

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE
FACOLTA' DI AGRARIA

Corso di laurea in:
Scienze Forestali e Ambientali

Analisi della vegetazione di sponda del Fiume Arno alle Cascine

Relatore:

Chiar.mo Prof. Federico Preti



Tesi di laurea di
Alessandro Errico

Anno Accademico 2009-2010



27 SET. 2010

Indice

Indice	pag. 1
Il caso di studio	pag. 1
CAPITOLO 1	pag. 3
Specie arboree più comuni in ambiente ripario nel bacino dell'Arno	pag. 3
Fam. Betulaceae	pag. 3
Fam. Salicaceae	pag. 4
Fam. Fabaceae	pag. 6
Fam. Caesalpinaceae	pag. 7
Fam. Simaroubaceae	pag. 8
Fam. Ulmaceae	pag. 8
Fam. Aceraceae	pag. 9
CAPITOLO 2 11	
La vegetazione presente nel tratto studiato	pag.11
Il piano erbaceo	pag.11
Il piano arboreo	pag.13
CAPITOLO 3 14	
I Consorzi di Bonifica e la gestione della vegetazione riparia	pag.14
La storia e la normativa	pag.14
La gestione della vegetazione riparia	pag.15
Il Disciplinare Attuativo in materia di tagli ripari	pag.16
CAPITOLO 4	pag.20
Hydraulic Model	pag.20
Come funziona	pag.20
I dati di input	pag.23
Esempio di file input	pag.23
CAPITOLO 5	pag.25
Materiali e metodi	pag.25
Descrizione della stazione	pag.25
Procedura di rilevamento dati sulla vegetazione arborea	pag.26
Procedura di rilevamento dati sulla vegetazione erbacea	pag.27
Determinazione del diametro medio dei sedimenti	pag.28
Elaborazione dei dati	pag.29
Risultati	pag.31
CAPITOLO 6	pag.32
Risultati	pag.32
Flood Level Analysis (FLA)	pag.32
Upper case characters (HQC)	pag.33
Shear stress distribution	pag.34
CAPITOLO 7	pag.37
Discussione e conclusioni	pag.37
Vegetazione e rapporto b/h	pag.37
Effetto della vegetazione erbacea sul deflusso	pag.39
Il rapporto s/d	pag.40
Conclusioni	pag.42
Bibliografia e sitografia	pag.43
Ringraziamenti	pag.44

Sintesi

Il tratto del fiume Arno compreso fra la traversa dell'Isolotto ed il ponte all'Indiano presenta una differente gestione della vegetazione riparia. In destra la copertura è costituita esclusivamente da vegetazione mantenuta allo stato erbaceo, sono rilasciati in testa d'argine alcuni esemplari arborei molto distanziati fra loro. In sinistra la situazione è analoga, ma vi è una differenza sostanziale: al piede dell'argine, sulla sponda dell'alveo inciso, è rilasciato un buffer continuo, di larghezza variabile fra i 2 ed i 7-8 m, costituito da vegetazione arborea alta circa 15-18 m.

Le due sponde sono gestite da due Enti diversi, il Consorzio di Bonifica della Toscana Centrale in sinistra ed il Consorzio di Bonifica dell'Area Fiorentina in destra.

Questa tesi è una analisi dell'effetto che la vegetazione riparia provoca sul livello idrico, ottenuto studiando una sezione dell'Arno nel tratto sopra citato in ipotetiche differenti condizioni di copertura vegetale. Lo studio è stato svolto utilizzando il programma di calcolo idraulico Hydraulic Model (Darby, 1995).

Sono stati effettuati rilievi vegetazionali su entrambe le sponde al fine di descrivere lo stato attuale ed ottenere i dati da inserire in H-Model. Successivamente sono state simulate varie ipotesi di copertura vegetale, variando l'altezza dell'erba, la disposizione e le dimensioni degli alberi, valutando il sovrizzo idrico rispetto al livello idrico corrispondente alla portata di ritorno trentennale (dati forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno). Per ogni ipotesi è stata inoltre calcolata la curva di deflusso, ed è stato rappresentato il confronto fra esse in un grafico.

Si è voluta studiare la relazione esistente fra il sovrizzo idrico percentuale ed il rapporto spaziatura/diametro, essendo questo il parametro più rilevante nella determinazione dell'effetto della vegetazione sul deflusso. La curva ottenuta conferma quanto già precedentemente dimostrato da altre ricerche in proposito (Guarnieri e Preti, 2007). Si nota infatti che, per un rapporto $s/d > 10$ l'effetto il sovrizzo idrico percentuale è inferiore al 5%, quindi tollerabile.

Considerato che la vegetazione erbacea costituisce la copertura predominante (oltre che prescritta per legge, D.P.R. del 14 aprile 1993 senza numerazione), si è effettuato uno studio sulla relazione che lega il sovrizzo idrico all'altezza dell'erba. Dalla curva ottenuta si evince che, affinché la vegetazione erbacea non influisca in modo rilevante sul sovrizzo, deve essere di altezza inferiore ai 40-50 cm. Al di sopra di questo valore invece anche la vegetazione erbacea ha un effetto notevole sul sovrizzo idrico, ed aumenta quindi il rischio idraulico.

Sempre utilizzando H-Model, si è calcolata la tensione di trascinamento tangenziale (τ) per ogni punto della sezione studiata, al fine di valutare se la vegetazione erbacea resisterebbe al passaggio della portata trentennale senza essere sradicata: il risultato di questa analisi dimostra che in alcuni

punti lo sforzo di taglio supera il limite massimo di resistenza del cotico erboso, (fissato in 20 N/m^2 , Sauli, Cornelini, Preti, 2003). Questo risultato spiega le erosioni che si sono verificate in alcuni punti nel tratto studiato in destra idraulica.

La fascia arborea rilasciata in sinistra ha quindi, oltre ad un notevole ruolo ecologico e paesaggistico, una funzione importante di difesa dall'erosione, e di rinforzo, del piede dell'argine. La scelta effettuata in destra di non rilasciare esemplari arborei nell'alveo di piena è tuttavia più cautelativa per quanto riguarda il rischio di esondazione e di mobilitazione di materiale legnoso.

Si può affermare inoltre che la vegetazione arborea in alveo, se gestita frequentemente e seguendo una pianificazione, non aumenta in modo rilevante il rischio idraulico, ma sicuramente ha degli effetti positivi in termini di protezione e stabilizzazione delle sponde e di valore paesaggistico e funzionalità ecologiche del fiume.



Analisi della vegetazione di sponda del Fiume Arno alle Cascine

Candidato: Alessandro Errico

Relatore: Chiar.mo prof. Federico Preti

Corso di laurea in scienze Forestali e Ambientali

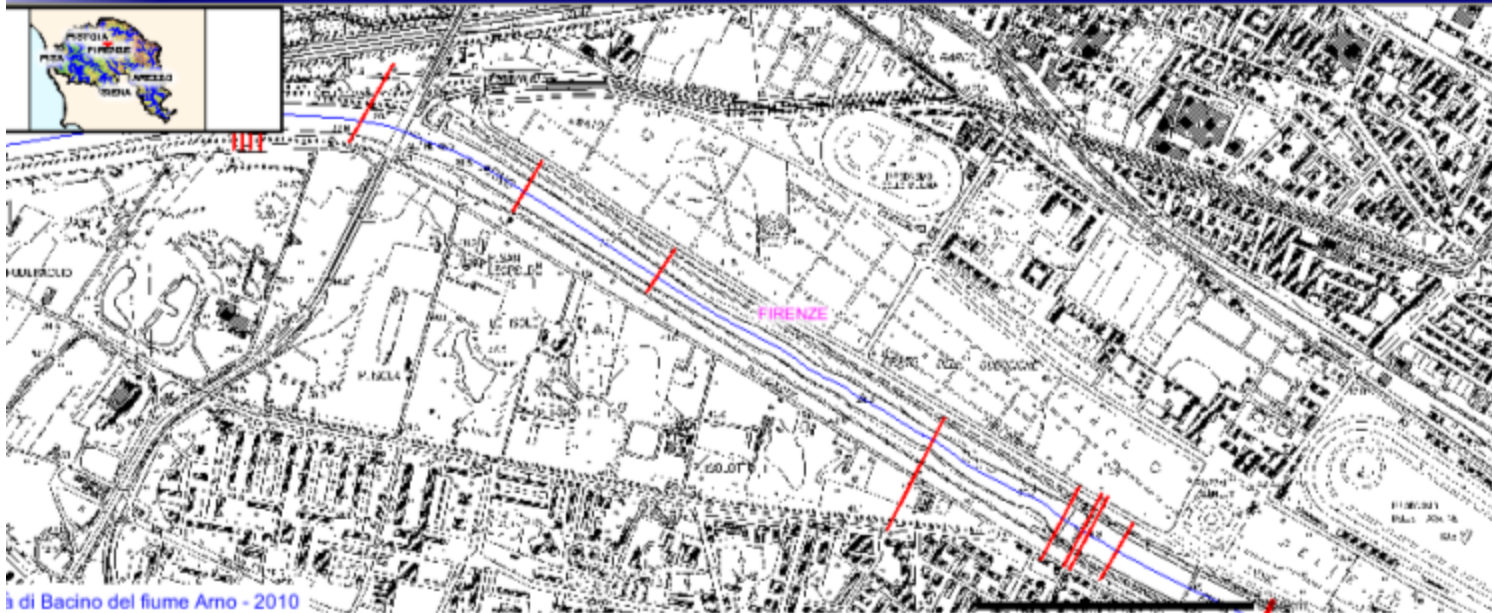
DEISTAF- Sezione Ingegneria Biosistemi Agrari e
Forestali

Inquadramento territoriale: Parco delle Cascine - Firenze



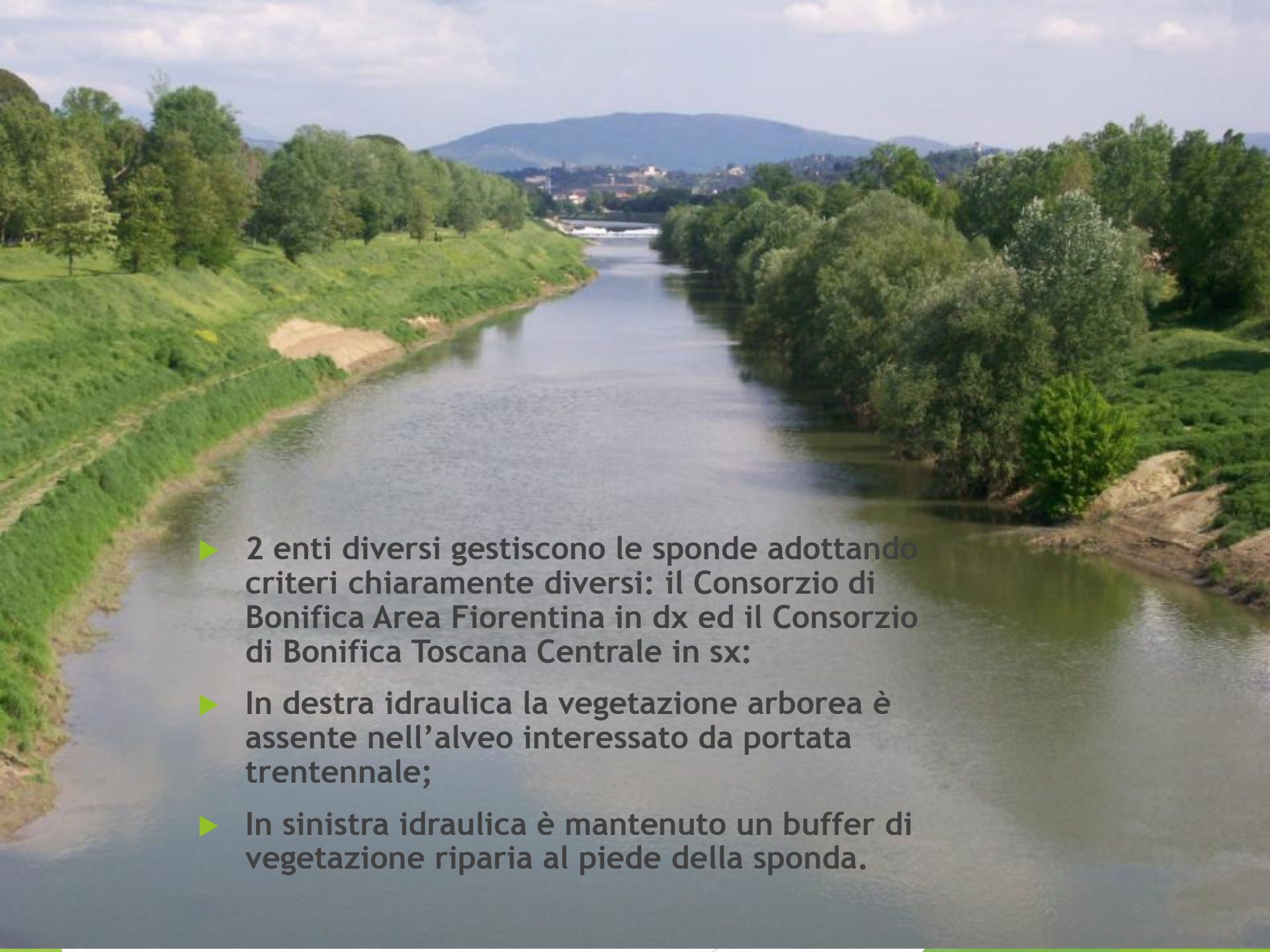
Inquadramento territoriale: Parco delle Cascine - Firenze

Autorità di Bacino del fiume Arno SIMI

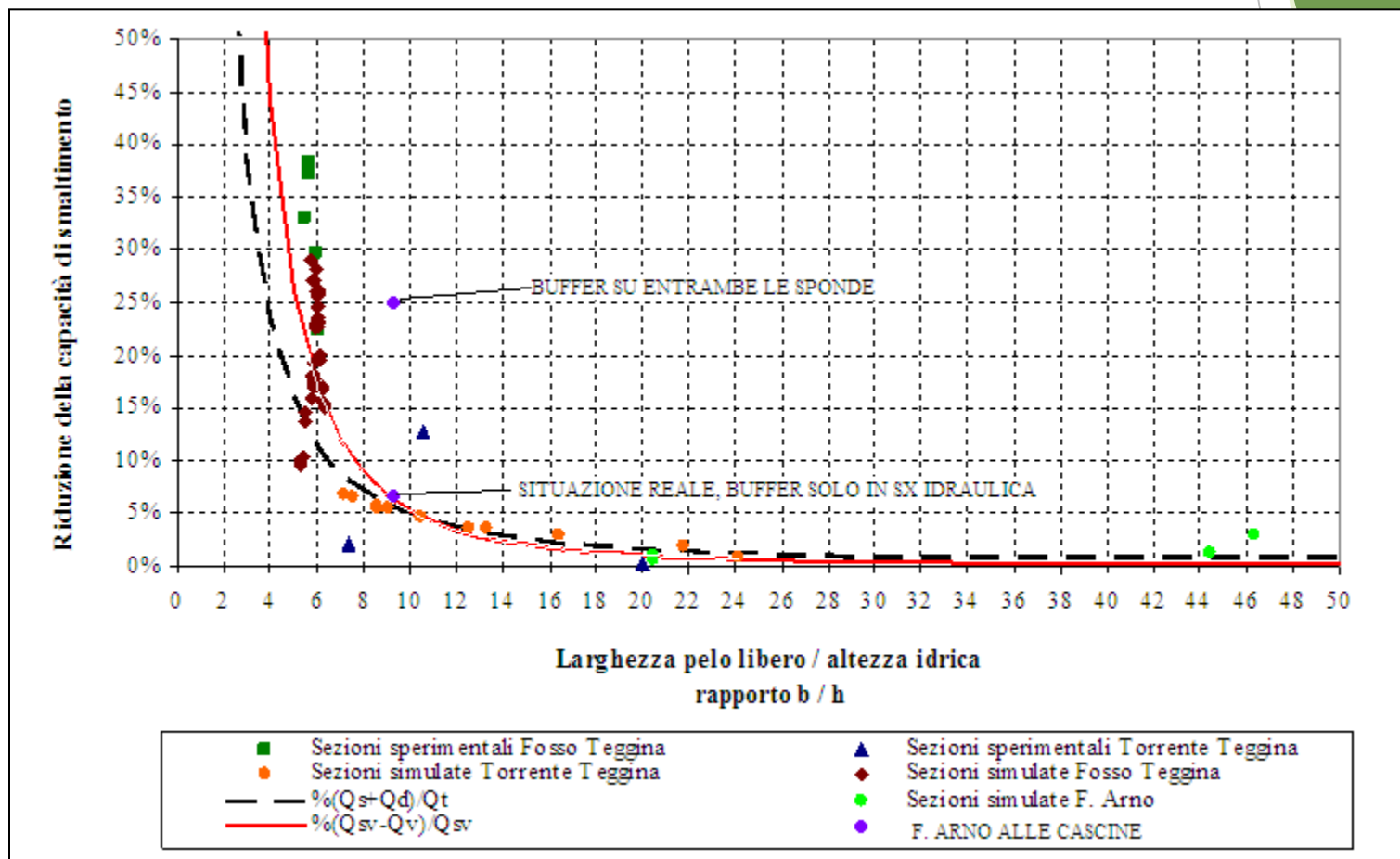


Inquadramento territoriale: Parco delle Cascine - Firenze

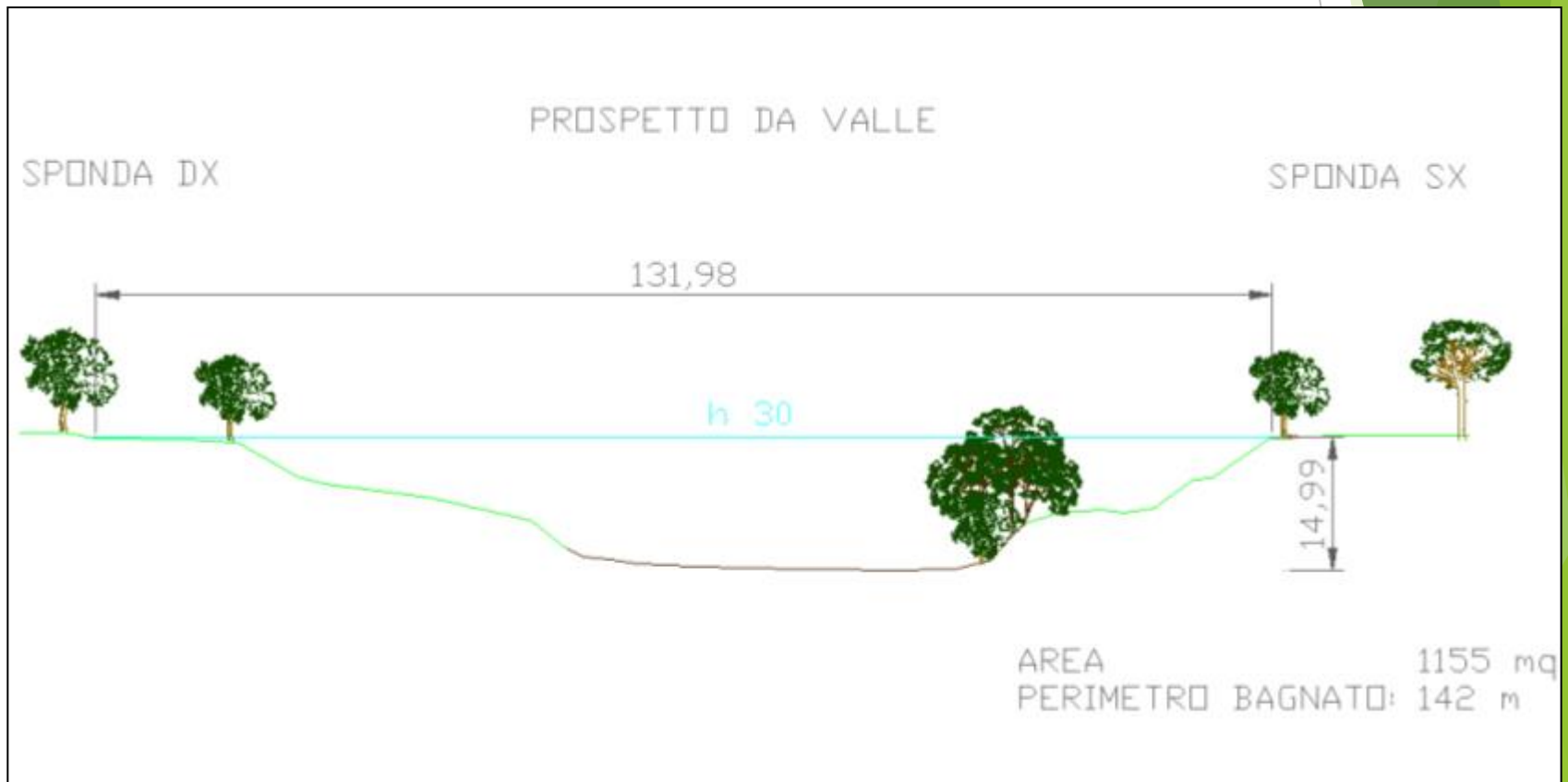


- 
- ▶ 2 enti diversi gestiscono le sponde adottando criteri chiaramente diversi: il Consorzio di Bonifica Area Fiorentina in dx ed il Consorzio di Bonifica Toscana Centrale in sx:
 - ▶ In destra idraulica la vegetazione arborea è assente nell'alveo interessato da portata trentennale;
 - ▶ In sinistra idraulica è mantenuto un buffer di vegetazione riparia al piede della sponda.

Relazione tra la riduzione della capacità di smaltimento in presenza e assenza della vegetazione ($\%(Q_{sv}-Q_v)/Q_{sv}$) in funzione del rapporto larghezza pelo libero/altezza idrica corrispondente per portate con tempi ritorno di 200 anni, in corsi d'acqua montani, collinari (Fosso Teggina e Torrente Teggina) e di fondo valle (Fiume Arno) in confronto con diagramma di Masterman R. & Thorne C. R ($\%(Q_s+Q_d)/Q_t$). (Guarnieri e Preti, 2007)



- ▶ Elaborazione dei dati dell'AdB fiume Arno;
- ▶ Calcolo di perimetro bagnato, Area, Raggio idraulico;
- ▶ Determinazione del rapporto larghezza/altezza dell'alveo $b/h = 8.86$;
- ▶ Rilievi vegetazionali: vegetazione arborea e vegetazione erbacea.



La vegetazione erbacea

- ▶ Rilevamento dell'altezza;
- ▶ Manutenzione: metodi e frequenza.



Sponda sinistra



Sponda destra

PRIMA DELLO SFALCIO...

... DOPO LO SFALCIO

- “Disciplinare Attuativo per interventi sulla vegetazione riparia in corsi d’acqua e canali” pubblicato dalla Provincia di Firenze in collaborazione con C.M. della Montagna Fiorentina, C.M. del Mugello, C.M. del Pratomagno e Consorzio di Bonifica dell’Area Fiorentina;



Sponda sinistra (buffer arboreo)

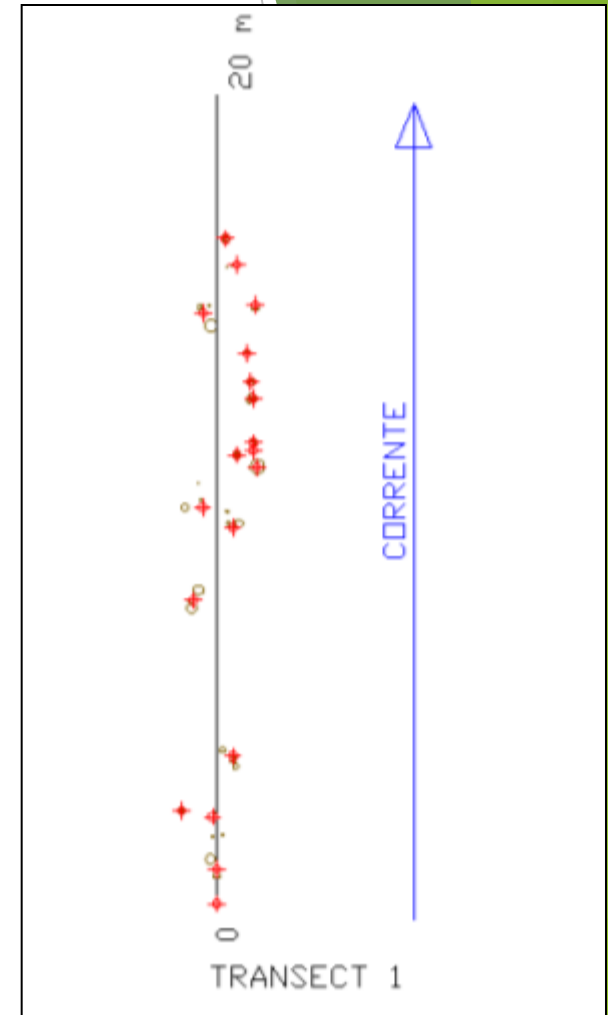
Sponda destra (solo veg. erbacea)



“Il taglio deve avvenire ad un’altezza minima di 10 cm da terra così da consentire una via di fuga alla fauna minore incapace di rapidi spostamenti. E’ consentito il rilascio di una fascia vegetata al piede della sponda con finalità antierosive, ombreggianti ma anche di rifugio e nidificazione dell’avifauna”.

La vegetazione arborea

- ▶ Descrizione del popolamento
- ▶ Gestione
- ▶ Metodi di rilevamento



Risultati

- ▶ Dal rilievo condotto in campo nel luglio 2010, si sono ottenuti: spaziatura $s = 0.97$ m e diametro medio $d = 0.15$ m;
- ▶ Due anni dopo, luglio 2012, un nuovo rilievo sugli stessi transetti: $s = 1.10$ m e $d = 0.19$ m;
- ▶ Il diradamento degli individui arborei è dovuto esclusivamente a fattori naturali, in seguito ai quali il Consorzio ha provveduto alla rimozione dei tronchi senza ulteriori tagli.
- ▶ Con la funzione FLA del programma H-Model si sono calcolati i livelli idrici corrispondenti a diversi scenari possibili di copertura delle sponde.
- ▶ Per ogni transetto si è stimato il grado di copertura impiegando il metodo e gli indici *Global Canopy Cover GCC* e *Weighted Canopy Height WCH*, proposti da Bombino, 2006.

- Vegetazione arborea a disposizione casuale
- $u_w / u = 1,06 (s/d)^{0,04}$ per $4 \leq s/d \leq 10$
- $u_w / u = 0,93 (s/d)^{0,015}$ per $10 \leq s/d \leq 100$
- Vegetazione arborea a disposizione parallela
- $u_w / u = 0,48 (s/d)^{0,14}$ per $4 \leq s/d \leq 20$
- $u_w / u = 0,70 (s/d)^{0,08}$ per $20 \leq s/d \leq 100$

• Dove u_w è la velocità della corrente intorno al tronco, parametro impiegato dal H-Model per il calcolo dell' f di Darcy-Weisbach;

- Diametro medio della vegetazione arborea

$$d = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_c} \sum_{k=1}^{n_p} D_{pol_{ik}} * F_{pol_{ik}}}{\sum_{i=1}^{n_c} N_{pol_i}} \right)$$

- Spaziatura media della vegetazione arborea

$$s = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n_c} \sum_{k=1}^{n_d} S_{pol_{ik}} + \sum_{i=1}^{n_c} S_{cep_i}}{\sum_{i=1}^{n_c} n_{p_i} + n_c} \right)$$

Flood Level Analysis

- ▶ Si calcola il tirante idrico per una data portata, in questo caso 2552 m³/s, corrispondenti ad un Tr=30 anni;
- ▶ Si sono simulate diverse situazioni di copertura vegetale per valutare il sovrizzo idrico % rispetto al tirante indicato dall'Autorità di Bacino (14.99 m) per tale portata e simile a quello con copertura erbacea alta.

copertura sponda SX	centro alveo	copertura sponda DX	h	sovrizzo
erba h = 0.1 m	sedimenti d = 0.035 m	erba h = 0.1 m	14.32	-4.47%
sedimenti d = 0.035 m	sedimenti d = 0.035 m	sedimenti d = 0.035 m	14.56	-2.87%*
erba h = 0.1 m con fascia arborea	sedimenti d = 0.035 m	erba h = 0.1 m	16.25	8.41%
erba h = 0.1 m con fascia arborea	sedimenti d = 0.035 m	erba h = 0.1 m con fascia arborea	16.41	9.47%
tutta veg arborea con S elevata	sedimenti d = 0.035 m	erba h = 0.1 m	16.95	13.08%
tutta veg. arborea con S reale	sedimenti d = 0.035 m	erba h = 0.1 m	18.1	20.75%

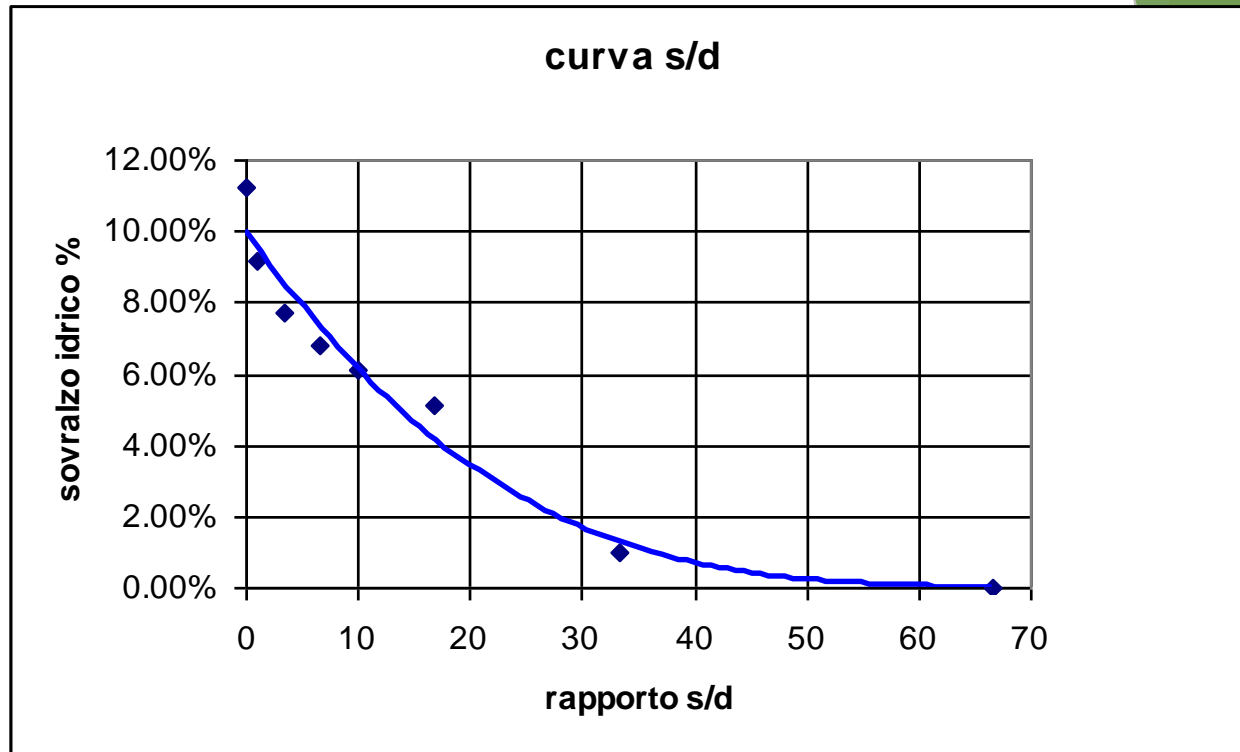
- Se l'alveo fosse sgombro o con erba tagliata non ci sarebbero problemi di aumento del tirante (mentre con erba alta 1 m, il tirante si innalza notevolmente);
- In presenza di vegetazione arborea il tirante aumenta notevolmente, ma l'ipotesi di un buffer su ambedue le sponde non comporta un sovrizzo eccessivamente elevato;

La variazione del rapporto s/d

- ▶ Le formule impiegate per determinare l'effetto della vegetazione sul deflusso si basano sul rapporto Spaziatura/Diametro;
- ▶ s/d è quindi il parametro che determina l'aumento di scabrezza dovuto alla presenza di alberi in alveo e sulle sponde;
- ▶ È studiato il sopralzo idrico % in relazione a variazioni di s/d ;



- Confronto fra situazioni diverse

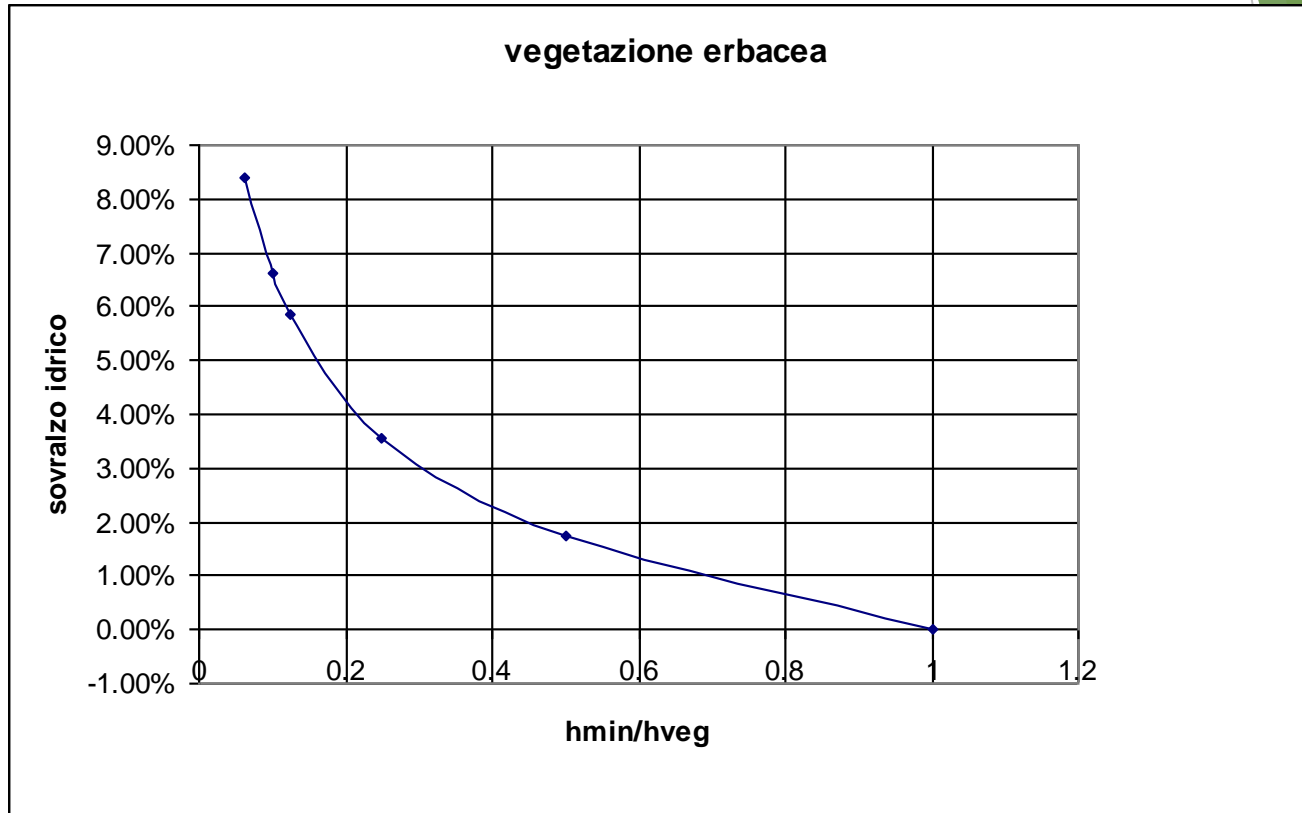


- Si ipotizza tutta la sponda sinistra coperta da vegetazione arborea, della quale si simulano differenti valori di s/d , come esempi di possibili diversi criteri di gestione;
- Situazione attuale del buffer presente in sx idraulica: $s/d = 6.32$
- Per valori di $s/d > 10$ il sovranzo idrico è $< 5-6\%$, ed è quindi trascurabile, a conferma di quanto dimostrato in ricerche precedenti (Preti, 2002).

L'effetto della vegetazione erbacea

- ▶ H-Model si basa su due variabili: erba secca/erba verde e altezza dell'erba;
- ▶ Al momento dei rilievi (metà settembre) la vegetazione superava talvolta i 150 cm di altezza ed era in pieno sviluppo;
- ▶ Simulazione in H-Model: assenza di alberi, variazione di h dell'erba;





- ▶ Si nota che l'effetto della vegetazione erbacea diventa trascurabile (< 5%) per valori di $h_{min}/h_{veg} > 0.2$, ovvero quando l'altezza dell'erba è inferiore ai 50 cm;
- ▶ Per gran parte dell'anno l'erba non supera questa altezza, pertanto da un punto di vista idraulico la gestione risulta appropriata.

3. Shear stress distribution

- ▶ Formula dello sforzo di trascinamento tangenziale: $\tau = \gamma i R$
- ▶ $\tau = 15.95 \text{ N/m}^2$
- ▶ Limite di resistenza al taglio del cotico erboso $\tau = 20 \text{ N/m}^2$
- ▶ Calcolo dello sforzo di trascinamento con H-Model
- ▶ Il 10% del perimetro bagnato è sottoposto a sforzo $> 20 \text{ N/m}^2$



Effetto della corrente sulla vegetazione erbacea (entro i limiti di resistenza)

Quando si supera il limite di resistenza...

- Nei giorni 23-25 dicembre il passaggio di una portata di circa 1000 mc ha provocato fenomeni di erosione:

In destra idraulica...



...e in sinistra, a valle del tratto vegetato, dove non c'è presenza di copertura arborea.



Conclusioni

- ▶ I due Consorzi di Bonifica attuano la manutenzione delle sponde con criteri diversi ed entrambi "giustificabili" dal punto di vista del rischio idraulico: in sponda sx si mantiene più elevata la funzionalità ecologica e si mantiene la sponda più protetta dall'azione erosiva (trascinamento o sforzo tangenziale della corrente) e più stabile grazie agli apparati radicali;
- ▶ Non solo la vegetazione arborea, ma anche quella erbacea può determinare sovrizzo idrico e va sfalciata periodicamente, senza scendere sotto l'altezza minima per motivi "ecologici"; la resistenza massima all'azione di trascinamento può essere superata in condizioni di piena;
- ▶ Nei tratti urbani di fiumi e torrenti una vera e propria Riqualficazione Fluviale non è materialmente possibile; ciononostante un certo valore ambientale può essere mantenuto tramite una più oculata gestione delle biocenosi vegetali che spontaneamente si insediano sulle sponde, e che possono svolgere molteplici funzioni non solo di carattere prettamente ecosistemico ma anche ricreazionale e paesaggistico.
- ▶ La presenza di alberi lungo i fiumi è tollerabile e auspicabile anche in ambito urbano!

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



Abstract

The stretch of Arno river that passes along the Cascine Park in Florence is characterised by two different vegetation managements on the banks. On the right bank the vegetation is totally kept at the herbaceous state, while on the other side, besides the grass, at the base of the bank there's a riparian vegetation strip made up of trees. This paper is an analysis of the influence of riparian vegetation on water flow, obtained studying a river section in hypothetic different conditions of vegetable cover. The study is realized using the program Hydraulic Model (Darby, 1995).

For every hypothesis it is calculated the stage correspondent at a determined discharge (the discharge that occurs every 30 years), and it is determined the stage-discharge curve. All the results are compared in graphics. The paper contains also a study of grass influence on the water stage: simulating all the banks covered by herbaceous vegetation at different sizes, the different water stages are calculated, to realize a curve that compare the increase of grass size with the increase of water stage. The results demonstrate that the grass has influence on water stage only if it is more than 40-50 cm high. Another study has been realised about the relation that there's between the water stage and the trees spacing/diameter ratio s/d . Simulating different s/d hypothesis, the water stage is calculated with H-Model, and a curve that evidence the relations between this parameters is obtained. The graphic demonstrate that if s/d ratio is >10 the influence of arboreous vegetation is negligible. Another study concerns the shear stress on the river banks. The shear stress distribution is calculated using H-Model; the results demonstrate that in some points of the river section the shear stress exceeds the shear stress resistance of grass (established in 20 N/m^2 by Sauli, Cornellini, Preti, 2003, in technical manuals). This result explains the problems of erosion verified on the right bank, where there protection of trees is absent. The final analysis demonstrate the importance of selection and management of riparian vegetation based on hydrologic as well as mechanical and ecological criteria, and compares the two different managements on the opposite banks.