CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

L'idrologia, l'Idraulica e le Costruzioni Idrauliche nel secolo del cambiamento climatico antropogenico

Webinar 3 ottobre 2025

Deflusso Urbano

Sfide attuali e miti fuorvianti

Corrado Gisonni

Università degli Studi della Campania *Luigi Vanvitelli*
Dipartimento di Ingegneria

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

1

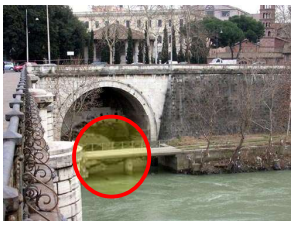
CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Le civiltà antiche svilupparono sistemi di drenaggio artificiale non appena l'uomo iniziò a provare a controllare l'ambiente in cui vive.

La Cloaca Maxima romana fu costruita intorno al 600 a.C. sotto il quinto re di Roma, Tarquinio Prisco.

Può essere considerata come un sistema fognario misto, che drenava le acque reflue dai quartieri popolosi della città verso il fiume Tevere, insieme alle acque piovane provenienti dalle colline circostanti.

Sezione terminale della Cloaca Maxima
(Incisione di Giovanni Battista Piranesi, 1748)



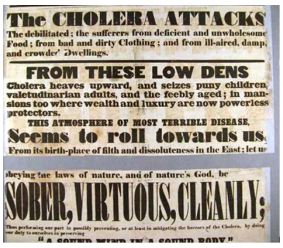
Cloaca Maxima
presso il Ponte Palativo

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

2

Il Medioevo (V-XV d.C.): "tempo di ignoranza e superstizione", senza progressi nella scienza e nella tecnologia.

Terribile degrado delle condizioni di vita nelle principali città europee; molte di esse subirono la terribile epidemia di colera intorno al 1850.



Manifesto relativo all'epidemia di colera in Irlanda ca.1832

Povertà e squallore - Blue Gate Fields, 1872.
Tratto da "London: A Pilgrim age"
di Blanchard Jerrold e Gustave Doré.

Con l'avvicinarsi della Seconda Rivoluzione Industriale (1850-1900), il progresso tecnologico ed economico ha guadagnato slancio, anche in termini di benessere sociale e miglioramento dell'ambiente urbano.

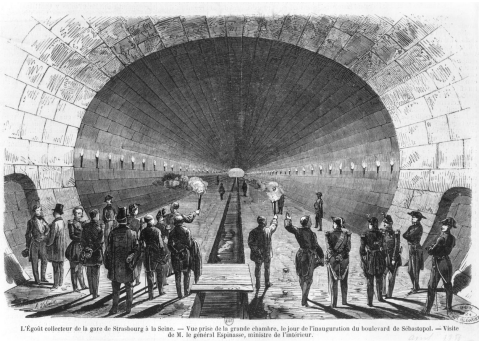
Avanzamenti nella Ingegneria dell'Acqua:

• *Henry Darcy* (1803-1858), *Philippe Gauckler* (1826–1905), *Robert Manning* (*1816–1897*), *Albert Strickler* (1887–1963), tra gli altri, hanno sviluppato formule pratiche per il flusso uniforme.

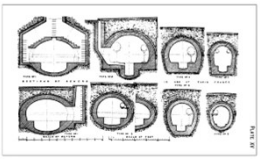
• *Thomas Mulvaney* (1821-1892) presentato il Metodo Razionale per stimare la portata di picco del deflusso.

Lo schema moderno di costruzione: *canali a profilo chiuso interrati sotto il livello stradale*

(Adapted from History Channel®)



Fognatura principale dalla stazione di Strasburgo alla Senna.



I comuni furono sollecitati a costruire sistemi fognari adeguati e a introdurre regolamenti idonei (es. '*Public Health Act*', Londra, 1848).

La maggior parte delle città europee istituì comitati tecnici e autorità per pianificare lo sviluppo congiunto delle infrastrutture idrauliche urbane: reti idriche e fognarie.

- **Londra** (*Joseph Bazalgette*, 1859–67): 2100 km di nuove fognature, collettori principali
- **Parigi** (*Georges-Eugène Haussmann*, *Eugène Belgrand*, 1850–70): 600 km di nuove reti sotterranee
- **Germania**: Amburgo (1843), Francoforte (1867), Berlino (1873)
- **Danimarca**: Copenaghen (1857–1885)

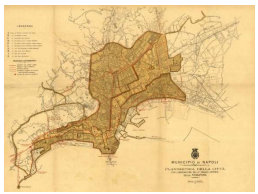
«Bazalgette, dal canto suo, si dedicò ad altri progetti. Costruì alcuni dei più bei ponti di Londra, a Hammersmith, Battersea e Putney, e per alleggerire il traffico nel cuore della città aggiunse diverse nuove strade piuttosto audaci, fra cui Charing Cross Road e Shaftesbury Avenue. Negli ultimi anni della sua vita venne nominato cavaliere, ma in realtà non ottenne mai la fama che avrebbe meritato. ***Capita di rado agli ingegneri fognari****.»*

(Bill Bryson, "Breve storia della vita privata")

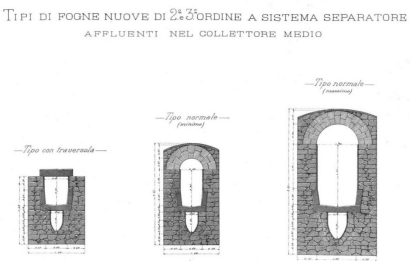
*Sir **Joseph Bazalgette***
(28 March 1819 – 15 March 1891)

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Sistema fognario separato: sezioni trasversali tipiche (Napoli, 1886)

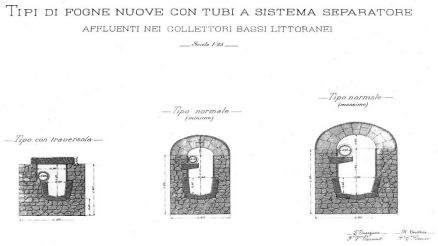


Planimetria generale del Sistema fognario della città di Napoli (1886)



Sezioni trasversali tipiche per le condotte fognarie del centro città

Sezioni trasversali tipiche per le condotte fognarie delle zone collinari



CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Calamità alluvionali

Le conseguenze degli eventi classificati come Alluvioni e Colate di Fango sono drammatiche, come dimostrano le statistiche estratte dall'International Disaster Database (CRED, Université Catholique de Louvain - UCL, Bruxelles, Belgio; http://www.emdat.be)

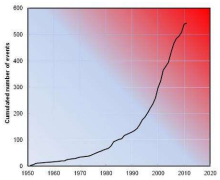
Total Deaths	No. Injured	No. Affected	No. Homeless	Total Affected	Total Damage, Adjusted ('000 US$)
31296	35391	26425725	2584321	29045437	566589035

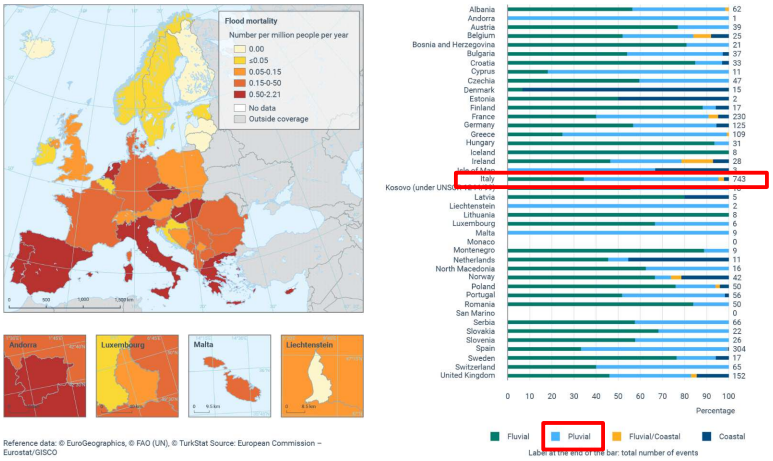
EM-DAT
The International Disaster Database
Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED

- Dal 1920 ad oggi il danno economico stimato ammonta a circa **570 miliardi di euro** **(90 in Italia)**;

- Nel corso dell'ultimo secolo, più di **29** **(3 in Italia)** **milioni** di persone sono state colpite da eventi distruttivi, per un totale di oltre **31.000 vittime** **(circa 4mila in Italia)**;

- Negli ultimi 60 anni sono stati registrati più di **500 eventi**, con un trend in netta crescita negli ultimi decenni.





https://www.eea.europa.eu/it/analysis/maps-and-charts/flood-events-by-type-and

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

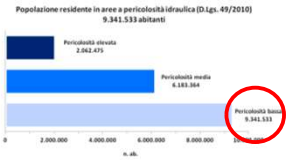
In collaborazione con

9

L'indicatore **Popolazione esposta a rischio di alluvione** è stato utilizzato nell'ambito della *Carta del Rischio delle Aree Metropolitane* per l'identificazione dei comuni con una popolazione più esposta a Rischio Idraulico in 14 aree metropolitane. L'obiettivo era stabilire le priorità di finanziamento per le azioni di mitigazione del rischio (ISPRA, 2018 e 2021-2024).

ISPRA: Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
https://www.isprambiente.gov.it/

La popolazione esposta è aumentata di oltre il 30%



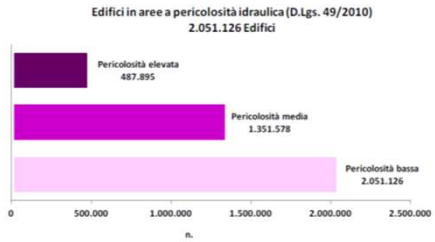
ISPRA 2018

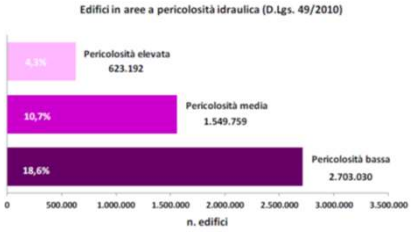
ISPRA 2021-2024

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

In collaborazione con

10





2018: circa **2 milioni** edifici esposti al rischio di inondazione.

2021-24: circa **2,7 milioni** edifici esposti al rischio di inondazione.

Confronto tra le mappe del rischio di alluvione del 2021 e del 2018:

- Aumento dell'1,3% della superficie con elevato rischio di inondazione P3 ,
- Aumento dell'1,6% della superficie con pericolosità media P2 ,
- Aumento del 3,1% della superficie a basso rischio di inondazione P1

«L'incremento è legato principalmente ad un miglioramento del quadro conoscitivo portato avanti dalle Autorità di Distretto Idrografico con studi e mappature più approfondite di nuovi fenomeni franosi o recenti eventi alluvionali».

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

In collaborazione con

11

La situazione attuale...

- Due italiani su dieci non sono collegati ad una fogna e tre su dieci non sono collegati ad un depuratore.
- Sanzioni economiche comminate dalla Corte di Giustizia Europea (sentenza del luglio 2012) per l'inadeguatezza del **sistema fognario-depurativo** rispetto alla normativa UE.
- La "multa" per il nostro paese era stata definita presuntivamente in 62 milioni di provvisionale e oltre 61 milioni di euro a semestre, successivamente *ridotti* a 25 milioni di provvisionale e oltre 30 milioni di euro a semestre **(circa 165.000 euro al giorno)**. Tali importi sono stati lievemente ridotti durante il periodo della emergenza COVID.
- 2016: nomina del Commissario Unico – prof. ing. Enrico Rolle – Nuove nomine nel **2020** e nel **2023**.
- Luglio 2017: crono programmi di adeguamento che prevedono la messa a norma degli agglomerati oggetto di sanzione entro il 2022-23.
- Dato aggiornato al 2023: 99 interventi (oltre 13 completati), la maggior parte dislocati in Sicilia, per opere da circa **3 miliardi di euro** e un carico generato di oltre **sei milioni di abitanti equivalenti**.

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

In collaborazione con

12

SERIE GENERALE

Spedizione abbonamento postale - art. 2, comma 1 Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

Anno 162° - Numero 229

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — Roma - Venerdì, 24 settembre 2021 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

MISSIONE	COMPONENTE	TIPOLOGIA	INTERVENTO	Importi (€) Importo totale	di cui Progetti in essere	di cui Nuovi progetti	di cui FSC	NOTE
M2	C3	Investimento	2.1 Efficienza e Sismabilità fino al 110% per l'efficienza energetica e la sicurezza degli edifici	13.950.000.000,00	10.200.000.000,00	3.695.000.000,00	-	
M2	C3	Investimento	2.1 Sviluppo di sistemi di teleriscaldamento	200.000.000,00	-	200.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	1.1 Realizzazione di un sistema avanzato ed integrato di monitoraggio e previsione	300.000.000,00	-	300.000.000,00	-	
M2	C4	Sub Investimento	1.1a Misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico	1.287.100.000,00	1.287.100.000,00	-	-	
M2	C4	Investimento	3.1 Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano	330.000.000,00	30.000.000,00	300.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	3.2 Digitalizzazione dei parchi nazionali	100.000.000,00	-	100.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	3.3 Rinaturazione dell'area del Po	357.000.000,00	-	357.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	3.4 Bonifica dei siti orfani	500.000.000,00	-	500.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	3.5 Rigenerazione e tutela dei fondali e degli habitat marini	400.000.000,00	-	400.000.000,00	-	
M2	C4	Investimento	4.4 Investimenti in fognature e depurazione	800.000.000,00	-	800.000.000,00	-	
M2	C2	Investimento	1.1 Interventi per la sostenibilità ambientale dei porti (Green Ports)	270.000.000,00	-	270.000.000,00	-	
Interventi a titolarità del Ministero della Salute (M5)				**15.625.541.083,51**	**2.979.600.000,00**	**9.645.941.083,51**	**3.000.000.000,00**	
M6	C1	Investimento	1.1 Case della Comunità e presa in carico della persona	2.000.000.000,00	-	500.000.000,00	1.500.000.000,00	Ministero della Salute tramite l'Agenzia nazionale per i servizi sanitari regionali
M6	C1	Investimento	1.2. Casa come primo luogo di cura e telemedicina	4.000.000.000,00	-	4.000.000.000,00	-	Ministero della Salute tramite l'Agenzia nazionale per i servizi sanitari regionali
M6	C1	Sub Investimento	1.2.1 Casa come primo luogo di cura (Adi)	2.720.000.000,00	-	2.720.000.000,00	-	Ministero della Salute tramite l'Agenzia nazionale per i servizi sanitari regionali

DECRETO 6 agosto 2021.
Assegnazione delle risorse finanziarie previste per l'attuazione degli interventi del Piano nazionale di ripresa e resilienza (*PNRR*) e ripartizione di traguardi e obiettivi per scadenze semestrali di rendicontazione

Quadro normativo di riferimento per i sistemi di drenaggio urbano

- **1882** (25 giugno 1882, n. 269, *legge Baccarini*, deputato e ingegnere): lo Stato finanzia opere pubbliche migliorando le condizioni geologiche del territorio e debellare la malaria (bonifiche)
- .....
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici - Presidenza del Consiglio superiore – Servizio Tecnico centrale, 7 gennaio **1974**, n. 11633: "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".
- Ministero dei Lavori Pubblici - Comitato dei Ministri per la Tutela delle Acque dall'Inquinamento: "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione" – Allegato 4 alla Deliberazione del 4 febbraio **1977** (S.O. alla G.U. 21 febbraio 1977 n. 48).
- Delibera Comitato Interministeriale del 30.12.**1980** (G.U. 10 gennaio 1981, n. 9). "*Direttive per la disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli insediamenti civili che non recapitano in pubbliche fognature*".
- Decreto Ministero LL.PP. 12 Dicembre **1985** (G.U. 13.3.1986, n.61). "*Norme tecniche* relative alle tubazioni".
- D.P.C.M. del 4 marzo **1996** (G.U. del 14.3.1996). «Disposizioni in materia di risorse idriche». (Allegato 8. Livelli minimi dei servizi in AA.TT.OO.)

Quadro normativo di riferimento per l'ingegneria strutturale

- Legge n. 1985 del 5 Marzo **1884**. A seguito del terremoto di Casamicciola (Isola d'Ischia) del 28 luglio 1883, Regio Decreto n. 2600 del 29 Agosto 1884.
- Varie leggi dopo altri eventi sismici (Calabria e Messina, 1908; Avezzano, 1915; Belice, 1968...)
- .....
- L. 5 novembre **1971** n.1086 (G.U. 21 dicembre 1971 n.321). Norme per la disciplina delle opere in c.a., normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 03 marzo **1975** n.40 (G.U. 08 aprile 1975 n.93). Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- D.M. 26 marzo **1980** (G.U. 28 giugno 1980 n.176). Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche.
- ....
- ....
- ....
- D.M. 9 gennaio **1996** (G.U. 05 febbraio 1996 n.29). Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Quadro normativo di riferimento per i sistemi di drenaggio urbano

- .... alcune norme UNI EN, quasi mai seguite da Regolamento Nazionale per la definizione di criteri cogenti.

¿¿¿

Quadro normativo di riferimento per l'ingegneria strutturale

- Decreto Ministeriale del 14 Settembre 2005 (G.U. n. 222 del 23/09/2005). "Norme Tecniche per le Costruzioni" (inizialmente denominato "Teso Unico").
- ...
- ...
- D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. 04 febbraio 2008 n.29). Norme tecniche per le costruzioni. NTC 2008
- ...
- ...
- D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018). Norme tecniche per le costruzioni. NTC 2018
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 (G.U. 11 febbraio 2019 n. 35). Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- ...

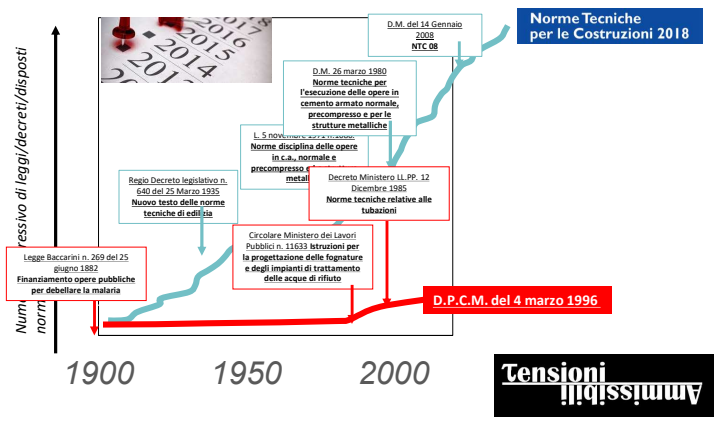
Circa 100 provvedimenti (Leggi, Decreti e Circolari) nell'ultimo secolo!

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

15

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI



Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

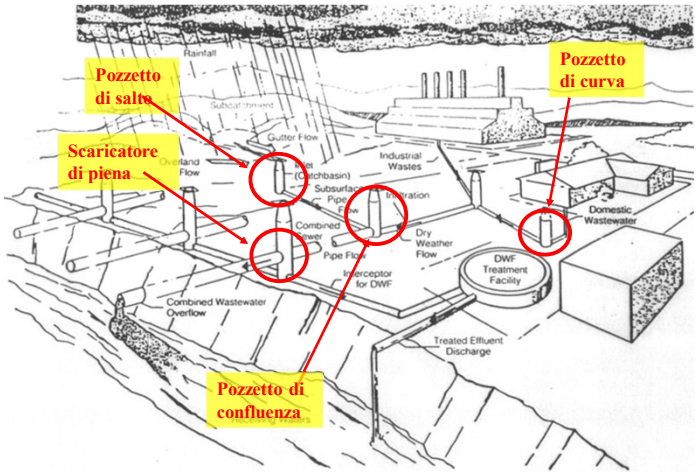
16

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

16

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Manufatti Ordinari

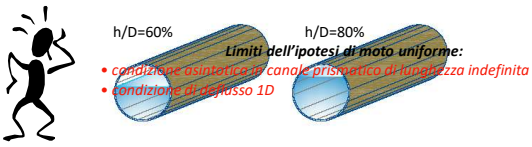


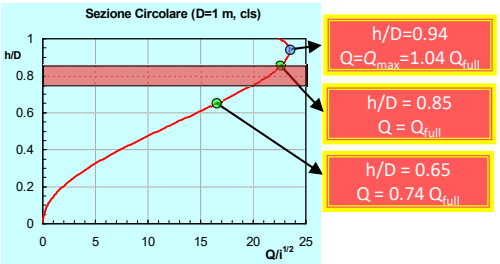
In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

17

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Dimensionamento di un collettore in condizioni di moto uniforme





Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

18

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

18

Dimensionamento di un collettore in condizioni di moto uniforme

Grandezze geometriche caratteristiche della sezione trasversale di una corrente a pelo libero (i gradi sono dati nel sistema sessagesimale).

Sezione	Rettangolare	Trapezia	Circolare	Ovoidale inglese
Area A	$L\,h$	$h\left(L+\frac{h}{m}\right)$	(1)	(3)
Contorno bagnato p	$L+2h$	$L+2h\sqrt{1+\frac{1}{m^2}}$	$r\left[\frac{\pi}{90}\operatorname{arcos}\left(1-\frac{h}{r}\right)\right]$	(4)
Larghezza del pelo libero B	L	$L+2\frac{h}{m}$	(2)	(5)

(1) $\frac{1}{2}r^2\left[\frac{\pi}{90}\operatorname{arcos}\left(1-\frac{h}{r}\right)-\operatorname{sen}\left[2\operatorname{arcos}\left(1-\frac{h}{r}\right)\right]\right]$

(2) $r\left[2\operatorname{sen}\operatorname{arcos}\left(1-\frac{h}{r}\right)\right]$

(3) per $h\le\frac{r}{4}$ $\quad r^2\left\{\frac{\pi}{720}\operatorname{arcos}\left(1-\frac{2h}{r}\right)-\left[\frac{1}{4}\operatorname{sen}\left[\operatorname{arcos}\left(1-\frac{2h}{r}\right)\right]\right]\left(1-\frac{2h}{r}\right)\right\}$

per $\frac{r}{4}<h\le 2r$ $\quad r^2\left\{3{,}023-\frac{\pi}{20}\operatorname{arcsen}\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)-9\left[\cos\left[\operatorname{arcsen}\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)\right]\right]\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)+12\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)\right\}$

per $2r<h\le 3r$ $\quad r^2\left\{4{,}594-\frac{\pi}{180}\operatorname{arcos}\left(\frac{h}{r}-2\right)+\left(\frac{h}{r}-2\right)\operatorname{sen}\operatorname{arcos}\left(\frac{h}{r}-2\right)\right\}$

(4) per $h\le\frac{r}{4}$ $\quad r\left[\frac{\pi}{180}\operatorname{arcos}\left(1-\frac{2h}{r}\right)\right]$

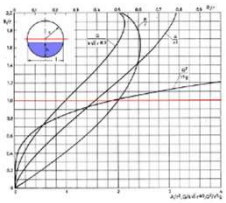
per $\frac{r}{4}<h\le 2r$ $\quad r\left[4{,}788-\frac{\pi}{30}\operatorname{arcsen}\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)\right]$

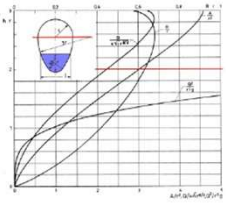
per $2r<h\le 3r$ $\quad r\left\{4{,}788+\frac{\pi}{90}\left[90-\operatorname{arcos}\left(\frac{h}{r}-2\right)\right]\right\}$

(5) per $h\le\frac{r}{4}$ $\quad r\left[\operatorname{sen}\operatorname{arcos}\left(1-2\frac{h}{r}\right)\right]$

per $\frac{r}{4}<h\le 2r$ $\quad r\left[6\cos\operatorname{arcsen}\left(\frac{2}{3}-\frac{h}{3r}\right)-4\right]$

per $2r<h\le 3r$ $\quad r\left[2\operatorname{sen}\operatorname{arcos}\left(\frac{h}{r}-2\right)\right]$





Il comportamento idraulico delle canalizzazioni e dei manufatti fognari è fortemente influenzato dal contenuto energetico delle correnti in ingresso ai manufatti.

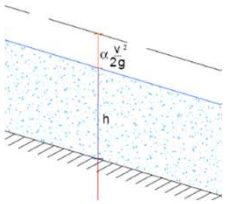
Nella modellazione idraulica delle correnti a pelo libero il ***numero di Froude*** **F** rappresenta il parametro idraulico principale. Dal suo valore derivano importanti conclusioni sul comportamento della corrente.

- **Correnti SUBcritiche (F<1)**
  - Similitudine tra le correnti a pelo libero e quelle in pressione (**Modellazione 1D**)
  - Necessità di stimare le **perdite di carico concentrate** e di caratterizzare i **profili di corrente**
  - Possibile formazione di zone di "acqua morta" (ristagno e accumulo di sedimenti/sostanza organica)
- **Correnti SUPERcritiche (F>1)**
  - A rigore **approccio di tipo 3D** (modelli numerici complessi)
  - Equazioni basate sui risultati di prove su modello fisico
  - Necessità di limitare le singolarità/instabilità superficiali (**shock waves**)

Vista da valle di un pozzetto di curva a 45°

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

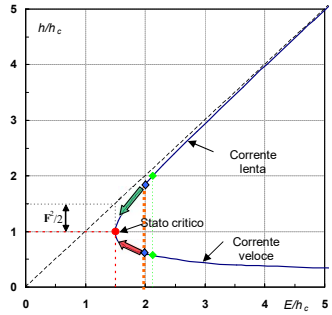
Alcune considerazioni energetiche



Energia specifica

$$E = h + \frac{V^2}{2g} = h + \frac{Q^2}{2g\sigma^2}$$

Minimo energetico per assegnata Q:



Stato Critico (**F**=1)

(sezione rettangolare)

$$\frac{E}{h_c} = \frac{h}{h_c} + \frac{1}{2}\left(\frac{h_c}{h}\right)^2$$

Effetti di una riduzione di energia

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

21

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

21

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Nel caso di canale a sezione scatolare, il numero di Froude è definito come

$$F = \frac{Q}{\sqrt{gB^2h^3}}$$

Nel caso di collettori fognari a sezione circolare (di diametro *D*), il numero di Froude può essere calcolato ($0.20 < h/D < 0.85$), come

$$F = \frac{Q}{\sqrt{gDh^4}}$$

Nella realtà, è possibile effettuare la seguente classificazione:

0 < **F** < 0.7	*correnti subcritiche*
0.7 < **F** < 1.5	*correnti di transizione* ***(instabile. risalto idraulico ondulato)***
1.5 < **F** < 3.0	*correnti supercritiche*
3.0 < **F**	*correnti ipercritiche* ***(gravi danni in presenza di ostacoli)***

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

22

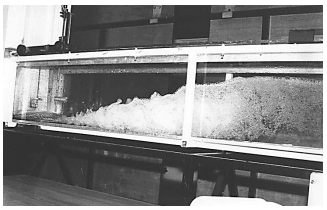
In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

22

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

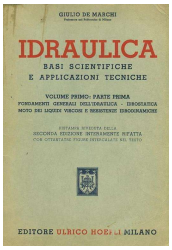
Due sono i fenomeni che possono verificarsi nel caso in cui una corrente supercritica all'interno di un pozzetto risulti significativamente perturbata:

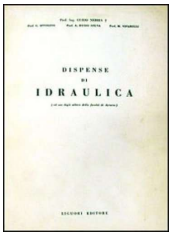
- Formazione di ***Onde di shock*** (*shockwaves*)
- ***Risalto idraulico*** (interruzione del moto in corrente supercritica)



In definitiva, **non è possibile procedere alla progettazione o alla verifica di un sistema fognario senza avere la necessaria conoscenza** dei fenomeni e dei parametri che governano le correnti a superficie libera, perchè...

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI





*«... perché l'**IDRAULICA** non è la moglie dell'Idraulico!»*

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

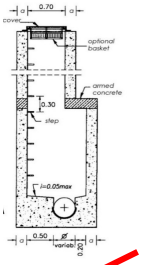
Manufatti di ispezione

Circolare n.11633/ 1974 del Ministero dei LL.PP.

... dovrà altresì indicarsi il criterio secondo il quale sono intervallati i pozzetti di ispezione. Questi ultimi, comunque, non potranno distare tra loro più di 20-25 metri quando le sezioni non siano praticabili (altezza inferiore a 1,05 m); potranno disporsi a maggiore distanza, e comunque non superiore a 50 m per le fogne praticabili. Qualora l'altezza dei collettori o dell'emissario sia superiore a 2,00 m potrà accettarsi che i pozzetti siano disposti tra loro sino alla distanza massima di 150 m; per tratti in galleria la distanza sarà stabilita caso per caso.

UNI EN 752: 2008

La norma dà indicazioni di massima, rinviando ai vari Regolamenti Nazionali.
Forniva precise indicazioni sulle dimensioni delle camere dei pozzetti per agevolare le operazioni di ispezione e manutenzione, dettando le misure minime per l'accesso del personale.



~~**UNI EN 752: 2008**~~
~~Stato : RITIRATA~~
~~Data ritiro: 08 giugno 2017~~

UNI EN 16933-2
Data pubb.: ottobre 2017

The layout of the manhole or inspection chamber, far example the use of benching, and the angle of the connections, should mininize head losses as far as practicable.

25

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Direttiva 2024/3019/Ue

Abroga la storica direttiva 1999/271/Ce (recepita in Italia dalla Parte III del Dlgs 152/2006) a decorrere dal 1° agosto 2027.

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea — IT Serie L

2024/3019 — 12.12.2024

DIRETTIVA (UE) 2024/3019 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 27 novembre 2024

concernente il trattamento delle acque reflue urbane

Articolo 3

Reti fognarie e calcolo del carico di un agglomerato

1. Gli Stati membri provvedono affinché tutti gli agglomerati con 2 000 a.e. o più rispettino le prescrizioni seguenti:

a) sono provvisti di reti fognarie;

b) tutte le loro fonti di acque reflue domestiche sono collegate alla rete fognaria.

2. Gli Stati membri provvedono affinché gli agglomerati con un numero di a.e. di 1 000 o più ma inferiore a 2 000 rispettino le prescrizioni del paragrafo 1 entro il 31 dicembre 2035.

26

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

D.Lgs. 49/2010

(con modifiche apportate dalla LEGGE 6 agosto 2013, n. 97)

Articolo 2 - Definizioni

a) alluvione: l'allagamento temporaneo, anche con trasporto ovvero mobilitazione di sedimenti anche ad alta densità, di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. Ciò include le inondazioni causate da laghi, fiumi, torrenti, eventualmente reti di drenaggio artificiale, ogni altro corpo idrico superficiale anche a regime temporaneo, naturale o artificiale, le inondazioni marine delle zone costiere ed esclude gli allagamenti ~~*non direttamente imputabili ad eventi meteorologici*~~ **causati da impianti fognari**;

DIRECTIVE 2007/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks

Article 2

For the purpose of this Directive, in addition to the definitions of 'river', 'river basin', 'sub-basin' and 'river basin district' as set out in Article 2 of Directive 2000/60/EC, the following definitions shall apply:

1. 'flood' means the temporary covering by water of land not normally covered by water. This shall include floods from rivers, mountain torrents, Mediterranean ephemeral water courses, and floods from the sea in coastal areas, and may exclude floods from sewerage systems;

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Alluvioni pluviali dalle reti di drenaggio urbano

Le reti di drenaggio urbano appartengono alla categoria "***lontano dagli occhi, lontano dal cuore***", finché non arriva un inaspettato giorno di pioggia...

Geyser fognario in uscita da un pozzetto lungo Wolfe Street, Montreal 18.07.2011

...la strada ha inghiottito un camion della spazzatura... (Casalnuovo, Napoli – 10 agosto 2011)

Cambiamento climatico?...

Progettazione errata?...

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Carenze della normativa vigente

- La tipologia di elaborati progettuali da predisporre è ancora riferita ai due desueti livelli di progettazione: *Progetto di massima* e *Progetto esecutivo*.
- Mancano indicazioni progettuali circa il grado di riempimento che deve caratterizzare un collettore fognario in corrispondenza della portata di progetto (franchi idrici?).
- I limiti di velocità in fognatura appaiono superati alla luce dell'avanzamento delle conoscenze e del progresso tecnologico dei materiali oggi impiegati.
- La normativa ignora del tutto le differenti condizioni cinematiche (corrente lenta/veloce) che possono caratterizzare il funzionamento idraulico di un collettore.
- Mancano indicazioni sulla geometria raccomandata per i manufatti più ricorrenti (pozzetti di ispezione, di curva, di salto, cambio speco, di confluenza, ecc.).
- Mancano indicazioni, seppure di massima, sulla valutazione idrologica delle portate meteoriche di progetto.
- Le raccomandazioni sul coefficiente di diluizione per le portate di tempo asciutto sono vaghe e contrastanti (cfr. *Scaricatori di piena*).
- Non esistono prescrizioni in materia di verifiche statiche ai carichi esterni che sollecitano le canalizzazioni fognarie.
- .....

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

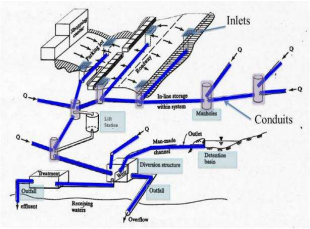
Il ***SISTEMA di drenaggio urbano...***

Nei punti del sistema fognario in cui interviene la variazione di **ANCHE UN SOLO** parametro di natura geometrica o idraulica bisogna prevedere la realizzazione di un pozzetto.

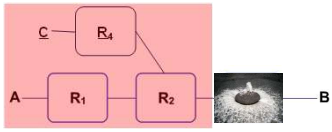
Una rete fognaria si comporta come una "**catena di montaggio**" in cui i singoli componenti sono tra di loro collegati in serie: tubazioni, *pozzetti*, manufatti di salto, manufatti di scarico, impianti di sollevamento ecc..

L'efficienza dei sistemi fognari è quindi influenzata dal funzionamento inappropriato di singoli manufatti, le cui cause principali sono:

- *errata progettazione idraulica*
- *difetti di costruzione*.



La crisi idraulica di una rete fognaria può essere determinata dal malfunzionamento di un singolo componente!



Se un pozzetto fognario non funziona adeguatamente dal punto di vista idraulico, risulta compromessa l'efficienza di tutta la parte della rete fognaria a monte del pozzetto, e non solo dei collettori che si immettono nel pozzetto stesso.

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

31

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

31

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Cosa succede quando un singolo elemento del sistema fognario non funziona correttamente?

- La capacità idraulica del manufatto è inferiore alla somma delle portate in ingresso;
- Brusco passaggio dal regime di moto a pelo libero a quello di moto in pressione (***"choking"***);
- Innalzamento del livello idrico nel pozzetto fino a causare la completa saturazione del manufatto, la fuoriuscita di volumi d'acqua dal pozzetto sulla sede stradale e, nel peggiore dei casi, l'espulsione del chiusino del pozzetto (***"geysering"***).

Sewer geyser in uscita da un pozzetto lungo Universitätstrasse, Zurigo

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

32

In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

32

Corrente in curva

33

Pozzetti di curva

Il ***pozzetto di curva*** è un manufatto fognario di tipo ordinario.

Gli angoli di deviazione planimetrica sono normalmente posti pari a 45° o 90° .

Nella prassi progettuale, il raggio di curvatura è generalmente $R_a = 3D$.

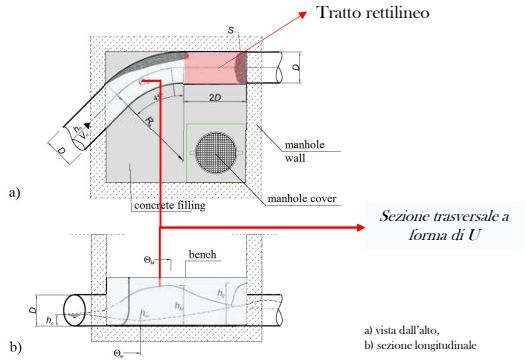
Inserimento di un tratto rettilineo all'uscita del pozzetto, di lunghezza pari a $2D$

Modello fisico di pozzetti di curva:
a sinistra: vista da valle del pozzetto,
a destra: vista dall'alto

34

Pozzetti di curva

D → diametro del collettore
h_o → tirante della corrente in ingresso
V_o → velocità della corrente in ingresso

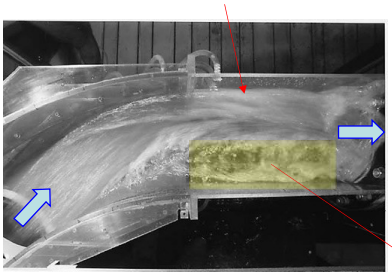


a) vista dall'alto,
b) sezione longitudinale

Pozzetti di curva

Il parametro idraulico di riferimento nel corso della progettazione di un pozzetto di curva è costituito dalla ***massima ampiezza dell'onda di shock lungo la parete esterna della curva***, in corrispondenza dell'angolo di deviazione $\delta = \Theta_M$.

L'estensione rettificata del pozzetto ha l'obiettivo di "allontanare" l'onda di shock dallo sbocco del pozzetto nel collettore dei valle



Regione di separazione del flusso

Il comportamento idraulico risulta governato dal ***numero di curva***

$$B = (D/R_c)^{0.5} F_o$$

in cui $F_o = Q/(gD^2 h_o^3)^{0.5}$

Il numero di curva combina le caratteristiche idrodinamiche della corrente (i.e. numero di Froude) a quelle geometriche del manufatto.

Pozzetti di curva

Linee guida progettuali

1. La *massima ampiezza d'onda relativa* $Z_M = (h_M/h_o)^{0.5} - 1$ può essere espressa in funzione del numero di curva come (Del Giudice et al., 2000 e Gisonni e Hager, 2002)

$$Z_M = 0.50 \cdot B_o^{\,2}$$

2. La *coordinata angolare* θ_M che localizza il massimo valore dei tiranti idrici (generalmente tra 35° e 55°) può essere calcolata come

$$\theta_M = 0.50 \cdot B_o^{\,2} \cdot \frac{D}{R_a}$$

3. Si può ritenere che per prevenire ***choking*** il grado di riempimento deve risultare $y_o < 0.65$ (*condizione limite*)

4. Il *numero di Froude limite* $F_C = Q/(gD^5)^{0.5}$ in pozzetti dotati di **un tratto rettilineo alla fine della curva**, per $y_o < 2/3$ risulta pari a (Gisonni e Hager, 2002)

$$F_C = (3 - 2 \cdot y_o) y_o^{\,1.5} \Rightarrow Q_C = (gD^5)^{0.5} \cdot (3 - 2 \cdot y_o) y_o^{\,1.5}$$

Esempio:

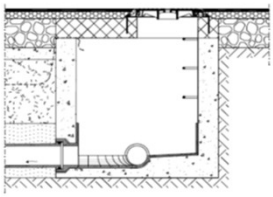
Assegnato un collettore circolare di diametro $D = 2$ m, *si calcoli la* ***capacità idraulica*** *di un* ***pozzetto di curva a 45°*** *nel caso in cui la corrente in ingresso al manufatto sia caratterizzata da un grado di riempimento del* ***65%*** *(h_o=1.3 m)*

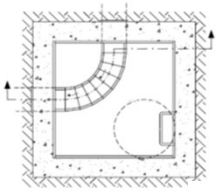
$$F_C = (3 - 2 * 0.65) * 0.65^{3/2} = 0.89$$

$$Q_{max} = 0.89\,(gD^5)^{1/2} = 15.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al valore della portata corrisponde un numero di Froude:

$$F_o = 2.10$$



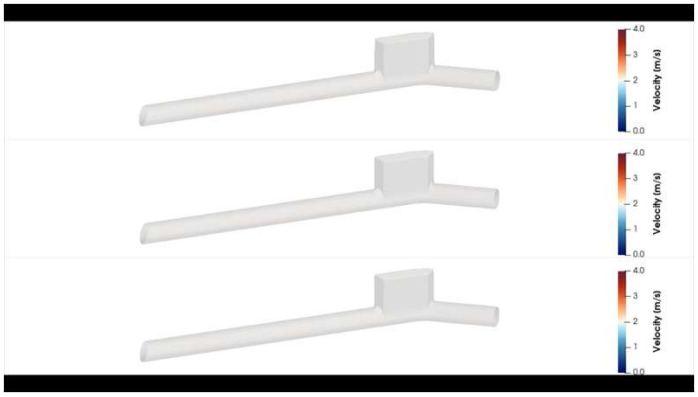


Capacità del pozzetto di curva molto inferiore a quello di ispezione!!!

Nella pratica progettuale viene spesso erroneamente assunto un valore massimo del grado di riempimento pari all' 85% !!!

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

FLOW-3D



G. Crispino, D. Dorthe, C. Gisonni, M. Pfister - *Hydraulic capacity of bend manholes for supercritical flow*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 2023, 149(2):

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Udalrigo Masoni
Napoli 11.08.1860 – 29.09.1936

... con la guida dei **risultati sperimentali** ... saranno ancora evitate quelle **teorie ipotetiche**, le quali, se hanno grande interesse nel campo della **scienza**, nella **pratica** invece, molte volte, anziché mostrare il vero conducono a risultati a questo contrari: e potrà ancora conseguirsi una esatta conoscenza dell'uso ragionato delle *formole*, venendo così distrutta la causa di quei **grandi errori**, i quali, più che dall'ignoranza della scienza, sono talvolta conseguenza del credersene di troppo istruiti.

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Conclusioni

- La ***normativa*** attualmente vigente presenta importanti carenze/lacune cui va posto urgente rimedio.
- Il progetto/verifica idraulico di manufatti e canalizzazioni fognarie richiede ***competenza*** e particolare prudenza ***in regime di corrente veloce****. In alcuni casi le conseguenze possono essere drammatiche….*
- La conoscenza del ***numero di Froude*** è fondamentale per valutare correttamente il funzionamento di canalizzazioni e manufatti fognari.
- Se possibile, sarebbe opportuno affrontare lo studio di manufatti fognari complessi con *geometrie non standardizzate* (campi di moto 3D, correnti bi-fase aria-acqua, moto vario) conducendo ***prove su modello fisico***.
- La più recente letteratura tecnico-scientifica fornisce ***criteri progettuali ed equazioni di natura sperimentale*** da applicare per il progetto e la verifica di pozzetti ricorrenti (da inglobare in una nuova normativa).
- Queste relazioni possono essere implementate in modelli di calcolo 1D per simulare il funzionamento dei sistemi fognari, senza incorrere in eccessive complicazioni.

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

41 RETE PROFESSIONI TECNICHE In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

41

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Grazie per la vostra attenzione!

Idraulica dei sistemi fognari… il ***lavoro sporco***!

…domande?

corrado.gisonni@unicampania.it

Corrado Gisonni - *Deflusso Urbano: sfide attuali e miti fuorvianti*

RETE PROFESSIONI TECNICHE In collaborazione con FONDAZIONE CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

42