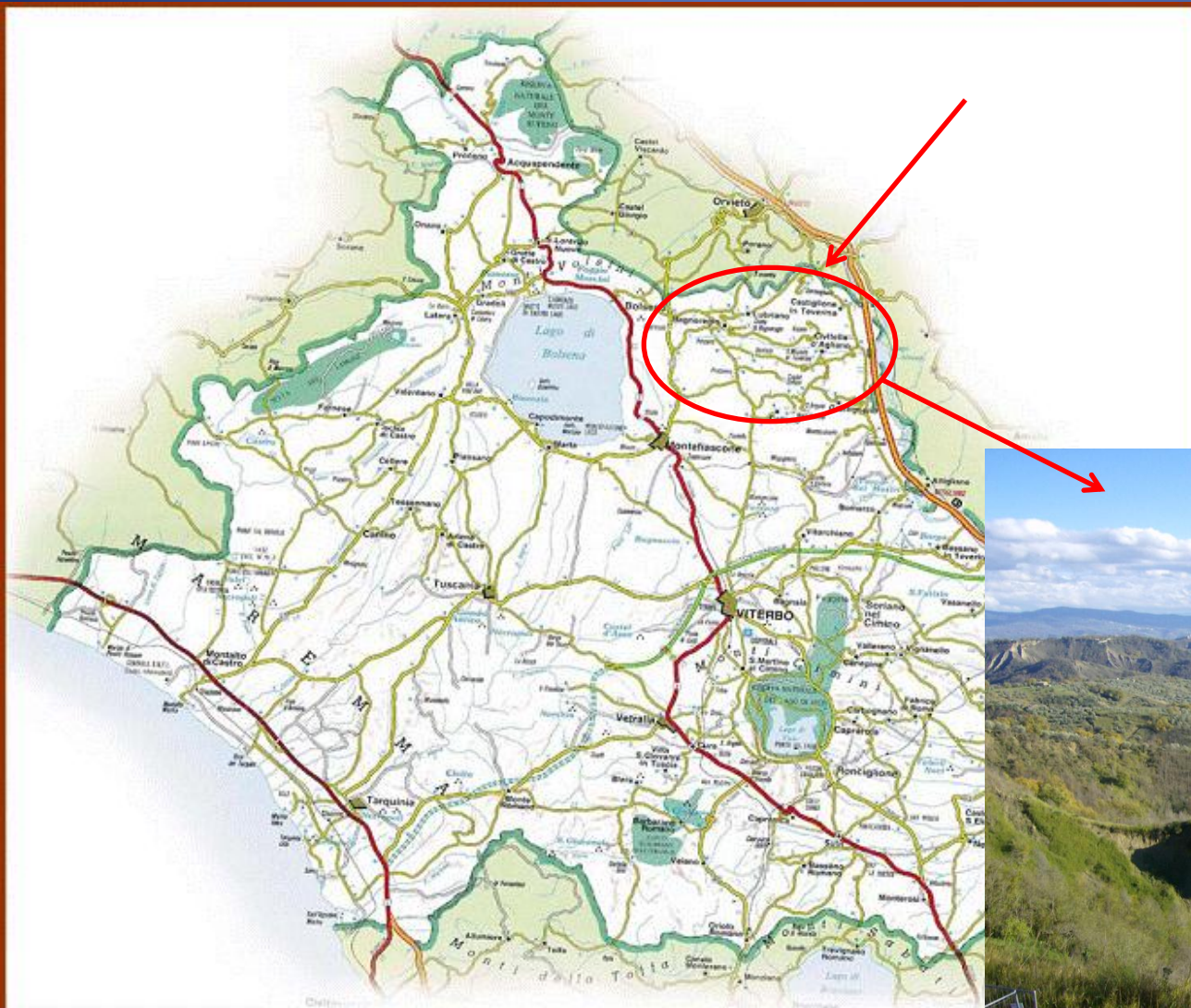
DETERMINARE UNA POSSIBILE
CORRELAZIONE TRA FENOMENI DI PIENA
E LA VEGETAZIONE RIPARIALE

In modo da poter cogliere le informazioni che ci vengano fornite
dalla componente vegetale per stimare il livello di piena.

Metodologia d'indagine

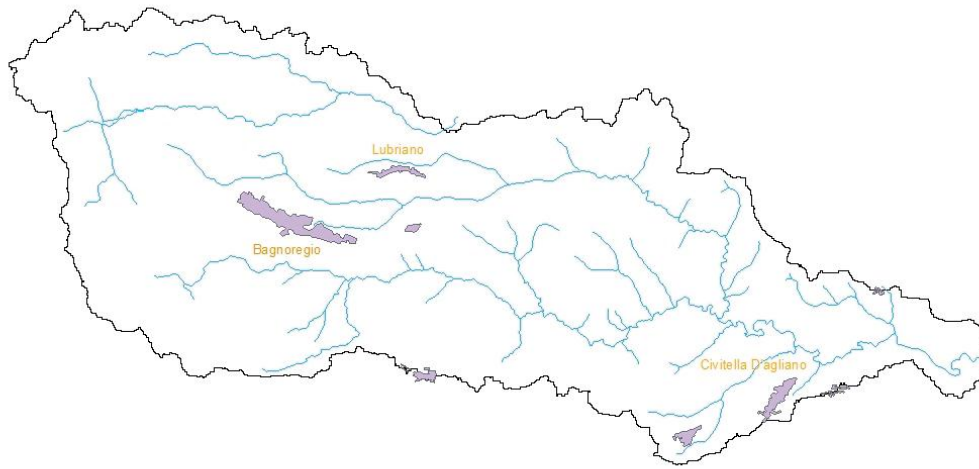


AREA DI STUDIO



Bacino idrografico
del Rio Torbido





RIO TORBIDO	
Area (Kmq)	61,67
Lunghezza asta principale (Km)	20,37
Ordine massimo del bacino	4
Rb - rapporto di biforcazione	3,36
RI - rapporto delle lunghezze	1,96
Ra - rapporto delle aree	4,17
Quota minima (m)	85
Quota massima (m)	625
Quota media (m)	373
Pendenza minima (%)	0
Pendenza massima (%)	375
Pendenza media (%)	21,9
Tempo di corrivazione (ore)	4,57

Geologia: tufi, ignimbriti, sabbie, alluvioni fluviali;
 Serie vegetazionali: cerrete mesofile e termofile, geosigmeto ripariale.



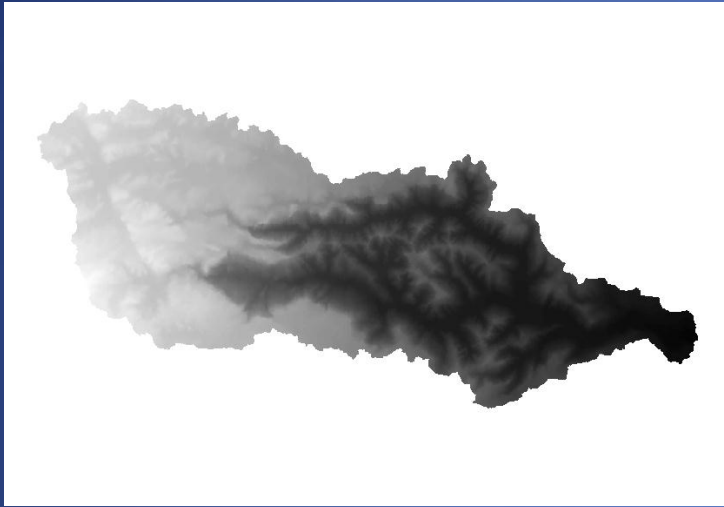
Materiali e metodi

STRUMENTI UTILIZZATI IN CAMPO

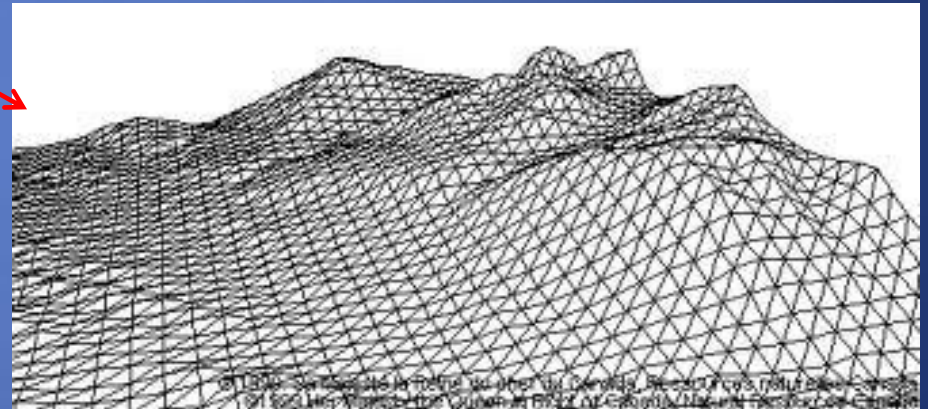


- Palina contrassegnata da bande alternate bianco-rosse;
- rollina metrica;
- GPS Magellan explorist 210;
- taccuino per appunti.

D.E.M. (Digital Elevation Model)



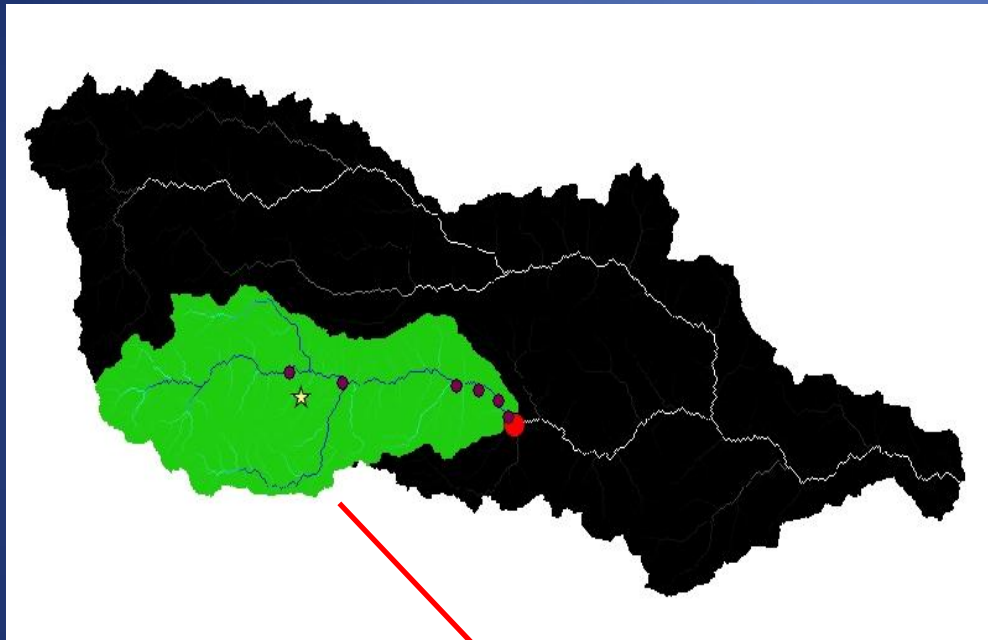
Correzione del DEM (PIT FILLING)



DEM : dato Raster (è una matrice di celle equamente distanziate, dove l'attributo è la quota).

A partire da un DEM, è immediato per un GIS ottenere alcune importanti informazioni derivate da esso: PENDENZE, ESPOSIZIONI

Parametri idro-geomorfologici del sottobacino



Caratterizzazione del sottobacino dell'alto corso del Rio Torbido.

- Determinazione della Flow Direction (direzione di deflusso delle acque);
- Flow Accumulation (accumulazione di deflusso);
- Flow Length (lunghezza del flusso idrico) .

Superficie drenata (kmq)	Lunghezza asta (km)	Altezza media (m s.l.m.)	centroide	
15.5	9.1	454	x= 261540	y= 7222701

Metodologia A.B.T.

$$\text{Eq. 1} \quad QT = \frac{(h_{d,t} \times K_r \times K_d \times S)}{3,6 t_c}$$

Dove:

$h_{d,t}$ = altezza di acqua caduta su t (tempo di pioggia); si ottiene

da: $h_{d,T} = KT \times E(h_1) \times d^{0,29}$

K_r = si ottiene dallo sviluppo dell'equazione:

$K_r = 1 - \exp(-0,033 \times E(h_1) \times 1,1 \times t_c^{0,25}) + \exp(-0,033 \times E(h_1) \times 1,1 \times t_c^{0,25} - 0,01 \times S)$;

K_d = coefficiente di deflusso di piena (rapporto fra deflussi e afflussi);

S = Area drenata del bacino;

t_c = tempo di corrivazione da formula di Giandotti:

$t_c = (4 \sqrt{S + 1,5 L}) / 0,8 \sqrt{H}$

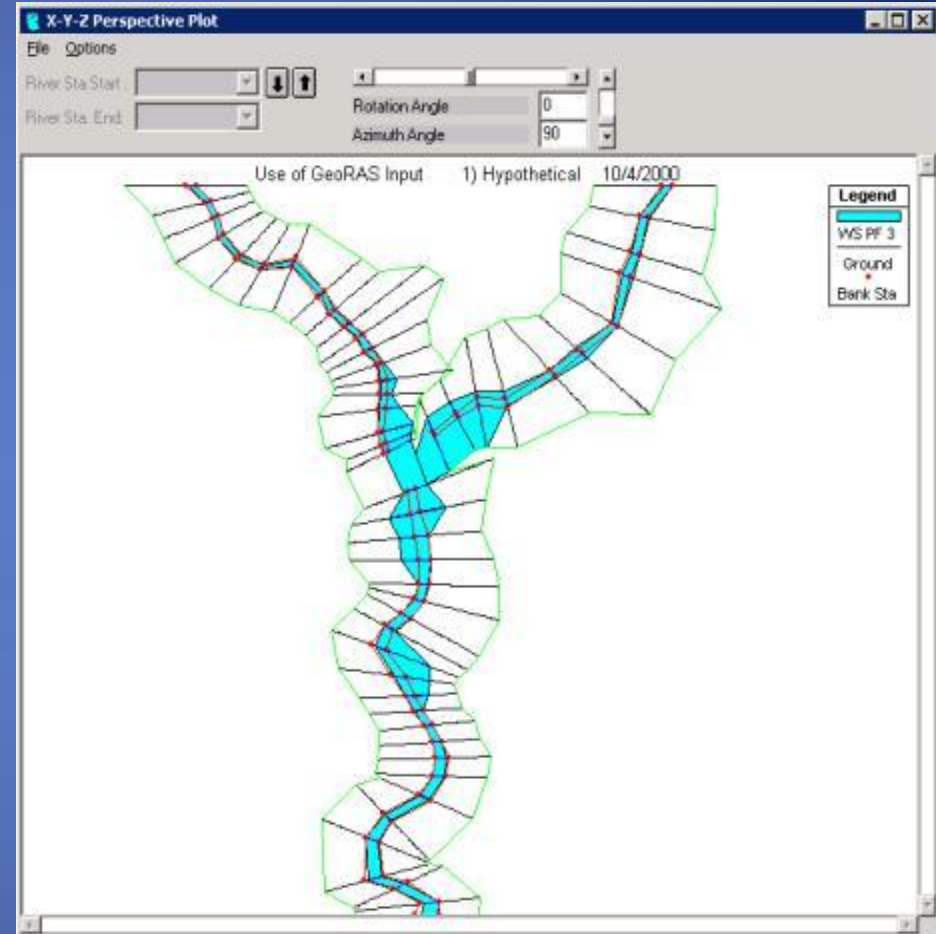
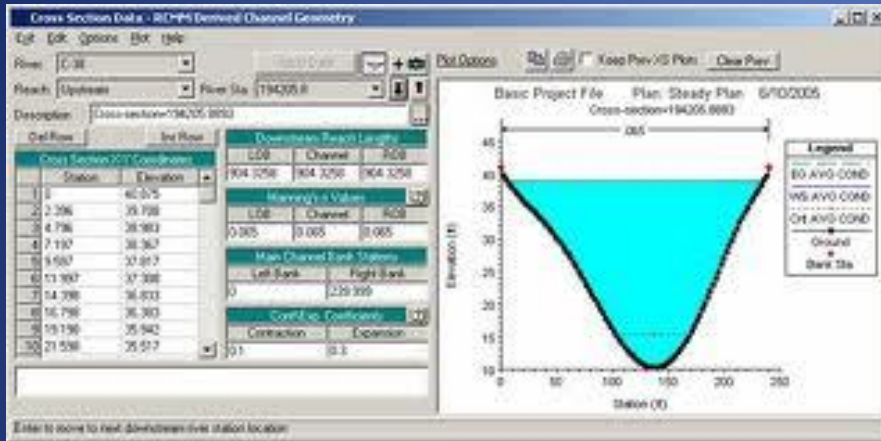
Eq. 1

$$QT = \frac{(hd,t \times Kr \times Kd \times S)}{3,6 tc}$$



BACINO DI MONTE				
Tr	KT	h,dT	coeff. Def.	Qmax
(anni)	(-)	(mm)	(-)	(m3/s)
1	1.000	66.0	0.20	24.44
2	1.042	68.8	0.20	25.45
5	1.207	79.7	0.20	29.51
10	1.431	94.5	0.20	34.97
20	1.680	110.9	0.20	41.06
50	2.060	136.0	0.20	50.34
100	2.376	156.9	0.20	58.06

Stima dei livelli idrici (HEC-RAS)



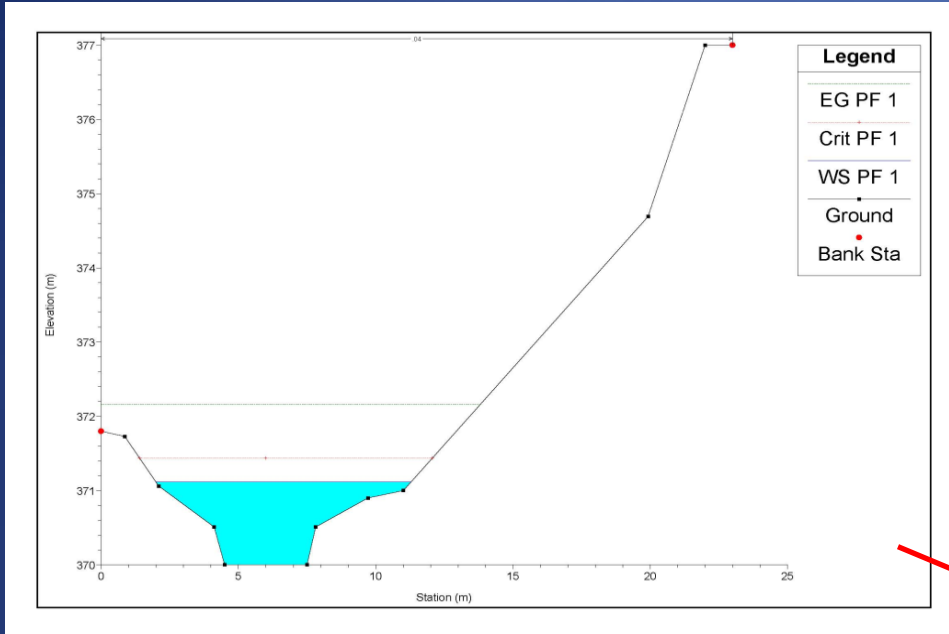
HEC-RAS (U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center).

Schema monodimensionale

- Modello di propagazione della corrente in regime di moto permanente e vario;
- Simulazione del trasporto solido.

Con diversi tempi di ritorno (T_r) su sei sezioni trasversali

Livelli idrici di diverso Tr (1-100 anni)



Esempio: sezione 6 secondo HEC-RAS



sezione	altezza idrica (m)							H MEDIA
	H1	H2	H5	H10	H20	H50	H100	
1	1.36	1.41	1.46	1.55	1.65	1.77	1.87	1.58
2	1.72	1.76	1.89	2.04	2.21	2.43	2.6	2.09
3	2.2	2.23	2.36	2.5	2.65	2.85	3	2.54
4	1.36	1.39	1.47	1.56	1.66	1.8	1.9	1.59
5	1.18	1.19	1.26	1.34	1.43	1.55	1.64	1.37
6	1.1	1.12	1.18	1.26	1.34	1.45	1.54	1.28

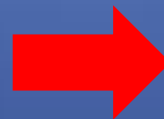
Rilievi vegetazionali



SPECIE	h media della specie rispetto al fondo per le 6 sez. considerate
<i>Alnus glutinosa</i>	0.7
<i>Salix alba</i>	1.4
<i>Populus alba</i>	1.5
<i>Populus nigra</i>	1.4
<i>Quercus robur</i>	1.5
<i>Sambucus nigra</i>	1.1
<i>Quercus cerris</i>	2.9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.5

Censimenti lungo
la riva su tratti di lunghezza max 10 m.

H media rispetto al fondo (6 sez.) della
posizione delle specie ripariali dell'alto
corso del Rio Torbido.



RISULTATI

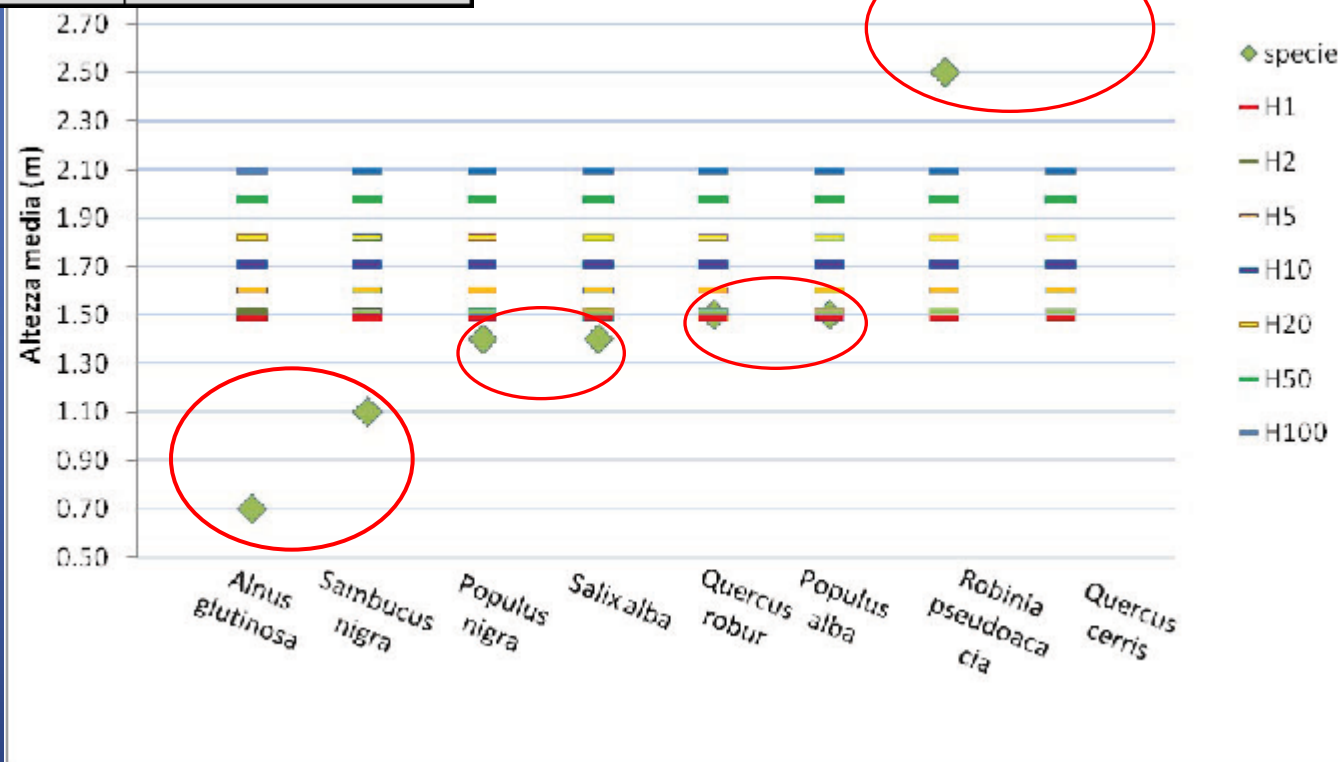
Prima ipotesi correlativa

Specie	h media della specie rispetto al fondo (m)	Media tra i livelli HTr (m)
<i>Alnus glutinosa</i>	0.70	1.49 (Tr=1)
<i>Sambucus nigra</i>	1.10	1.52 (Tr=2)
<i>Populus nigra</i>	1.40	1.60 (Tr=5)
<i>Salix alba</i>	1.40	1.71 (Tr=10)
<i>Quercus robur</i>	1.50	1.82 (Tr=20)
<i>Populus alba</i>	1.50	1.98 (Tr=50)
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.50	2.09 (Tr=100)
<i>Quercus cerris</i>	2.90	

Relazione livelli medi HTr (1-100 anni) e posizione dal fondo delle specie riparie Per le 6 sezioni considerate. (Valori medi).

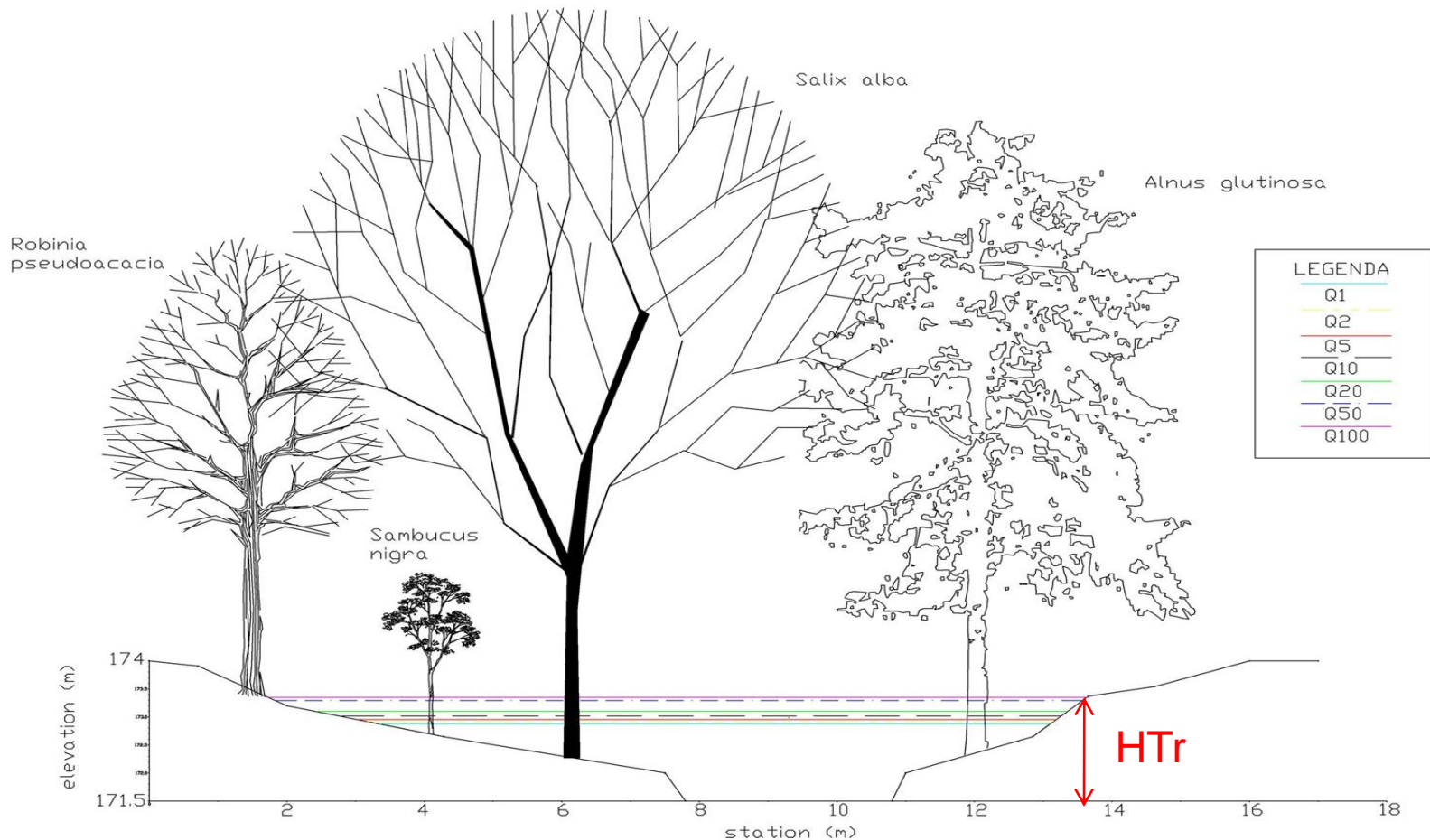
4 GRUPPI

- *Alnus-Sambucus*
- *Salix alba-Populus nigra*;
- *Populus alba- Quercus robur*;
- *Quercus cerris-Robinia pseudoacacia*;



Relazione “livello idrico- posizione vegetazione” (sotto esempio sez. 1)

SEZIONE 1



Relazione “livello idrico- posizione vegetazione” nelle 6 sezioni trasversali

SPECIE	RELAZIONE TRA SPECIE E H					
	SEZ 1	SEZ 2	SEZ 3	SEZ 4	SEZ 5	SEZ 6
<i>Alnus glutinosa</i>	< H1	/	/	/	/	/
<i>Sambucus nigra</i>	< H1	< H1	< H1	H10	< H1	H1
<i>Salix alba</i>	< H1	/	< H1	H10	>H100	2<H<5
<i>Populus nigra</i>	/	H1	< H1	H1	H20	/
<i>Populus alba</i>	/	/	/	/	H20	50<H<100
<i>Quercus robur</i>	/	/	/	/	/	50<H<100
<i>Robinia pseudoacacia</i>	H100	>H100	H100	>H100	>H100	/
<i>Quercus cerris</i>	/	>H100	/	/	>H100	/

Gruppo 1: *Alnus* – *Sambucus* sempre sotto H1 eccetto *sambucus nigra* in sezione 4;

Gruppo 2: *Salix alba* tra H1 e H10 ad eccezione di H100 in sezione 5. *Populus nigra* sempre H1 ad eccezione della sezione 5;

Gruppo 3: *Populus alba* (H20 sezione 5) e con *Quercus robur* in sezione 6 tra H50 e H100.

Gruppo 4: *Robinia* e *Quercus cerris* sempre sopra H100.



Problematiche riscontrate

- Considerazione di diversi fattori: ecologici, pedologici, microclimatici e antropici;
- Strumentazione utilizzata spesso inadeguata;
- Valutazione di parametri influenti sulla stima del livello idrico: coefficiente di Manning, pendenza del fondo, coefficiente di deflusso;
- Numerosità del campione limitata;
- Grado di naturalità della foresta perifluviale da accertare tramite utilizzo di indici specifici (es. I.F.F.).

Conclusioni ed indirizzi generali

Determinazione indicativa di una correlazione tra la posizione di 4 gruppi di specie ripariali e livelli idrici generati da eventi di piena con tempo di ritorno di 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 anni.



Necessità di proseguire la ricerca in tale ambito su corsi d'acqua monitorati o non, per poter acquisire informazioni utili, non solo tramite software, ma anche dalla posizione delle specie ripariali in relazione ai livelli di piena di determinato tempo di ritorno.

ABSTRACT

The hydraulic engineering and hydrology study complex systems such as rainfall and river's discharge, from the registration of historic precipitation series and discharge, to valuation of return times, that is the medium time waits that occurs two successive events of same intensity.

The question to solve in this graduation thesis is to know if it's possible to take into consideration the contribute information from the riparian vegetation, where this turn out to be present and in a acceptable naturalness state, as a support for the determination of highwater mark of fixed return times.

Search for an answer, in view of the complexity of the two systems that have been compared, it's been conducted starting from the analysis of the high river basin Rio Torbido, localized in the north-east of the province of Viterbo.

The work has been articulated in a first phase characterized by inspections made for taking hydraulic and vegetation datas.

The analysis on the river basin has been performed with cartographic software GIS.

Hydro-geomorphologic parameters have been relieved to determine the peak values of discharge.

These values have been estimated developing the methodology of Authority of Basin of the Tiber's river. Then the discharge values so calculated have been inserted into a software specialized in hydraulic planning called HEC-RAS.

Interrelation between high-water marks and position of riparian plants on the bank river has been reproduced on software CAD (Computer Aided Design).

In conclusion the study highlights the connection existing between four main typologies of vegetation and high-water marks H generated by discharge events with hitting time of 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 years:

The first group is composed by *Alnus glutinosa* and *Sambucus nigra* and is placed under the level H1;

The second group, formed by *Salix alba* and *Populus nigra*, is localized in correspondence of H1;

The third group, composed by *Populus alba* and *Quercus robur*, is located between H2 and H5.

The fourth group is composed by *Quercus cerris* and *Robinia pseudacacia* and is placed at about H100.

Keywords:

Bioengineering, Hydrology, Riparian Vegetation, High-Water Mark's Indicator, Rio Torbido River