

Università degli Studi di Napoli Federico II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L' AMBIENTE E IL TERRITORIO

Classe delle lauree in Ingegneria Civile e Ambientale, Classe n° 8

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA, GEOTECNICA E AMBIENTALE

*TESI DI LAUREA
IN
INFRASTRUTTURE IDRAULICHE*

ABSTRACT

***Analisi sperimentale della relazione perdite idriche/pressioni per condotte in ghisa
sferoidale***

RELATORE

Ch.mo Prof. Ing. Maurizio Giugni

CANDIDATO

Emanuele Mellucci

Matr. 518/680

CORRELATORE

Ch.mo Prof. Ing. Francesco De Paola

Anno Accademico 2011 - 2012

INTRODUZIONE

“L’acqua è patrimonio dell’umanità, un bene comune e una risorsa naturale per tutti, fonte di vita insostituibile per l’ecosistema. L’accesso all’acqua deve essere riconosciuto come un diritto fondamentale, inalienabile, individuale e collettivo”

(Articolo rivista “Focus maggio 2012”)

Il “Manifesto dell’Acqua” Lisbona, Portogallo 1998 è stato redatto da un Comitato Internazionale per il Contratto Mondiale sull’Acqua, composto da personalità di diversi continenti, preoccupati del fatto che un 1 miliardo e 400 milioni di abitanti del pianeta non hanno accesso al rifornimento potabile.

L’acqua è un diritto umano universalmente riconosciuto e l’accesso ad essa, è considerato un diritto fondamentale sia da un ampio movimento di opinione e da numerose ONG (Organizzazioni Non Governative), sia da istituzioni internazionali come l’Unione Europea e le Nazioni Unite. Alcune grandi organizzazioni e gruppi di interesse, che spingono per la privatizzazione e la commercializzazione delle risorse idriche.

In Italia "i consumi domestici permangono a livelli eccessivi, quindi di spreco, se si pensa che l’Italiano medio consuma 213 litri al giorno d’acqua potabile mentre lo Svizzero si limita a 159 e lo Svedese si “accontenta” di 119 litri" (Il Manifesto dell’acqua - Comitato internazionale per il Contratto Mondiale sull’Acqua 2005).

In Italia le perdite nella reti di distribuzione idrica continuano a superare il 30-35% per non menzionare i livelli nel Meridione con percentuali fino al 60%. In Svizzera ed in Svezia la percentuale si situa attorno al 9%, considerato il tasso di perdita “naturale” al disotto del quale è difficile scendere.

L’Italia si contraddistingue come un paese caratterizzato da elevata obsolescenza delle infrastrutture idriche, carenza di adeguamento, scarsa manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il lavoro di tesi in è mirato ad una più adeguata conoscenza del legame che intercorre tra le perdite idriche e le pressioni con specifico riferimento a condotte in ghisa sferoidale. La tesi è stata suddivisa in una prima fase di acquisizione bibliografica e inquadramento generale del problema; una seconda fase di sperimentazione e una terza fase di interpretazione dei risultati, condotta sull'impianto di circolazione ad alta pressione nel Laboratorio di Idraulica del *Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"*, dedicata all'analisi delle pressioni e delle perdite per diversi scenari.

ANALISI SPERIMENTALE

Le prove sono state condotte sull'impianto di circolazione ad alta pressione del Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria *Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II"*, il cui schema di funzionamento è stato riportato in Fig.1.

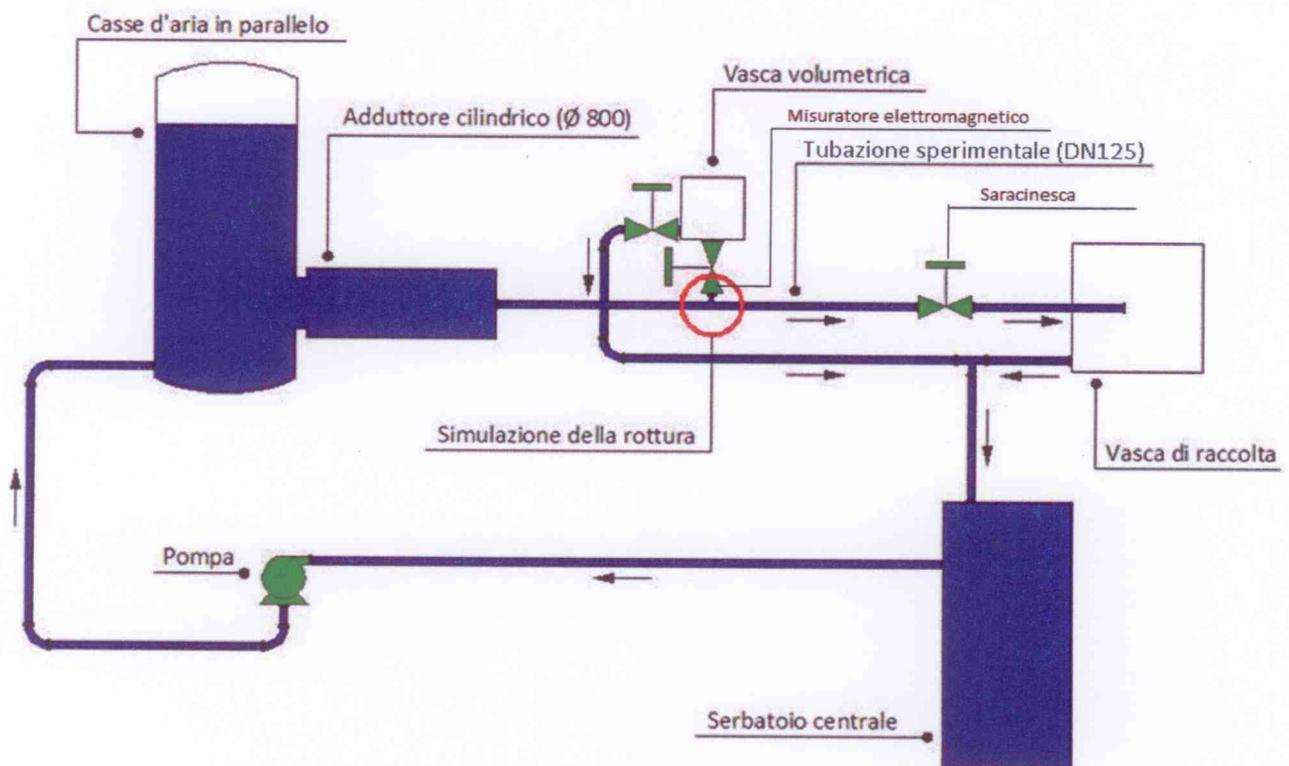


Fig. 1 - Schema di funzionamento dell'installazione sperimentale

L'alimentazione idrica dell'impianto è assicurata da due casse d'aria alimentate dall'impianto elevatorio ad alta pressione del Laboratorio, in grado di fornire portate anche massime superiori a 100 l/s, a pressioni dell'ordine di 7-10 bar.

Ad una delle casse d'aria è collegato un adduttore cilindrico di 800 mm di diametro; al centro del piatto che chiude a valle l'adduttore, è installata la tubazione sperimentale in ghisa sferoidale di diametro nominale pari a 125 mm (DN 125) e spessore 3 mm, di lunghezza 6.0 m con pendenza nulla.

All'estremità terminale della tubazione è stata installata una valvola, al fine di regolare il flusso durante le prove, simulando le diverse fasi di esercizio di un sistema idrico. A valle di

essa è inserito un tronchetto in acciaio del diametro DN 125 che restituisce la portata direttamente al circuito di ricircolo del Laboratorio (Fig. 1)

Al fine di analizzare il fenomeno delle perdite, in mezzeria della tubazione ed ortogonalmente ad essa, sono stati collocati: un primo tronchetto Φ 25, un misuratore elettromagnetico di portata, un secondo tronchetto, che termina in una valvola a sfera che permette di regolare il deflusso dall'orifizio. Le diverse forme e dimensioni dei fori sono state simulate mediante degli ugelli, in particolare, sono stati utilizzati ugelli di forma circolare, rettangolare e irregolare (Fig. 2), effettuando test con riferimento ad un range di pressioni $0,5 \div 7$ bar.

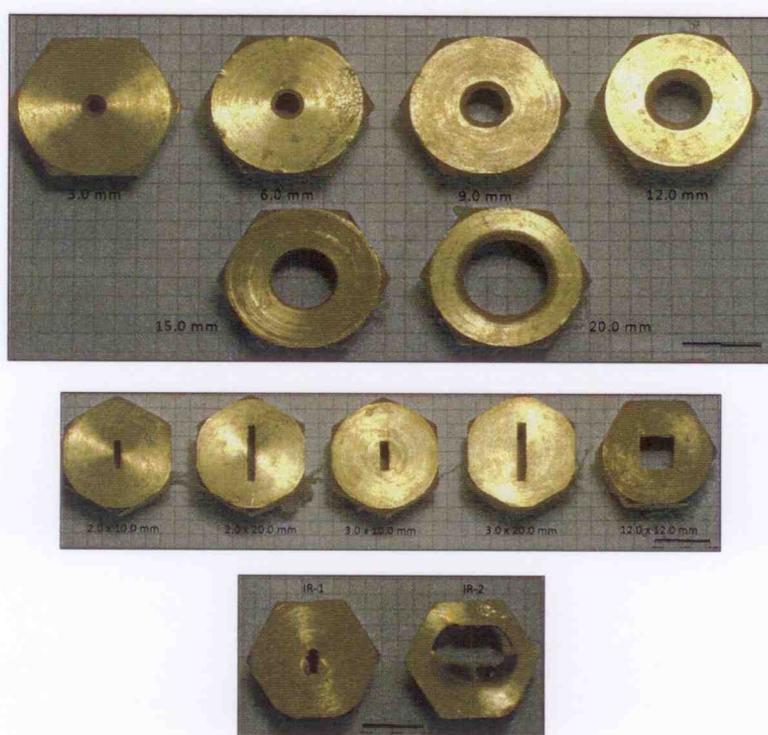


Fig. 2 - Ugelli di forma differente utilizzati nelle prove per la simulazione delle perdite

Nel corso di ciascuna prova è stato effettuato il rilievo, per un tempo di acquisizione di lunga durata (da 30 minuti ad 60 minuti), dell'andamento delle pressioni e della portata dispersa, al fine di valutare il legame intercorrente tra pressioni e perdite. Una più precisa conoscenza di esso consentirebbe, infatti, di programmare con più efficacia una riduzione selettiva delle pressioni in rete, riducendo in tal modo l'entità delle perdite di fondo (pressure management).

Tenendo conto dell'elasticità della tubazione, la relazione tra perdite idriche e pressioni viene in generale interpretata mediante una legge di perdita del tipo:

$$q = \mu \Sigma_0 \sqrt{2g} \cdot \left[h^\nu + A h^{1+\nu} + B h^{2+\nu} \right]$$

In cui:

- **q** rappresenta la portata dispersa;
- **g** l'accelerazione di gravità;
- **Σ_0** l'area dell'orifizio;
- **A** e **B** coefficienti dipendenti dalle caratteristiche elastiche della condotta;
- **μ** e **ν** coefficienti variabili in funzione delle caratteristiche della tubazione e del tipo di perdita.

Il rilievo dell'andamento nel tempo della portata e pressioni permette, quindi, noti valori di A e B, la calibrazione dei coefficienti μ e ν e, quindi, della specifica legge di perdita.

Ai fini di una migliore comprensione delle prove sperimentali effettuate, si riporta a titolo d'esempio un test sperimentale, relativo all'ugello rettangolare 10X2 mm (Fig. 3).

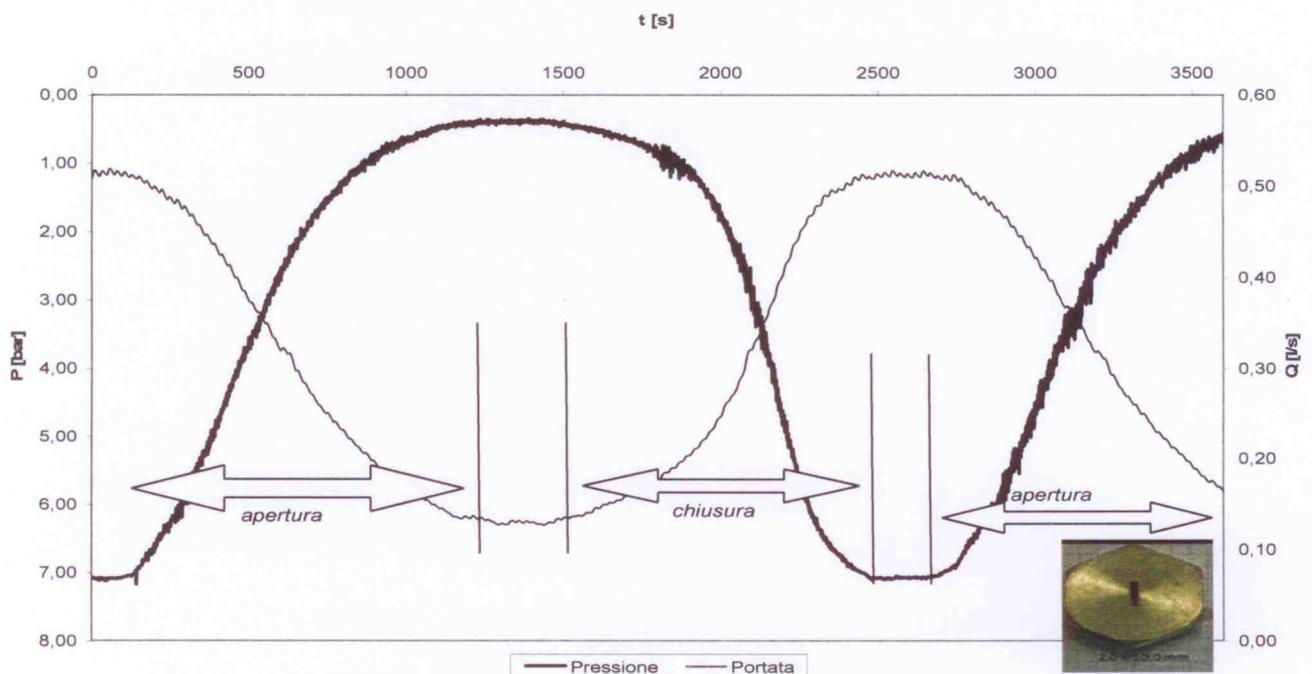


Fig. 3 - Andamento pressione - portata per ugello rettangolare 10X2 mm

Sulla scorta dei dati sperimentali è stata, quindi, effettuata la calibrazione dei coefficienti μ e ν per ogni ugello, mediante l'utilizzo di un Algoritmo Genetico.

I risultati ottenuti, ossia l'andamento sperimentale della portata "q" e l'espressione teorica della legge di perdita, con riferimento ancora all'ugello rettangolare 10X2 mm, sono stati riportati a titolo d'esempio nella Fig. 4.

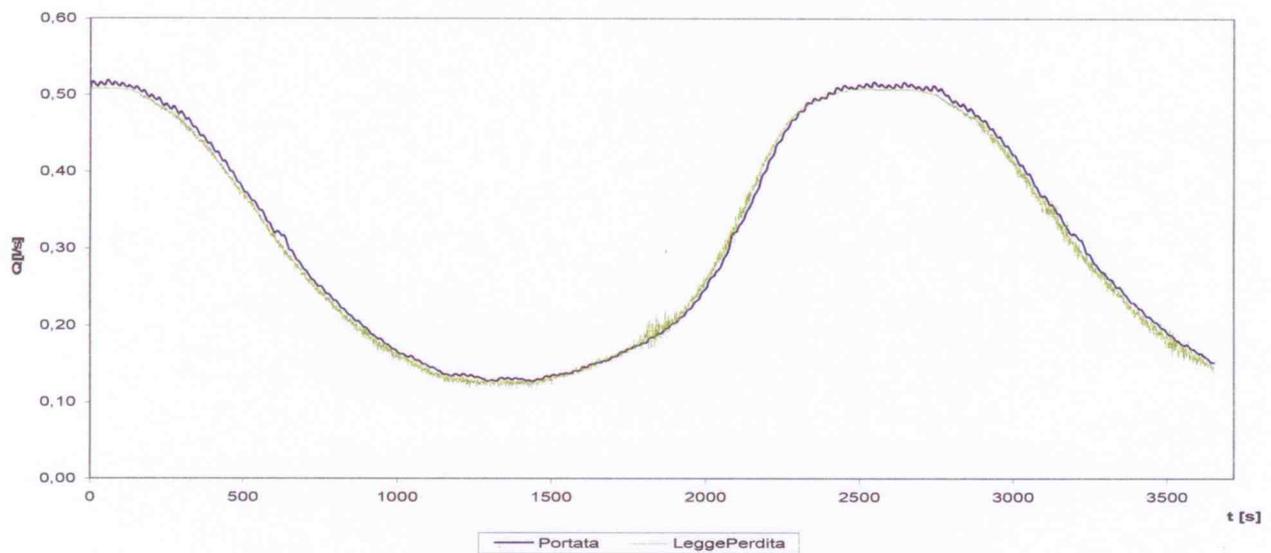


Fig. 4 - Andamento curva $q(t)$ per ugello rettangolare 10*2mm

È stato possibile, inoltre, analizzare l'andamento della curva Q_p/P per ugello rettangolare 10X2 mm nel tempo, riportato in Fig. 5. Appare evidente, dalle Fig. 4 e 5 il soddisfacente riscontro tra i dati sperimentali e la simulazione numerica.

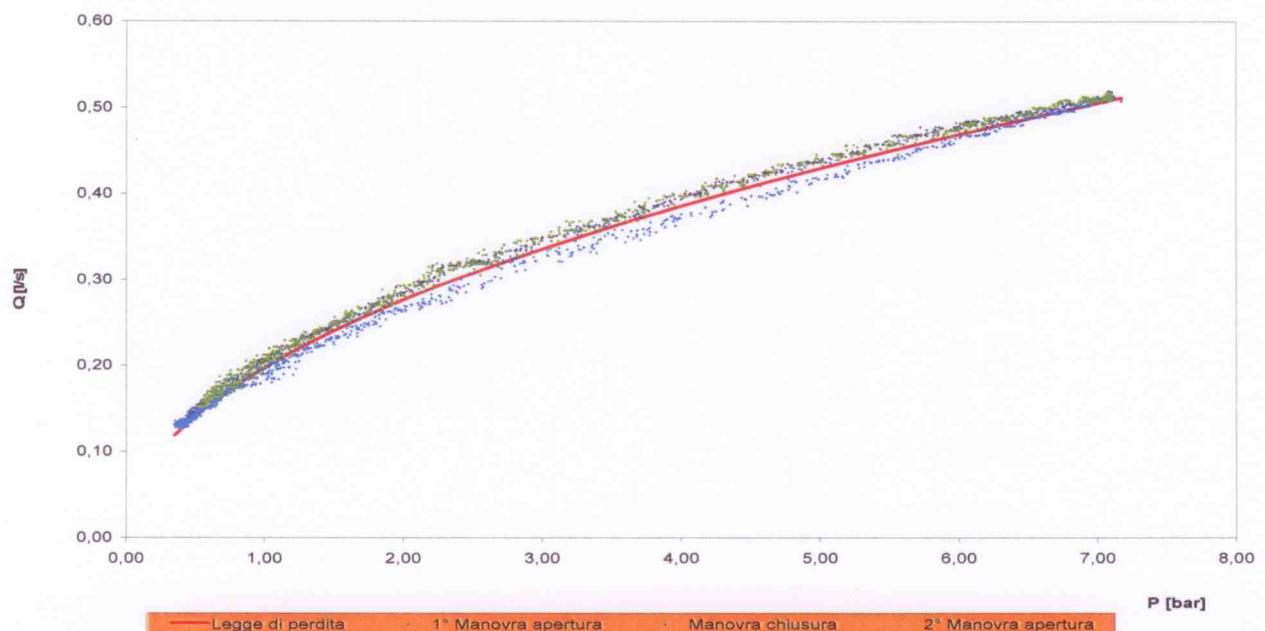


Fig. 5 - Andamento curva Q_p/P per ugello rettangolare 10*2mm

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le prove effettuate nell'impianto di circolazione ad alta pressione del Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II", con pressioni variabili in un range molto ampio (0,5-7 bar, sinora non indagato in altri lavori sperimentali), con modalità dinamiche, hanno messo in evidenza quanto segue:

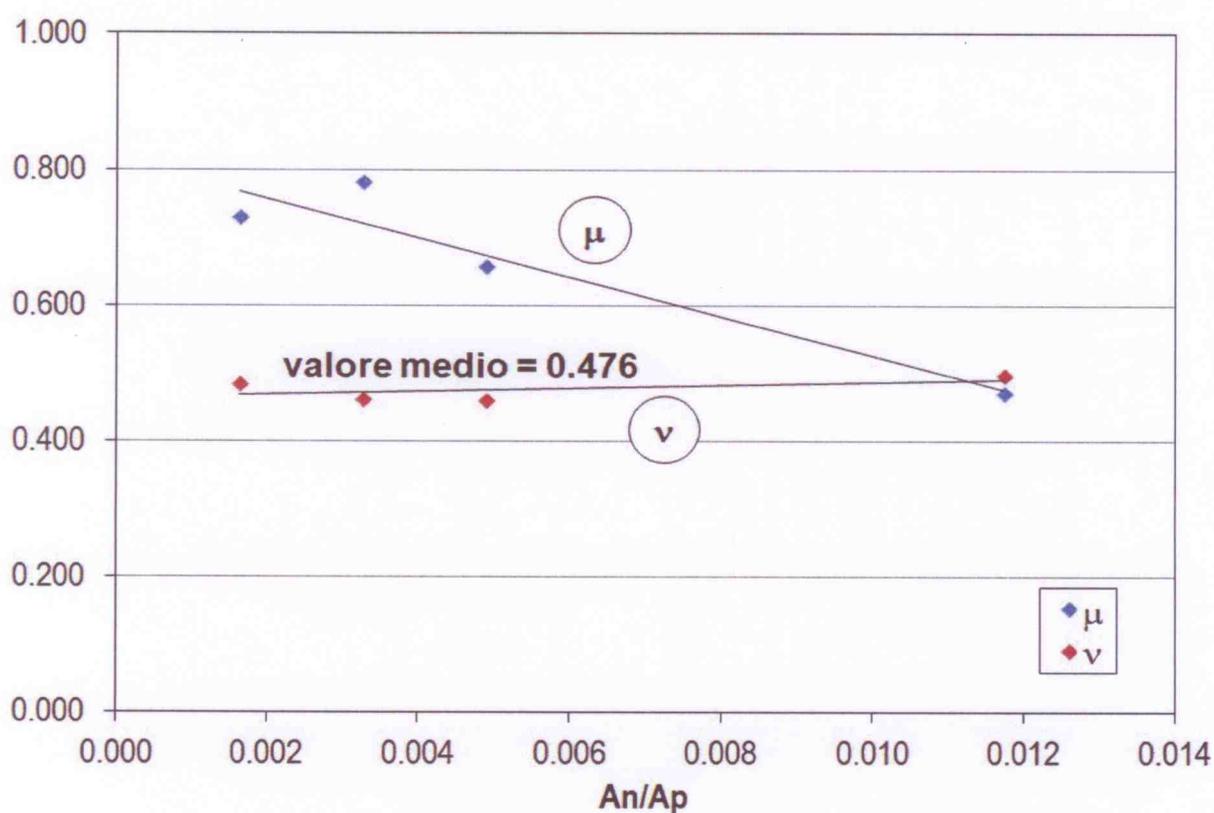


Fig. 6 - Valori di μ e ν riferiti al rapporto An/Ap per orifici rettangolari

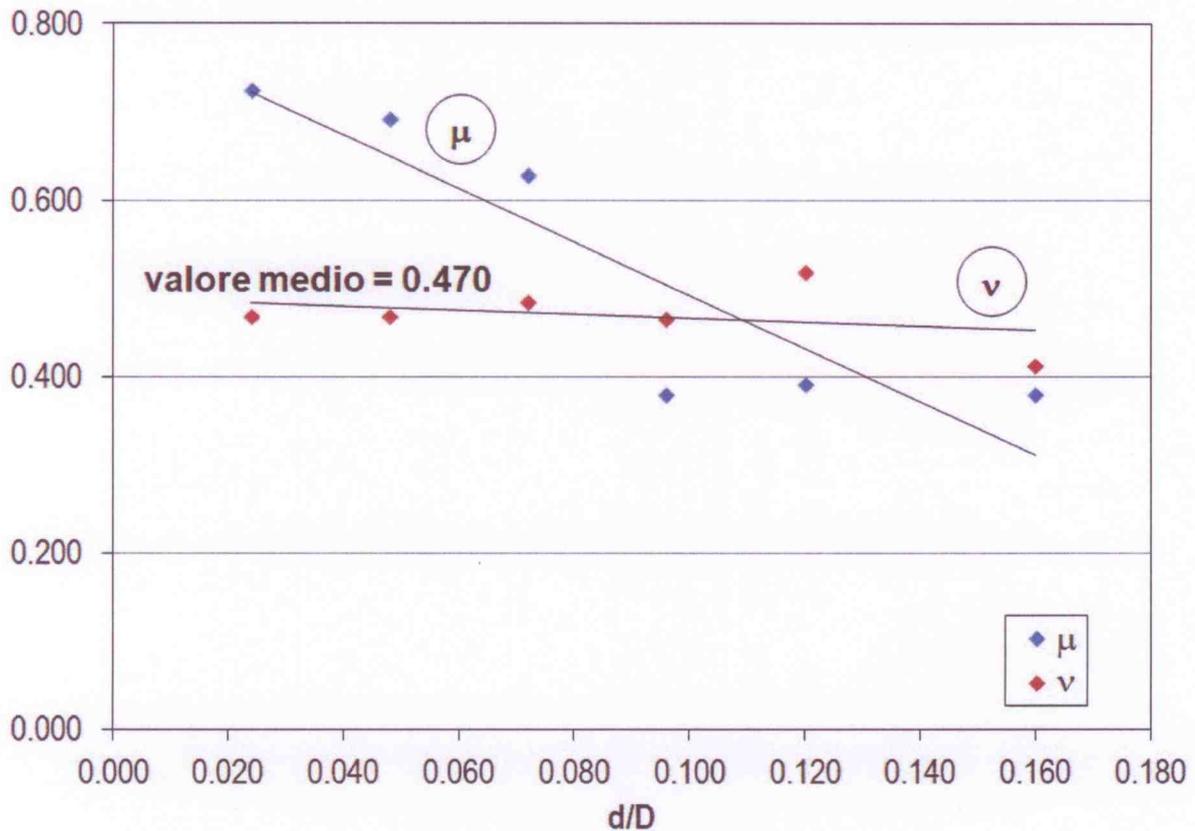


Fig. 7 - Valori di μ e ν riferiti al rapporto d/D per orifizi circolari

- la legge di perdita considerata

$$q = \mu \Sigma_0 \sqrt{2g} \cdot \left[h^\nu + A h^{1+\nu} + B h^{2+\nu} \right]$$

consente un'attendibile previsione della portata dispersa al variare della pressione se i valori dei coefficienti μ e ν sono adeguatamente calibrata;

- il valore sperimentale del coefficiente μ (teoricamente pari a 0,80) risulta variabile con andamento decrescente all'incrementarsi delle dimensioni dell'orifizio simulante la perdita, con valori non immediatamente prevedibili;
- l'esponente ν è risultato non molto discosto dal valore teorico 0.50 sia per fori circolari che per rettangolari.