

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Università degli Studi di Napoli Federico II

Tesi di Laurea Triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Prove sperimentali su modello fisico dello sfioro della diga sul fiume Diamphwe

Anno accademico 2013-2014

Relatori

Ch.mo Prof. Armando Carravetta

Ch.mo Prof. Riccardo Martino

Correlatore

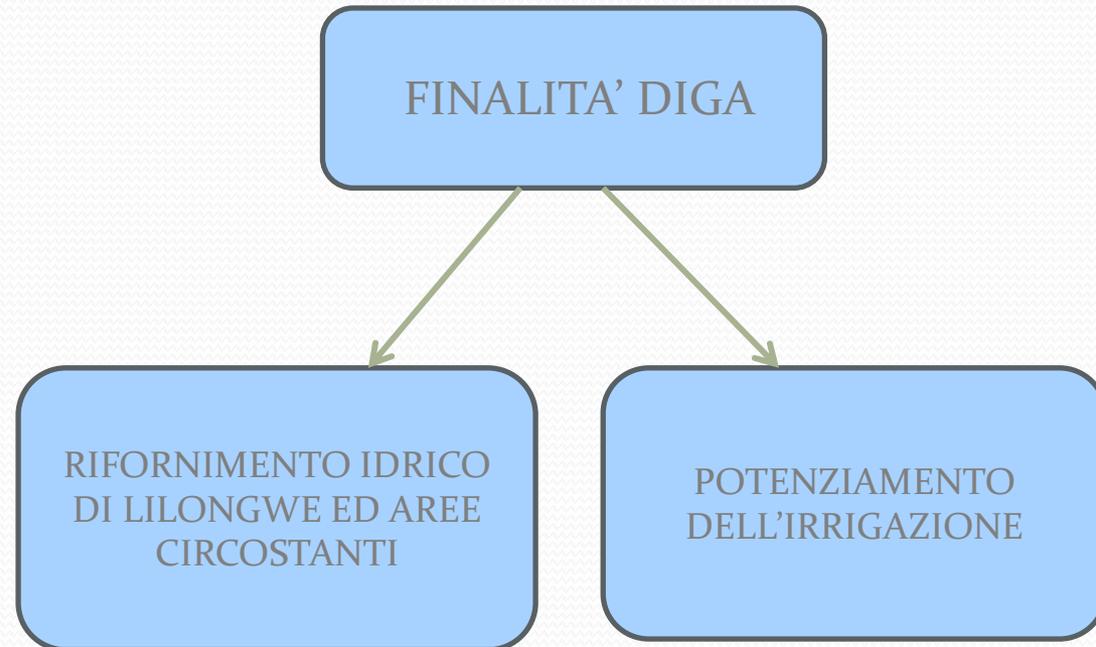
Ing. Oreste Fecarotta

Candidata

Maria Cristina Morani

Matr. N49/402

Il lavoro di tesi effettuato consiste nell' esecuzione di prove sperimentali e nell'elaborazione dei relativi risultati, sul modello idraulico dello sfioratore di superficie della diga di Lilongwe, in Malawi, Stato dell'Africa orientale.



OBIETTIVI PRESTAZIONALI DELLE PROVE SPERIMENTALI



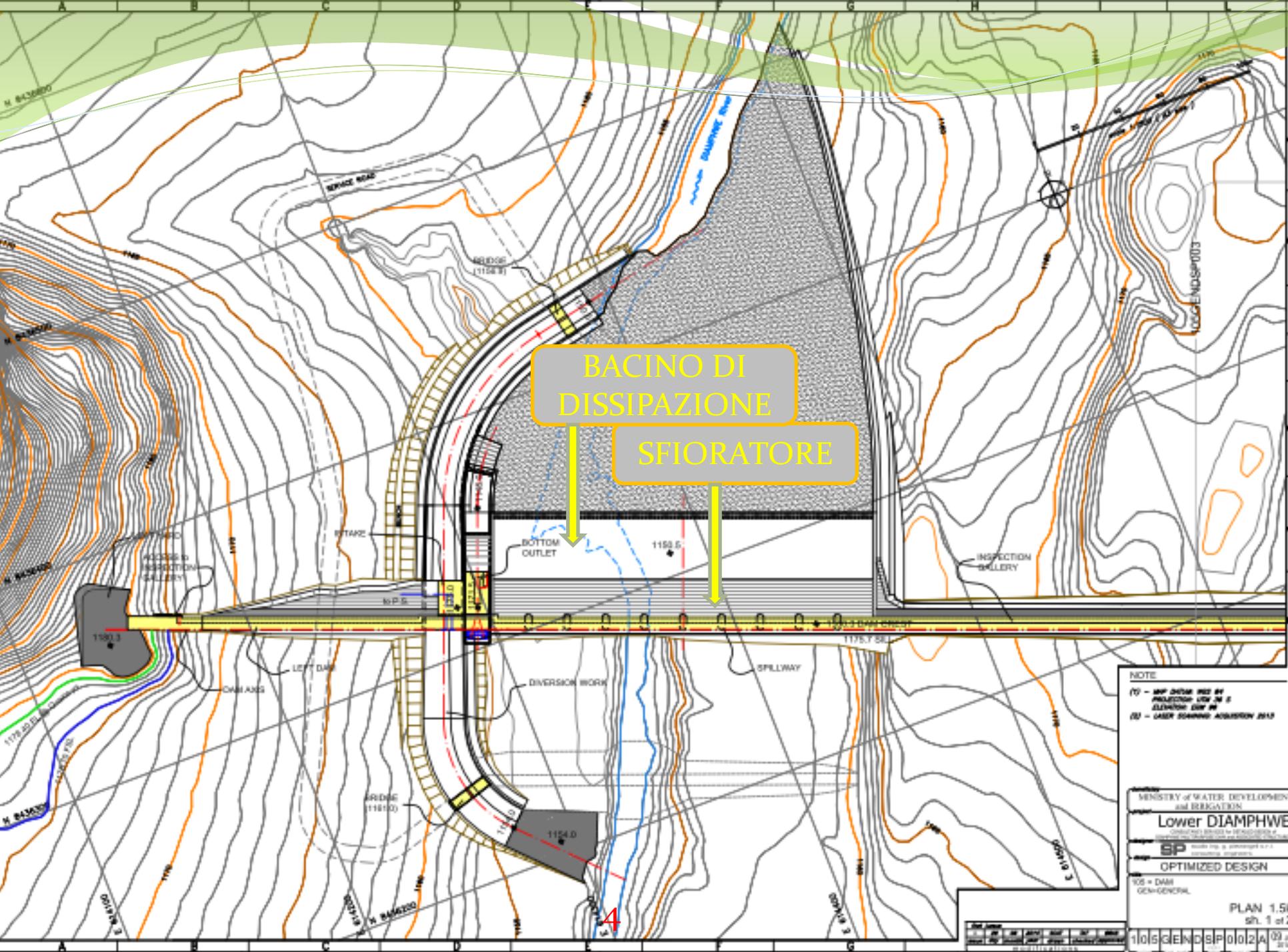
- ottimizzazione delle caratteristiche geometriche dei componenti principali dello sfioratore (pilastri, scivolo) e verifica delle rispettive prestazioni idrauliche



- miglioramento dei metodi anti-cavitazione ed individuazione dei punti più suscettibili al fenomeno



- ottimizzazione della geometria del bacino di dissipazione e localizzazione del salto idraulico, necessario ad evitare fenomeni di erosione del letto del fiume, a valle del bacino



BACINO DI DISSIPAZIONE

SFIORATORE

NOTE
 (1) - MAP DRAWN AND BY
 PROJECTION: UTM IN 8
 ELLIPSOID: GRS 80
 (2) - LASER SCANNING ACQUISITION 2010

MINISTRY of WATER DEVELOPMENT
 and IRRIGATION

Lower DAMPHIVE

SP
 OPTIMIZED DESIGN

105 - DAM
 GEN-GENERAL

PLAN 1.5
 sh. 1 of 2

101531ENDSP0102A09

STRUTTURA DEL MODELLO FISICO



VASCA DI CARICO

Tale vasca è delimitata da un filtro poroso, che assicura al flusso idrico un regime di moto regolare e separa la vasca di carico dal bacino di calma.



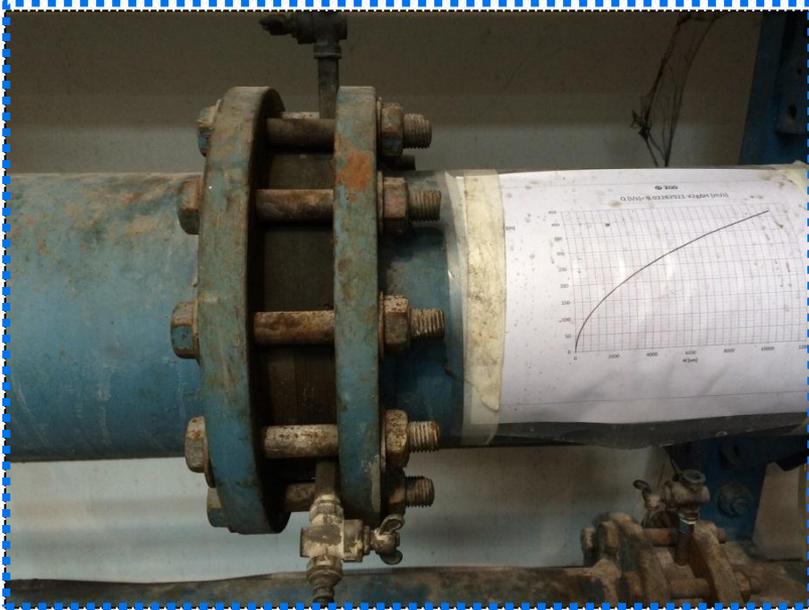
BACINO DI CALMA



SFIORATORE E BACINO DI VALLE

La vasca di calma comunica con il bacino di dissipazione di valle attraverso uno sfioratore in plexiglass.

STRUMENTAZIONI IMPIEGATE



DIAFRAMMA

La brusca strozzatura dell'area di passaggio del liquido determina un Δh di carico piezometrico, dal quale è possibile risalire alla misura della portata circolante, mediante la relazione:

$$Q = K \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2g\Delta h}$$



TUBO DI PITOT-PRANDTL

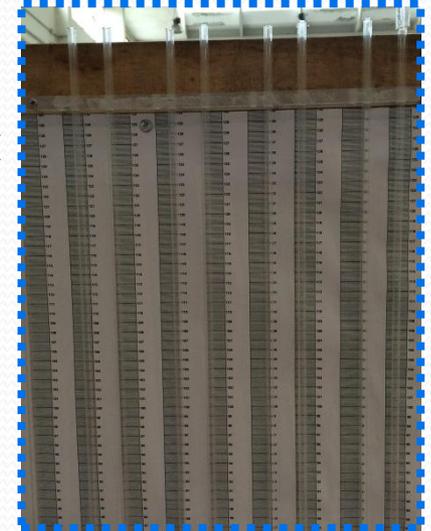
Esso consta di due prese di pressione: una all'estremità anteriore, disposta tangenzialmente alla corrente (*presa dinamica*), e una sul corpo del tubo, disposta perpendicolarmente al flusso (*presa statica*). Dalla differenza tra E (misura totale) e $z+p/\gamma$ (misura statica), si ricava $\frac{v^2}{2g}$, quindi la velocità.



IDROMETRO

Esso consta di un'asta dotata di punta, intercettante il pelo libero, e di un calibro ventesimale o decimale. Per direzionare l'idrometro nei vari punti di misura, ci si avvale di un apposito strumento, il coordinatometro, che consente lo spostamento dell'asta sul piano (x;y).

**PIEZOMETRI SUPPORTATI
DA SCALA GRADUATA**

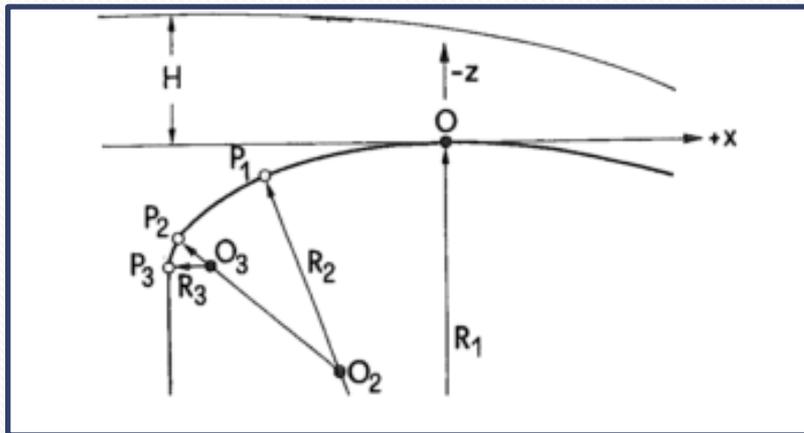


PRESE DI PRESSIONE



IL PROBLEMA DELLA CAVITAZIONE

- La conformazione della cresta influenza notevolmente la distribuzione delle pressioni sul fondo: piccole modifiche della geometria possono determinare significative variazioni di pressione.

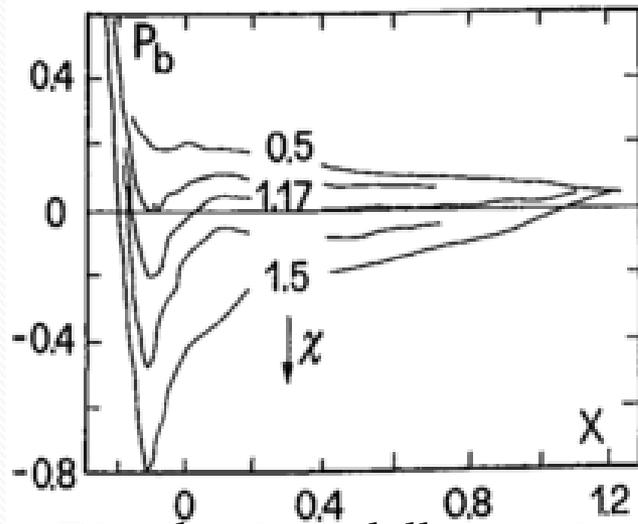


L'acqua sfiorata presenta linee di flusso curvilinee, con centro di curvatura al di sotto del flusso idrico.

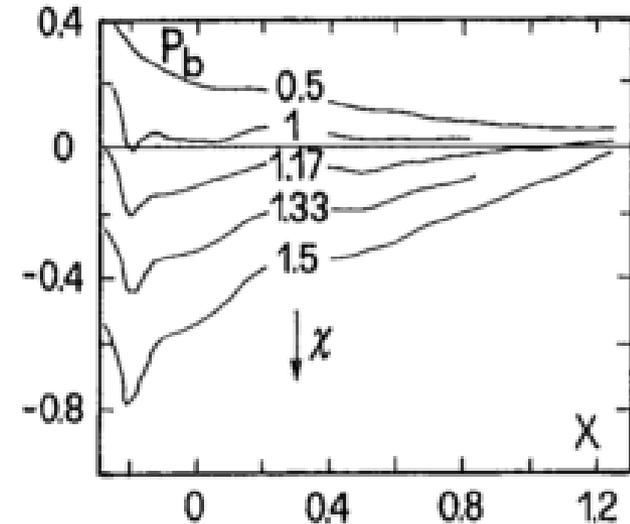
Se la curvatura dello sfioratore è accentuata, le pressioni potrebbero subire un decremento, fino a valori inferiori alla pressione atmosferica.

CAVITAZIONE

DISTRIBUZIONI TEORICHE DI PRESSIONE



Distribuzione delle pressioni lungo la pila

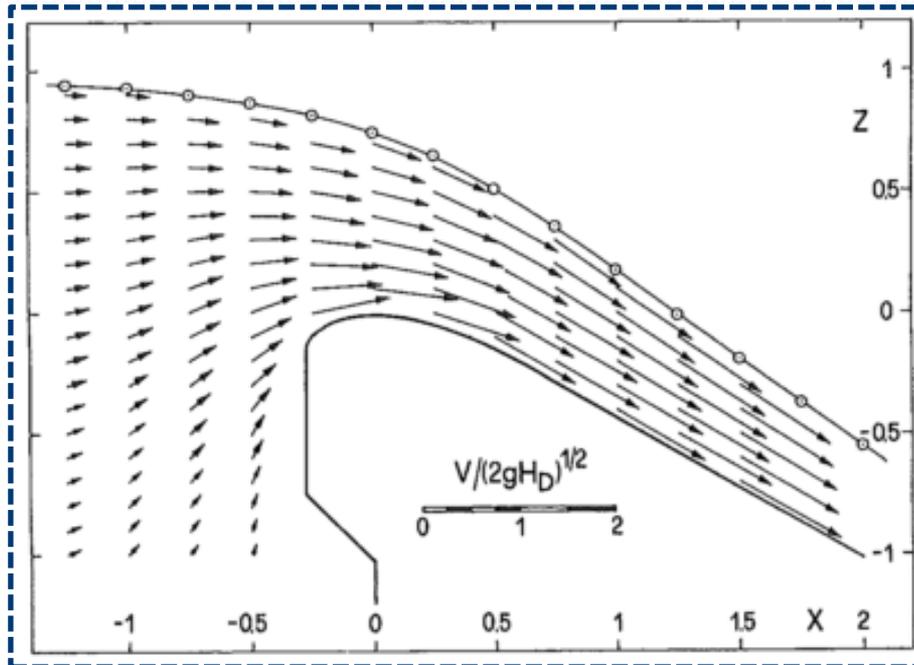


Distribuzione delle pressioni nella porzione di scivolo tra le due pile



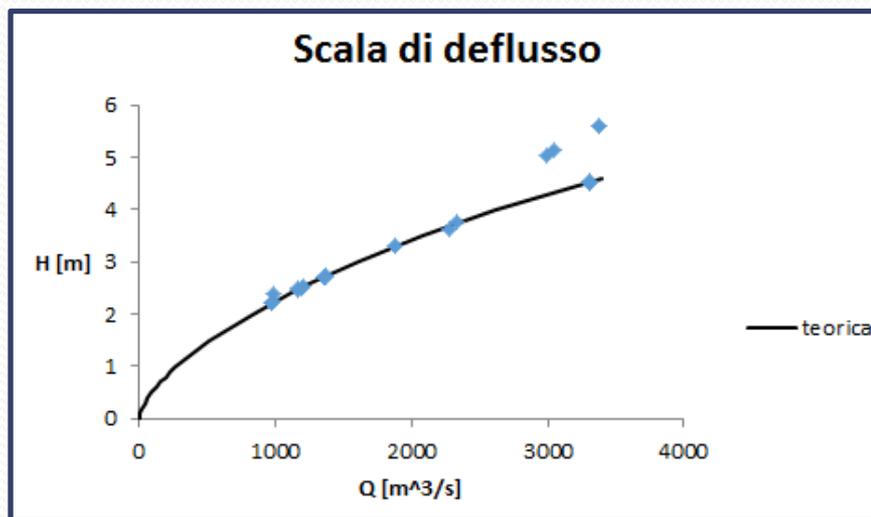
PILA DEL PONTE

DISTRIBUZIONI TEORICHE DI VELOCITA'

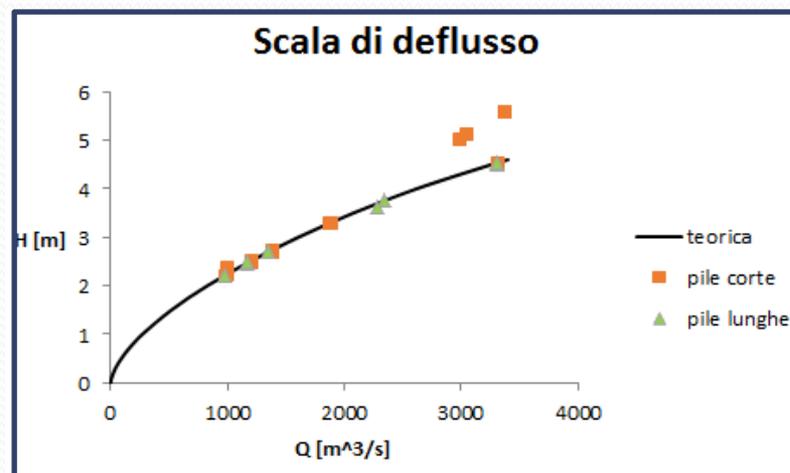
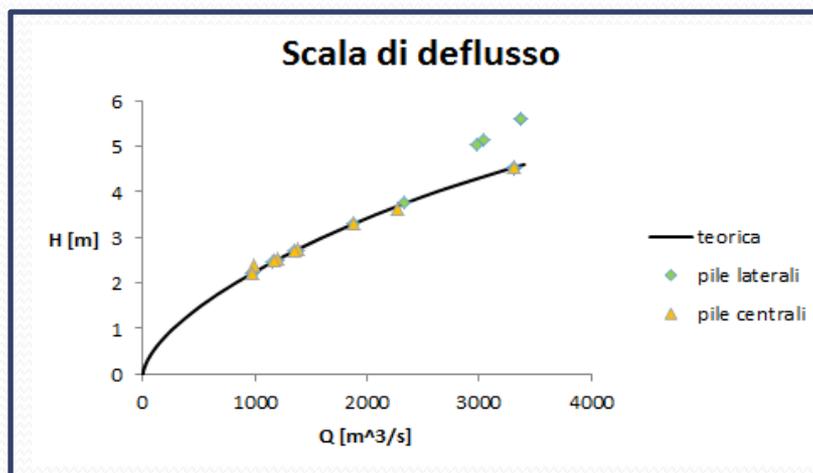


La distribuzione delle velocità, lontano dalla cresta, segue un andamento pressoché uniforme; nel dominio della cresta, invece, si rileva un significativo incremento di velocità nella direzione delle linee di flusso e in prossimità dello sfioratore, dove le linee di flusso presentano un incurvamento.

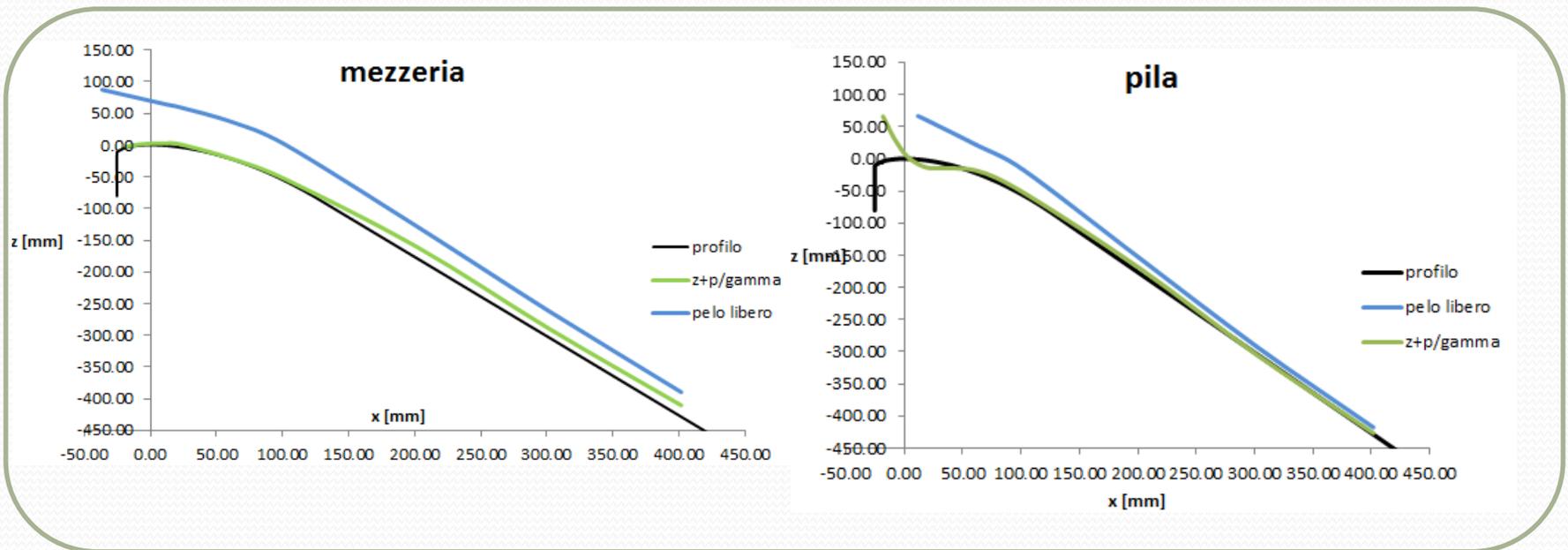
RISULTATI SPERIMENTALI SUL MODELLO 1:30



Le scale di deflusso ricavate sperimentalmente seguono fedelmente quelle dedotte per via teorica. I punti che si discostano dall'andamento teorico corrispondono a portate elevate, uguali o prossime alla Q_{PMF} , che, nella configurazione di pile corte, determinano un fenomeno di rigurgito.

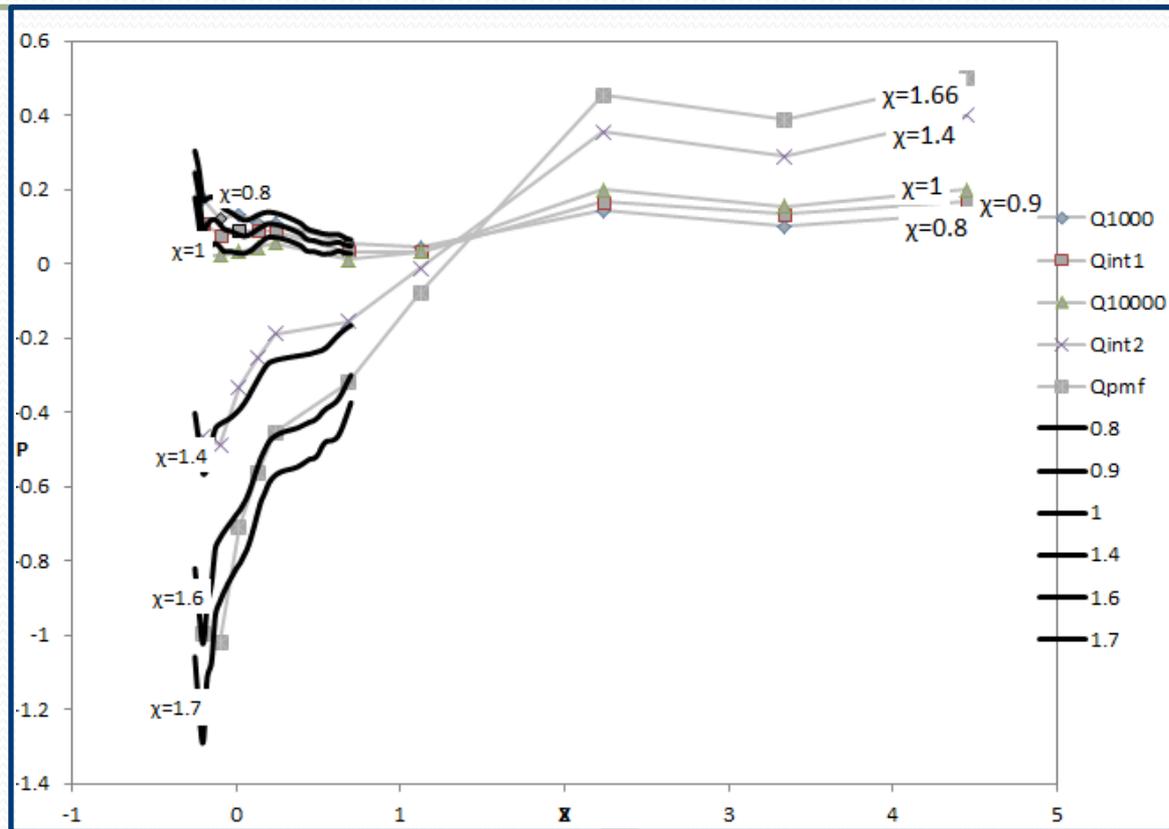


ANDAMENTO DEL PELO LIBERO E QUOTA PIEZOMETRICA NEI PUNTI SUL FONDO (Q DI PROGETTO)



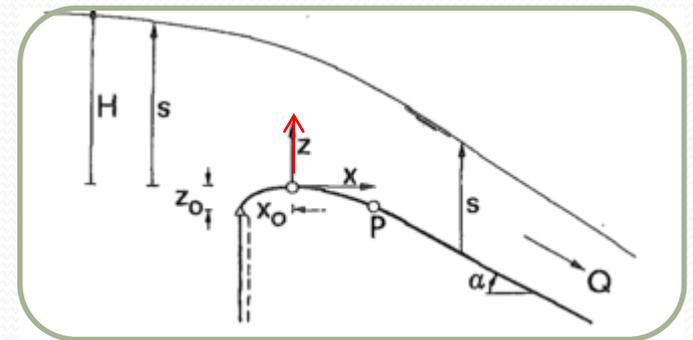
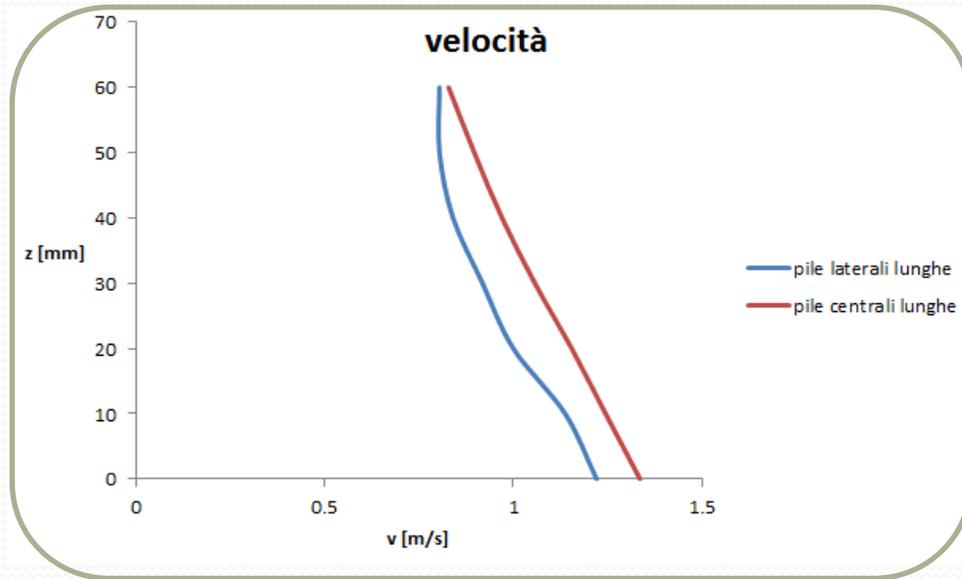
Si noti che i valori minimi di altezza piezometrica (p/γ) si rilevano, come atteso, in corrispondenza della cresta dello sfioratore, dove le linee di flusso presentano un andamento curvilineo.

L'andamento in mezzeria delle pressioni, adimensionalizzate rispetto ad H_D , è confrontato con quello riportato nel manuale di progettazione dell'US Corps of Engineers (1970) e ripreso da Hagher/Vischer (1998).



I risultati sperimentali (in grigio) risultano non discostarsi molto dall'andamento teorico (in nero).

DISTRIBUZIONE DI VELOCITA' IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI A PRESSIONE MINIMA



La diminuzione della velocità all'aumentare di z è giustificato, in quanto le pressioni minime (velocità massime) sono rilevate in corrispondenza della cresta ($z=0$), presentando un incremento per z superiori. Nella configurazione delle pile centrali, le velocità sono maggiori rispetto alla configurazione con pile laterali, a parità di z , in quanto in corrispondenza delle pile centrali, prossime alla zona di misura, il fluido presenta un incremento di velocità dovuto alla accelerazione della corrente, conseguente al restringimento della sezione utile al deflusso.

CONCLUSIONI

Dai risultati sperimentali, si è evinto che non sussistono particolari problemi legati alla cavitazione. E' stato ritenuto opportuno, tuttavia, apportare alcune modifiche all'impianto. Le pile del ponte nel modello 1:30, infatti, devono essere innalzate di 5 cm, onde evitare fenomeni di inondazione, e presentare una conformazione più affusolata, perchè sia contrastata la formazione di onde di shock in corrispondenza di esse.

Le misure di pressione e velocità, inoltre, si prestano ad un'analisi accurata sulla scelta del materiale più idoneo alla realizzazione dello sfioratore.