

QUANTO SEGUE SONO I LUCIDI PROIETTATI DURANTE LE ORE DI LEZIONE IN AULA E PERTANTO NON RISULTANO ESSERE ESAUSTIVI PER GLI ARGOMENTI TRATTATI.

DEVONO ESSERE UTILIZZATI COME BASE DI RIFERIMENTO PER L'APPROFONDIMENTO DEGLI ARGOMENTI SUGLI APPUNTI PRESI DURANTE LE LEZIONI E SUL LIBRO DI TESTO CONSIGLIATO DAL DOCENTE.

SISTEMI FOGNARI

TIPOLOGIA DI SEZIONI

I collettori fognari sono realizzati con tubazioni di forma e dimensioni diverse a seconda delle necessità.

Normalmente i regolamenti comunali fissano un diametro minimo delle fognature pari a 250-300 mm a seconda se il sistema risulta essere separato o unitario.

In particolare per reti fognarie nere il diametro minimo risulta essere pari a 250 mm e per fognature pluviali o unitarie (nere + pluviali) il diametro minimo è pari a 300 mm.

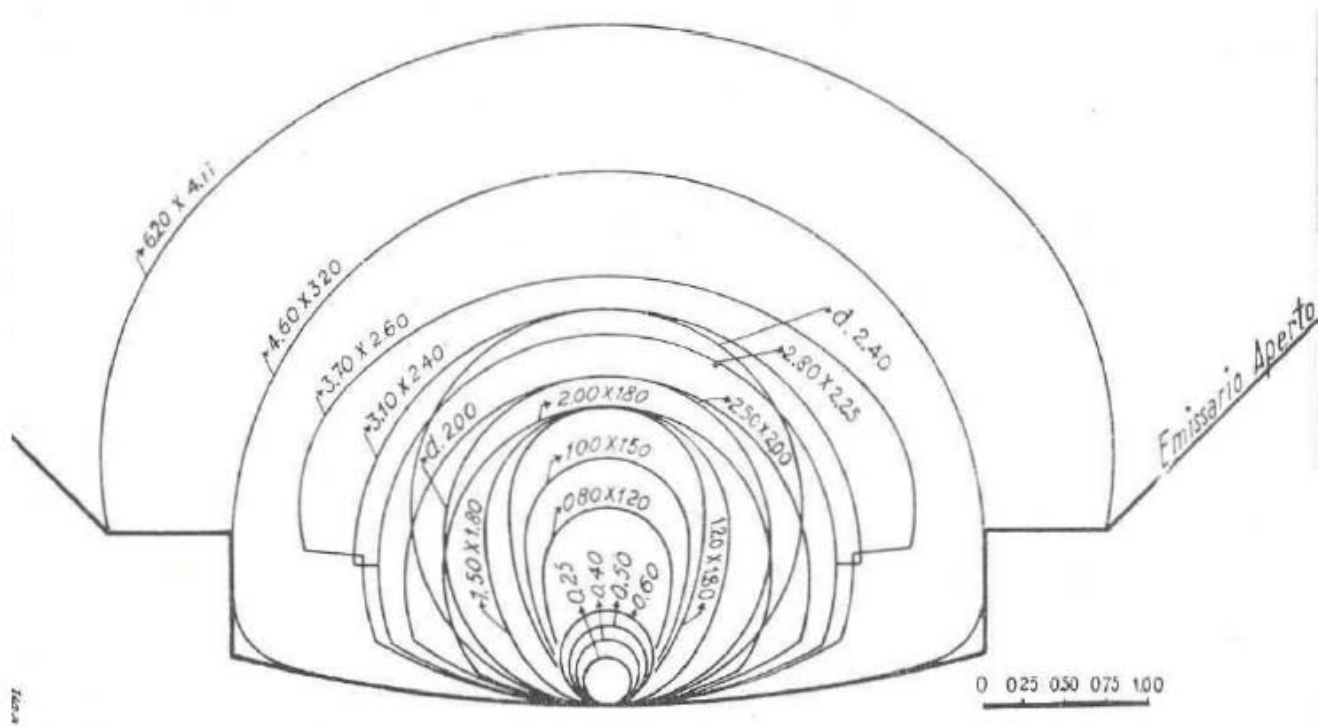
La scelta di utilizzare tubazioni circolari, ovoidali, scatolari, policentriche ... dipende sia dal valore della portata di dimensionamento che dalle varie condizioni di verifica e funzionamento nell'arco della vita utile del sistema.

Opportune considerazioni sulla tipologia delle sezioni sono doverose quando si verificano le velocità in corrispondenza del deflusso delle portate nere medie e di punta. Velocità troppo basse comportano l'innescarsi di fenomeni di deposito del materiale solido trasportato.

Nella scelta delle sezioni bisogna tenere conto di alcuni aspetti fondamentali:

1. La sezione deve crescere verso valle;
2. Non si devono realizzare restringimenti o riduzioni di altezza degli specchi.

Esempio fognatura di Milano



In corrispondenza dei cambi di sezione, pendenza, salto, nelle confluenze è necessario realizzare idonei pozzetti di ispezione garantendo in essi il raccordo della corrente tra monte e valle.

TRACCIATO

Le canalizzazioni di fognatura sono costituiti da tronchi di canali, ciascuno a sezione e a pendenza costante, che si raccordano formando una rete di canali, per lo più aperta in modo da formare un albero.

Nell'eseguire il tracciato di una rete fognaria il primo passo è individuare i punti di recapito sia delle acque luride (posizione dei depuratori) sia degli scarichi pluviali. È poi opportuno farsi guidare dai seguenti criteri:

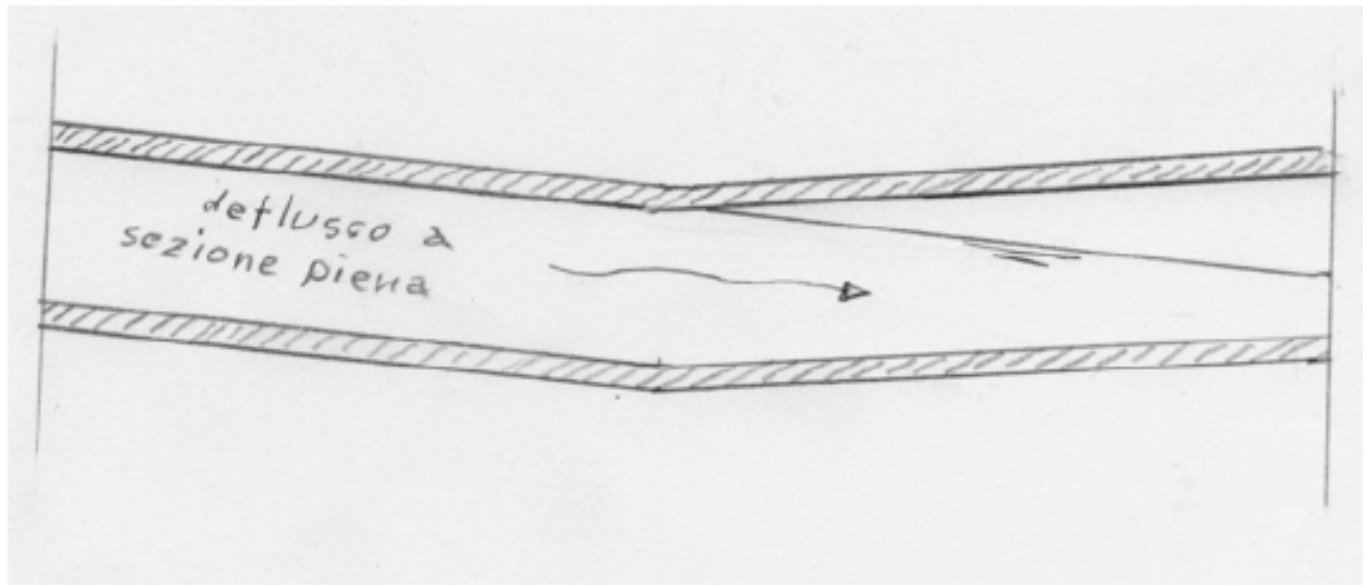
- a) la rete fognaria deve percorrere tutte le strade per consentire l'allaccio dei frontisti;
- b) la rete pubblica deve essere ubicata preferibilmente in suolo pubblico per evitare, quanto possibile, servitù o espropri;
- c) la rete fognaria risulta più economica se segue quelle che sarebbero le direzioni naturali di scolo della zona urbanizzata, evitando, per quanto possibile, terreni in contropendenza rispetto alla direzione di scolo, purché, ovviamente, ciò sia compatibile con la giacitura e le caratteristiche delle strade;
- d) è in genere opportuno che i collettori più grandi, che richiedono anche scavi più profondi, siano inseriti in strade larghe, in modo da poter scavare a distanza dagli edifici.

Una volta tracciata la rete, si fissano le sezioni di calcolo al termine di tutti i tronchi che si ritiene di dover calcolare, e si individuano i bacini i cui deflussi contribuiscono a ciascun tronco. Da questi bacini provengono sia le portate sanitarie, sia quelle pluviali.

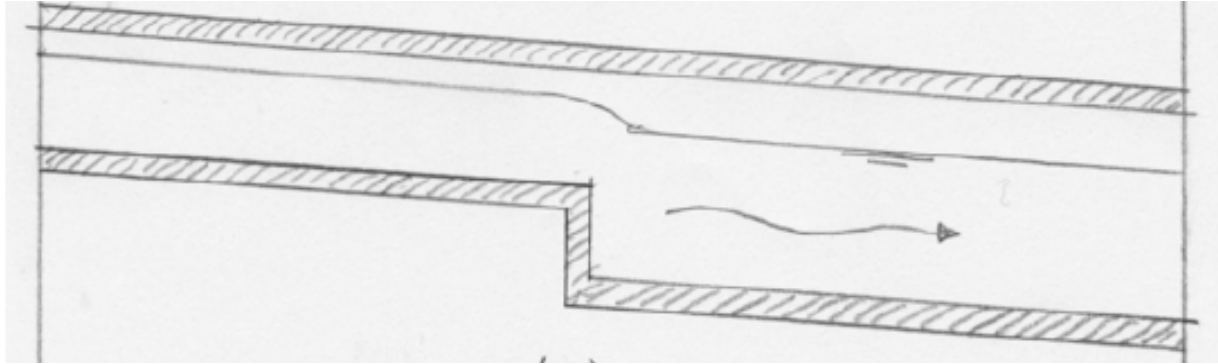
PROFILO

Le fogne devono essere disposte sempre in pendenza nella direzione del moto. Le contropendenze sono ammesse soltanto per i tratti in pressione (condotte di mandata dei sollevamenti, fogne in pressione o in depressione).

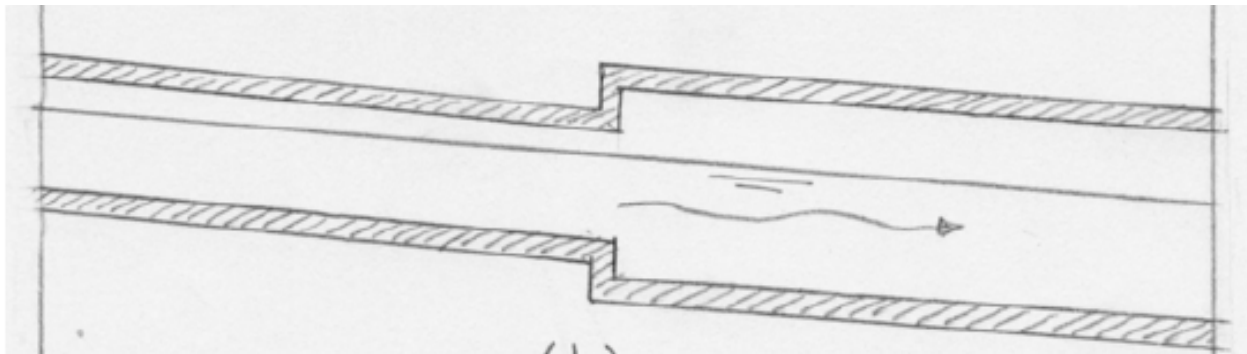
In fase della progettazione della rete le fogne non dovrebbero essere previsti con pendenze inferiori al 2-3 per mille. Questo limite è legato sia alla necessità di mantenere le velocità di deflusso minime, sia, soprattutto, per evitare che irregolarità di posa in opera o lievi cedimenti del terreno di posa possano portare a corde molli, con tratti in contropendenza, che rigurgitano i tratti a monte, come indicato nella figura



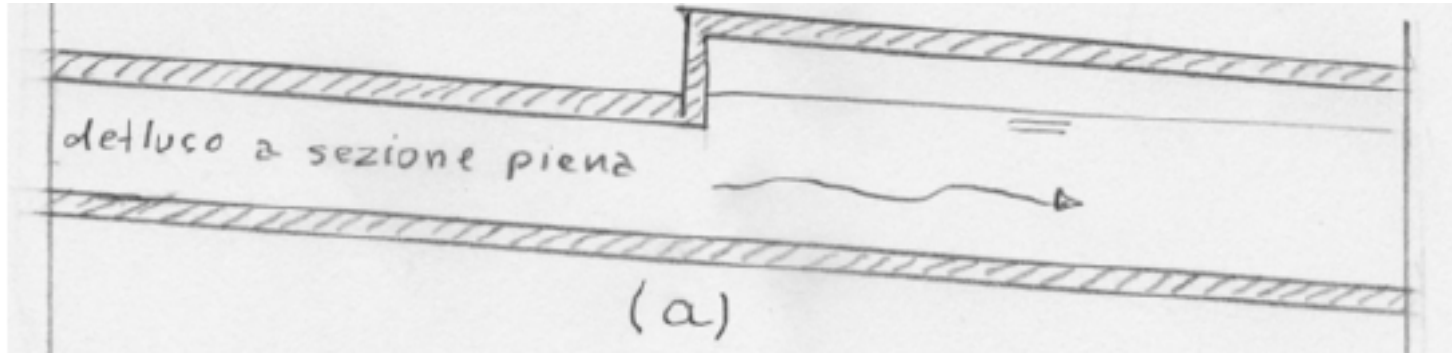
Nel passaggio da un tronco all'altro con spechi di forma e dimensioni diverse è buona norma allineare i cieli dei collettori in modo che i livelli idrici di valle non rigurgitano i livelli idrici del collettore di monte.



Nell'impossibilità tecnica di allineare i cieli dei collettori è possibile allinearne i peli liberi.



L'allineamento dei fondi induce fenomeni di rigurgito nei collettori di monte con diminuzione della pendenza della superficie libera con fenomeni limite di funzionamento in pressione.



In fase di progettazione, una volta tracciato il profilo del terreno lungo ciascun tronco fognario, si procede inserendo nel profilo il cielo fogna ad una profondità minima pari ad 1.00 m in ambito urbano e 0.80÷0.90 in campagna, definendo la pendenza dello speco.

Nota la pendenza si può procedere al calcolo degli spechi, determinando le portate nere, quelle pluviali e procedendo alla determinazione degli spechi.

Eseguiti i calcoli il profilo viene completato con tutti gli elementi degli spechi. Un esempio di profilo di progetto è tracciato nella figura seguente

SCALA ORIZZONTALE 1 : 1000										IMMISSIONE N°1 COLLETTORE DI VIA KENNEDY		90,68
SCALA VERTICALE 1 : 100												
85,00												
PICCHETTO	F G	38		160		37				129bis		
POZZETTO	10	11		12		13		14		6		
QUOTA TERRENO	93,67 92,08	93,67 92,07		93,52 91,67		93,50 91,61 91,56		93,48 91,40		93,56 91,16		
QUOTA FONDO FOGNA	92,08 92,07	92,07		91,67 91,61 91,56		91,56 91,40		91,40		91,16		
DISTANZA PARZIALE	5,0	65,0		20,0 14,0		55,0		72,0				
DISTANZA PROGRESSIVA	0,0 5,0	70,0		90,0 104,0		159,0				231,0		
PENDENZA	0,003											
DIAMETRO TUBO	ø 500 GRES					ø 700 FIBROCEMENTO						
VIE PERCORSE	VIA LEONARDO DA VINCI											

MATERIALI

Le canalizzazioni di fognatura devono godere delle seguenti caratteristiche:

- **Impermeabilità** - evitare, da una lato, la fuoriuscita di liquame, potenzialmente pericolosa per motivi igienici, dall'altro, l'ingresso di acque parassite (esempio acque di falda in fognatura fecale)
- **resistenza strutturale** - sopportare sia il carico del rinterro, sia le sollecitazioni trasmesse dal traffico stradale;
- **resistenza all'abrasione** – abrasione favorita dall'ingresso in fogna di sabbia e altri solidi grossolani, trascinati sul fondo ed in sospensione dalla corrente. L'abrasione cresce con la velocità – $V_{max} \leq 3 \div 3.5 \text{ m/s}$;
- **resistenza all'aggressione chimica** - immissioni di sostanze aggressive d'origine prevalentemente industriale, o di sviluppo d'acido solforico d'origine biochimica all'interno della fognatura.

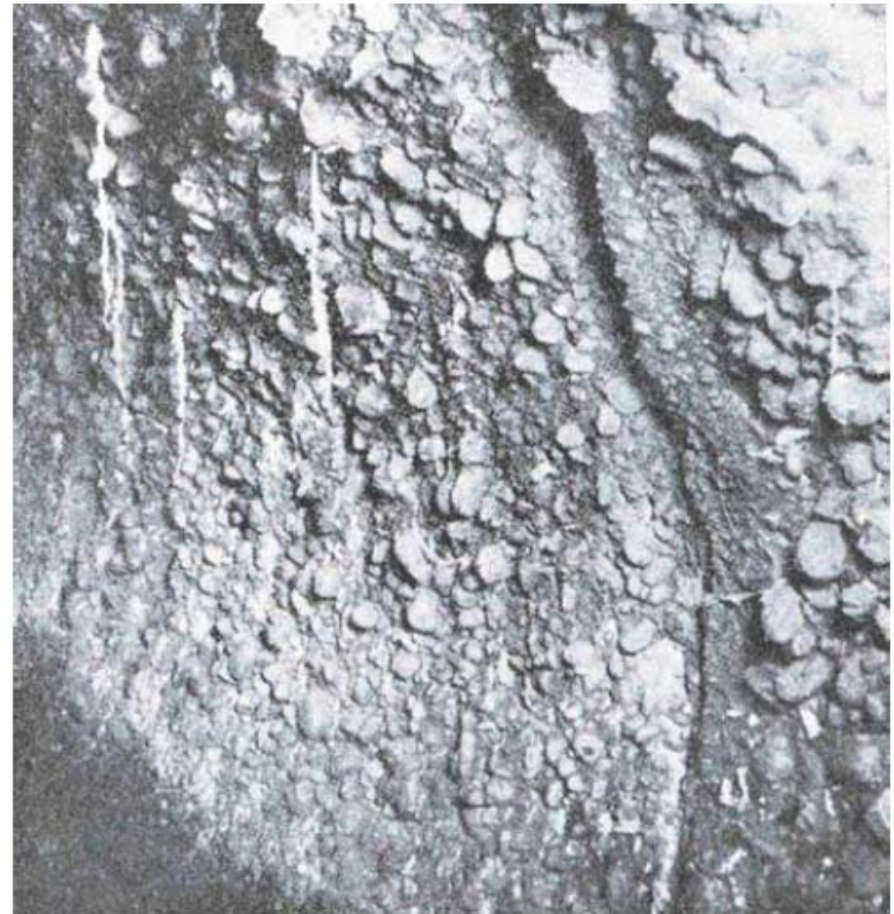
Ai fini della **resistenza all'abrasione** numerosi test hanno evidenziato un ottimo comportamento del GRES. A seguire si hanno le tubazioni in materiale plastico, quindi ghisa, acciaio e per ultimo le tubazioni in cemento e cemento amianto oramai in disuso.

Analoghi risultati sono emersi relativamente al comportamento rispetto alla corrosione bio-chimica.

In particolare il materiale con il comportamento peggiore è il calcestruzzo in quanto il legante, cemento, è un elemento non inerte ma attivo e reagisce con le sostanze interne alla rete. Analoghe problematiche sono evidenziate per le tubazioni metalliche tra le quali in ogni caso la ghisa, rivestimento interno in cemento alluminoso, si comporta meglio dell'acciaio che viene protetto con resine epossidiche.

Le tubazioni più performanti sono in GRES e quindi in materiale plastico entrambi inerti alle azioni bio-chimiche.

Sia il gres che il materiale plastico vengono utilizzati per migliorare le prestazioni di tubazioni in cemento spesso necessarie per le sezioni richieste (ovoidali, scatolari, policentriche ...)



Il materiale che presenta pertanto le migliori caratteristiche risulta essere il Gres Ceramico. Tuttavia presentandosi in conci di tubazione di lunghezza massima di 2.5 metri presenta un numero di giunti elevato. Le giunzioni sono il p.to critico del sistema fognario. Presenta un elevato coefficiente di scabrezza alla Strickler.

Le tubazioni in materiale plastico quali il PVC, PEAD, PRFV, PEAD strutturato hanno ottime caratteristiche e rispetto alle tubazioni in gres sono caratterizzate da lunghezze del singolo tubo superiori a cui corrisponde un numero inferiore di giunti. Inoltre i giunti sono praticamente saldati. Particolare attenzione nella verifica strutturale del sistema in quanto le tubazioni sono molto flessibili e temono deformazioni eccessive ai carichi di esercizio. Le tubazioni spiralate, corrugate o strutturate garantiscono una maggiore rigidità. Presenta un elevato coefficiente di scabrezza alla Strickler.

Le tubazioni in gres presentano una maggiore garanzia di durabilità nel tempo e sono completamente riciclabili in quanto realizzate in terracotta.

Le tubazioni metalliche sono utilizzate esclusivamente nei tratti in pressione quali i tratti a valle degli impianti di sollevamento o nei sistemi in depressione.

Ad eccezione delle tubazioni in PRFV (vetroresina) di recente produzione, spechi di forma diversa dal circolare sono realizzabili solo in calcestruzzo.

A riguardo si prevede il rivestimento del fondo per la presenza delle portate fecali. Il fondo è rivestito in gres o con resine epossidiche o realizzato con mezzi tubi in materiale plastico.

Pozzetti di ispezione

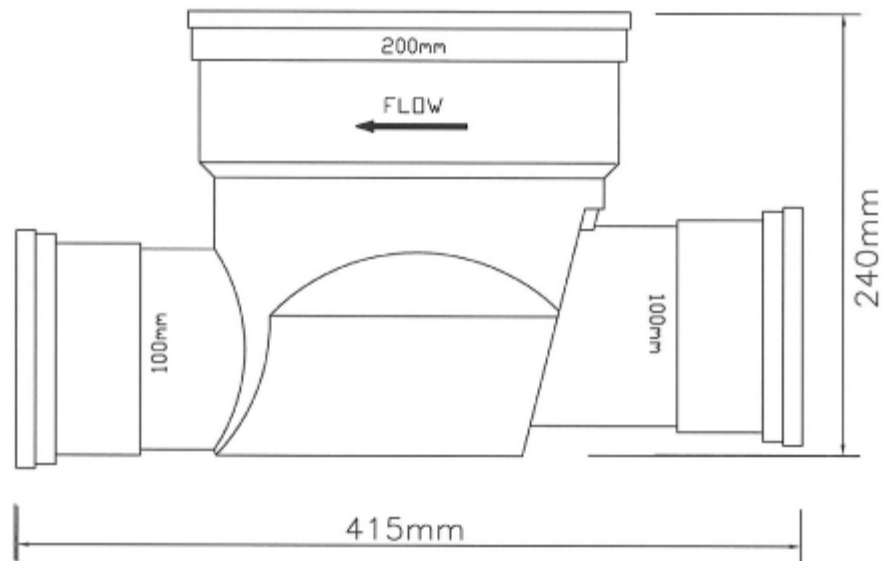
La manutenzione dei canali di una rete di drenaggio è fondamentale per garantirne il corretto funzionamento. Le operazioni di pulizia degli specchi sono rese possibili dalla presenza, lungo il tracciato delle canalizzazioni, di *pozzetti di ispezione*. Tali pozzetti, oltre che in tutte le confluenze, devono essere disposti a non più di 25m di distanza l'uno dall'altro ed in modo che il tratto di canale compreso tra due successivi pozzetti sia ad asse rettilineo. Tale prescrizione si adotta per le fognature il cui specchio abbia altezza inferiore ai 120cm (*fognature non praticabili*). In questo caso, infatti, le operazioni di pulizia vengono svolte mediante apposite aste giuntabili che vengono sospinte all'interno della canalizzazione a partire da un pozzetto, a partire dal quale deve essere possibile traguadare il tratto di fognatura da pulire fino al pozzetto successivo.

Nel caso di fognature praticabili, la pulizia può essere eseguita percorrendo la canalizzazione fognaria e, pertanto, la distanza tra pozzetti consecutivi può essere assunta congruamente maggiore.

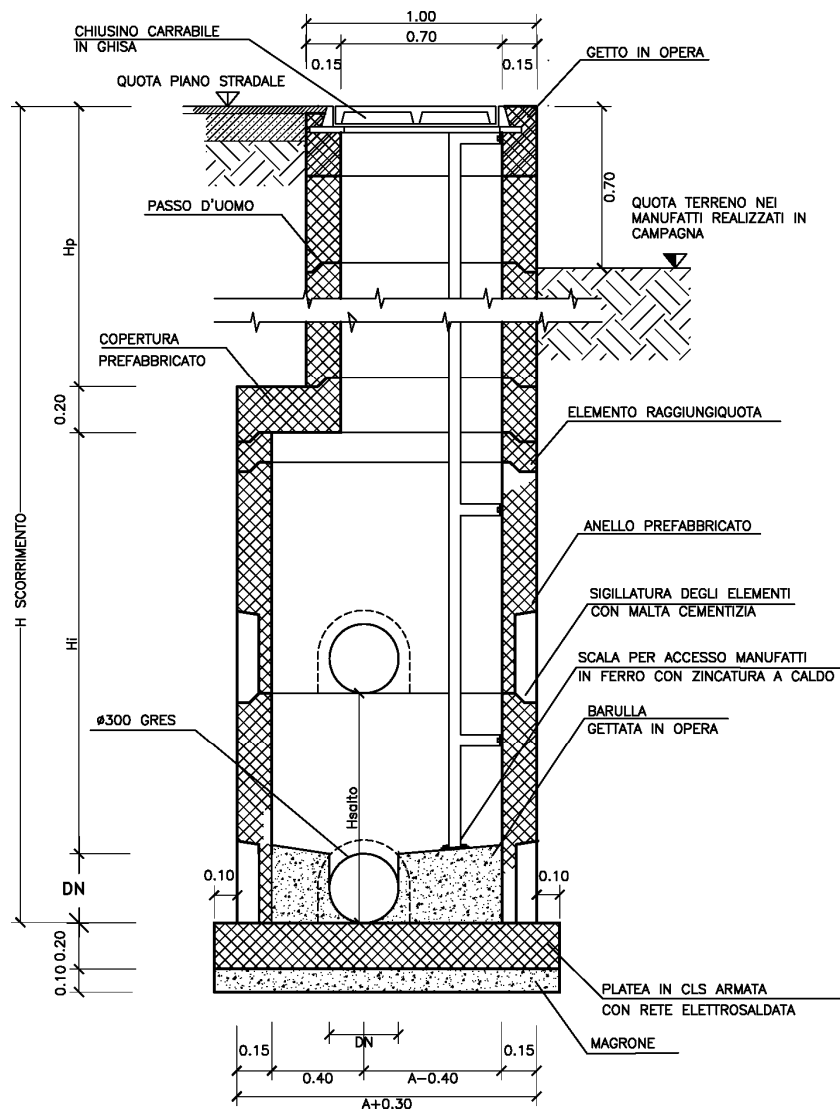
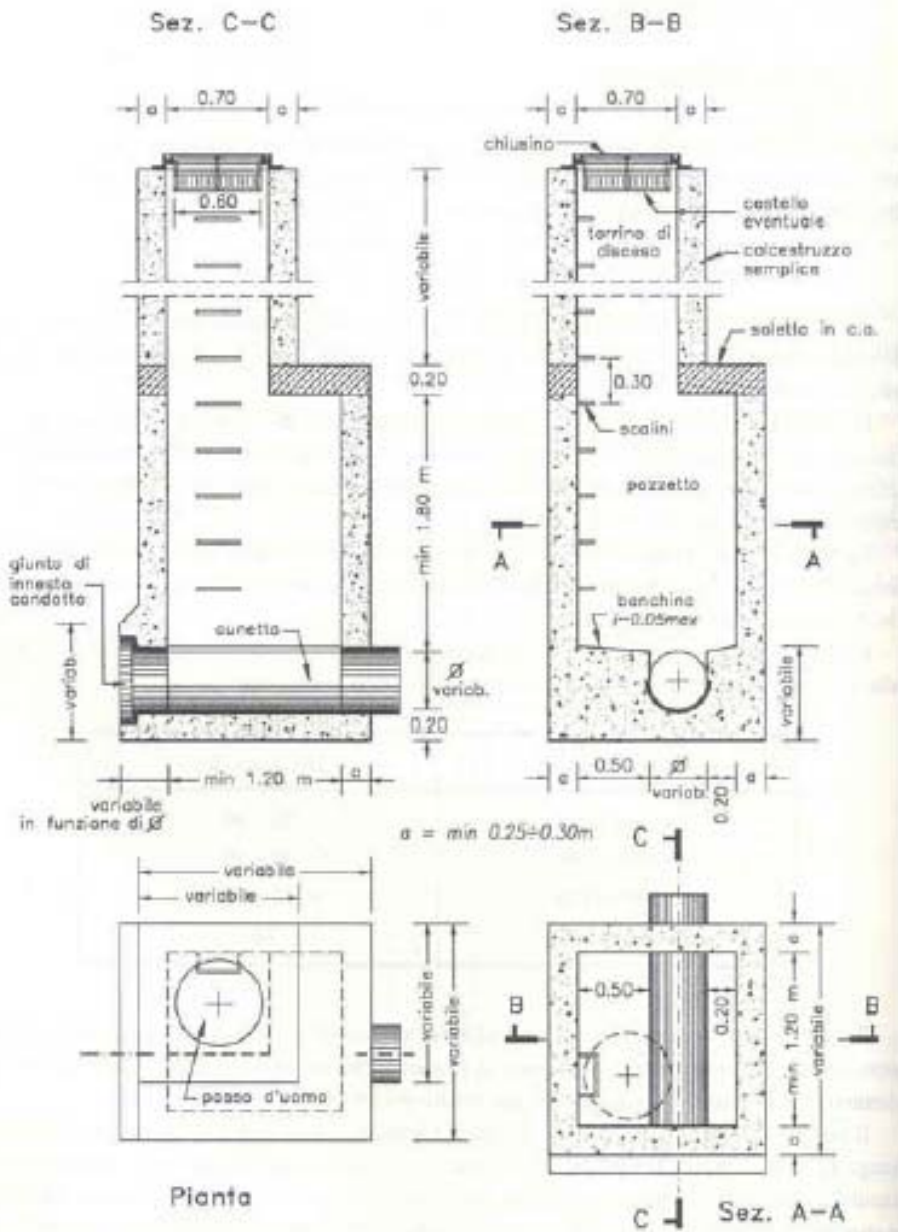
La dimensione dei pozzetti deve essere in ogni caso sufficientemente ampia da consentire l'agevole introduzione e il movimentamento degli strumenti di pulitura.

Pozzetti di ispezione

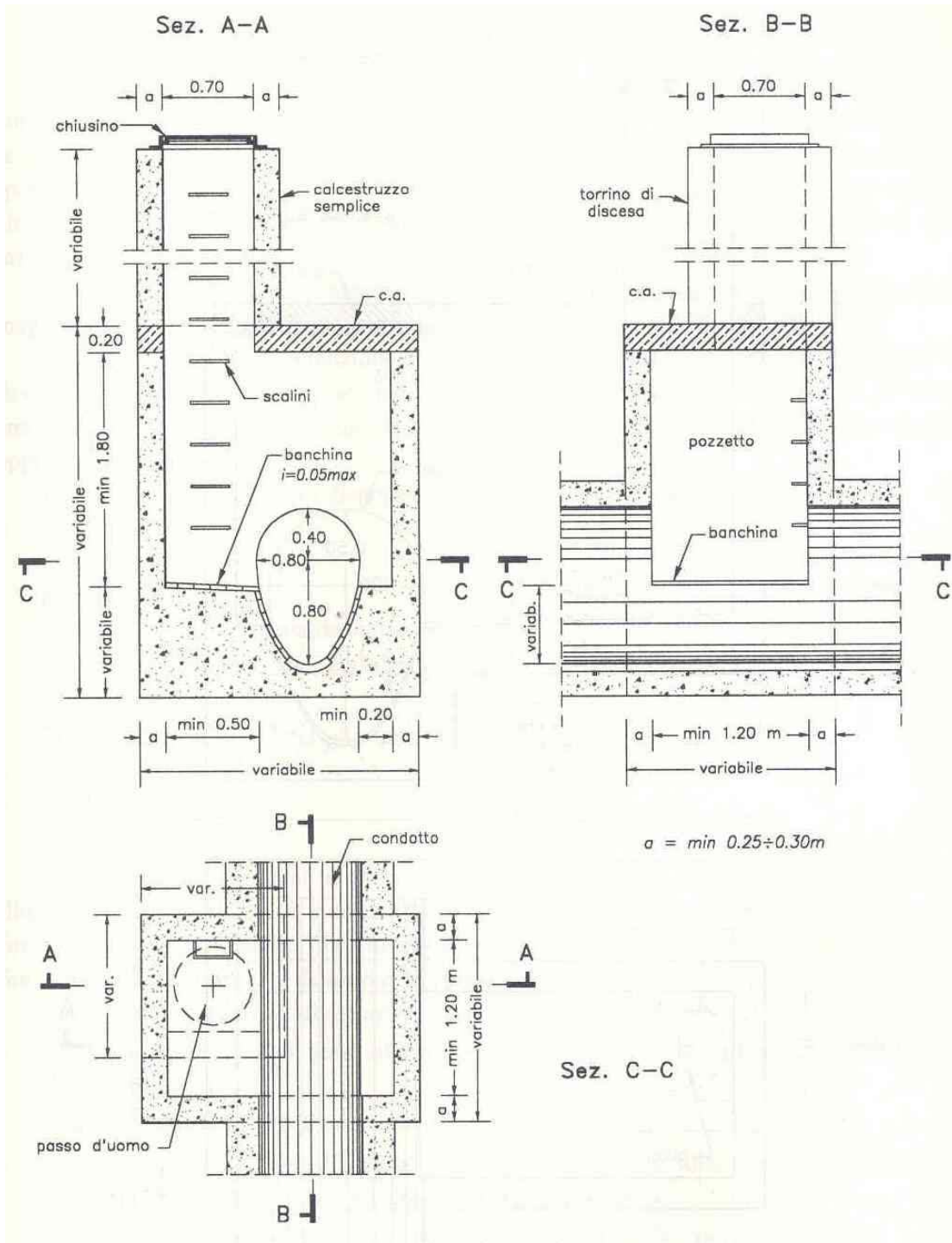
Pozzetto di ispezione a raso in fognolo nero PRIVATO.



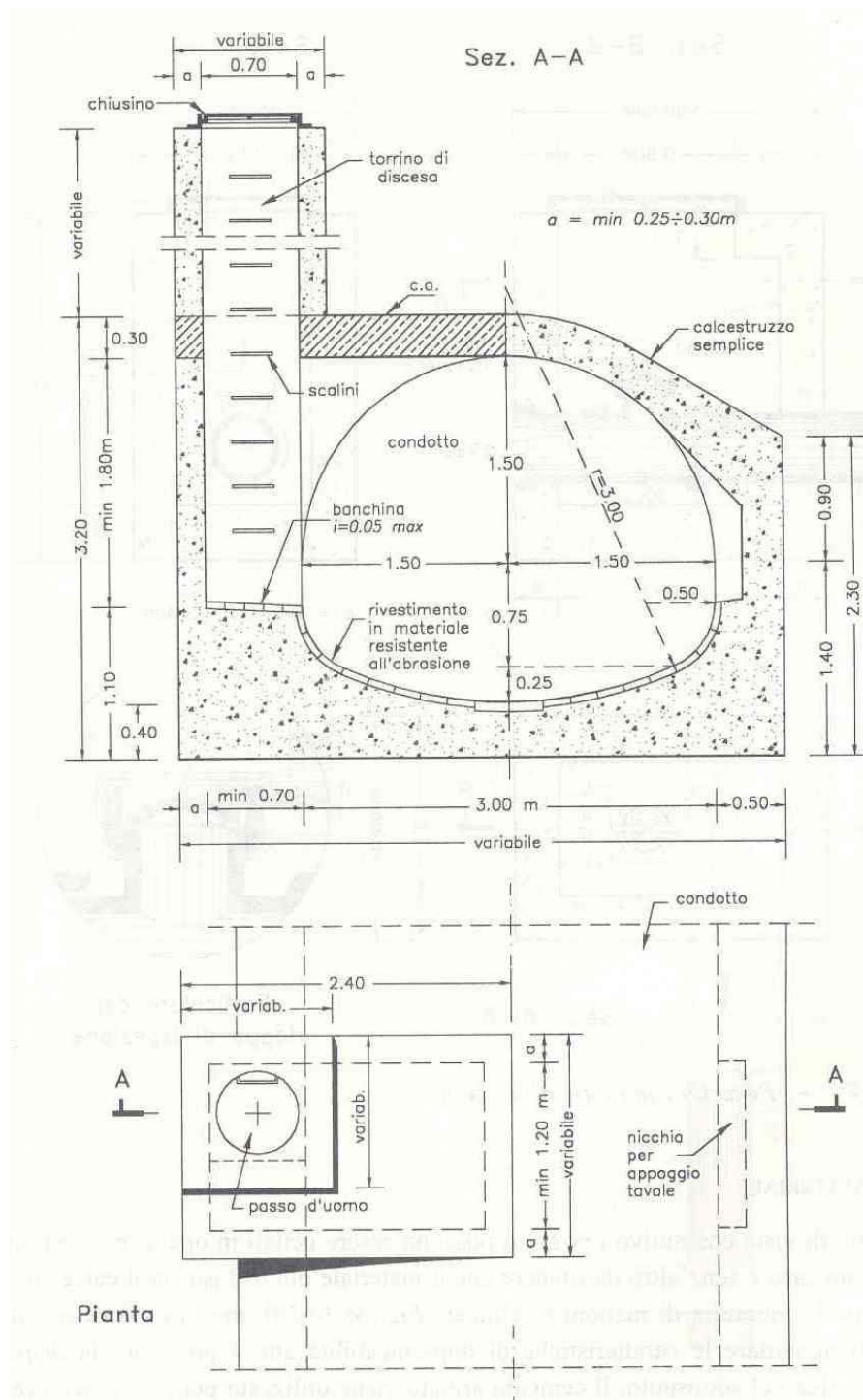
**POZZETTO DI ISPEZIONE PER COLLETTORE CIRCOLARE
GETTATO IN OPERA PREFABBRICATO**



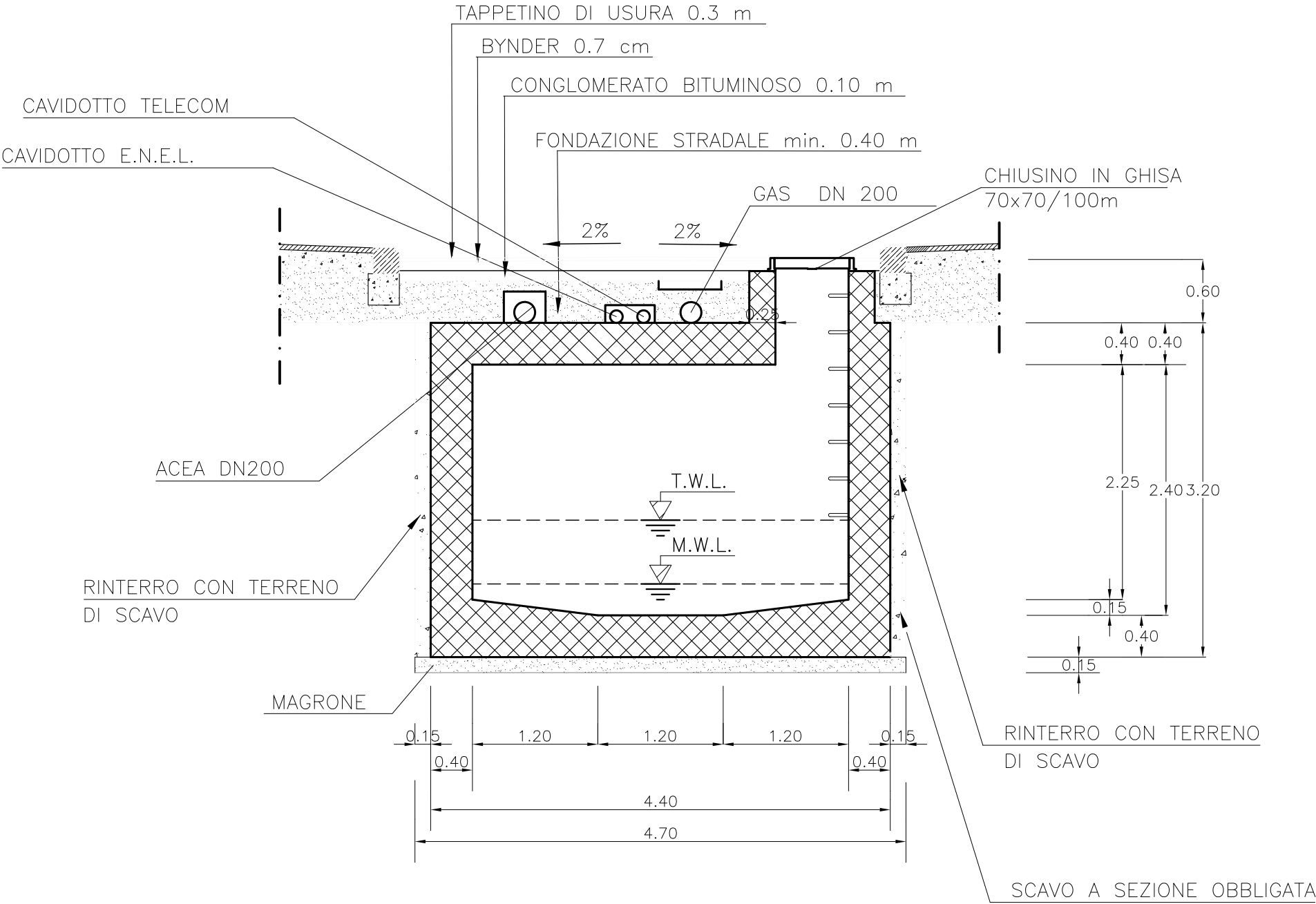
POZZETTO DI ISPEZIONE PER COLLETTORE OVOIDALE



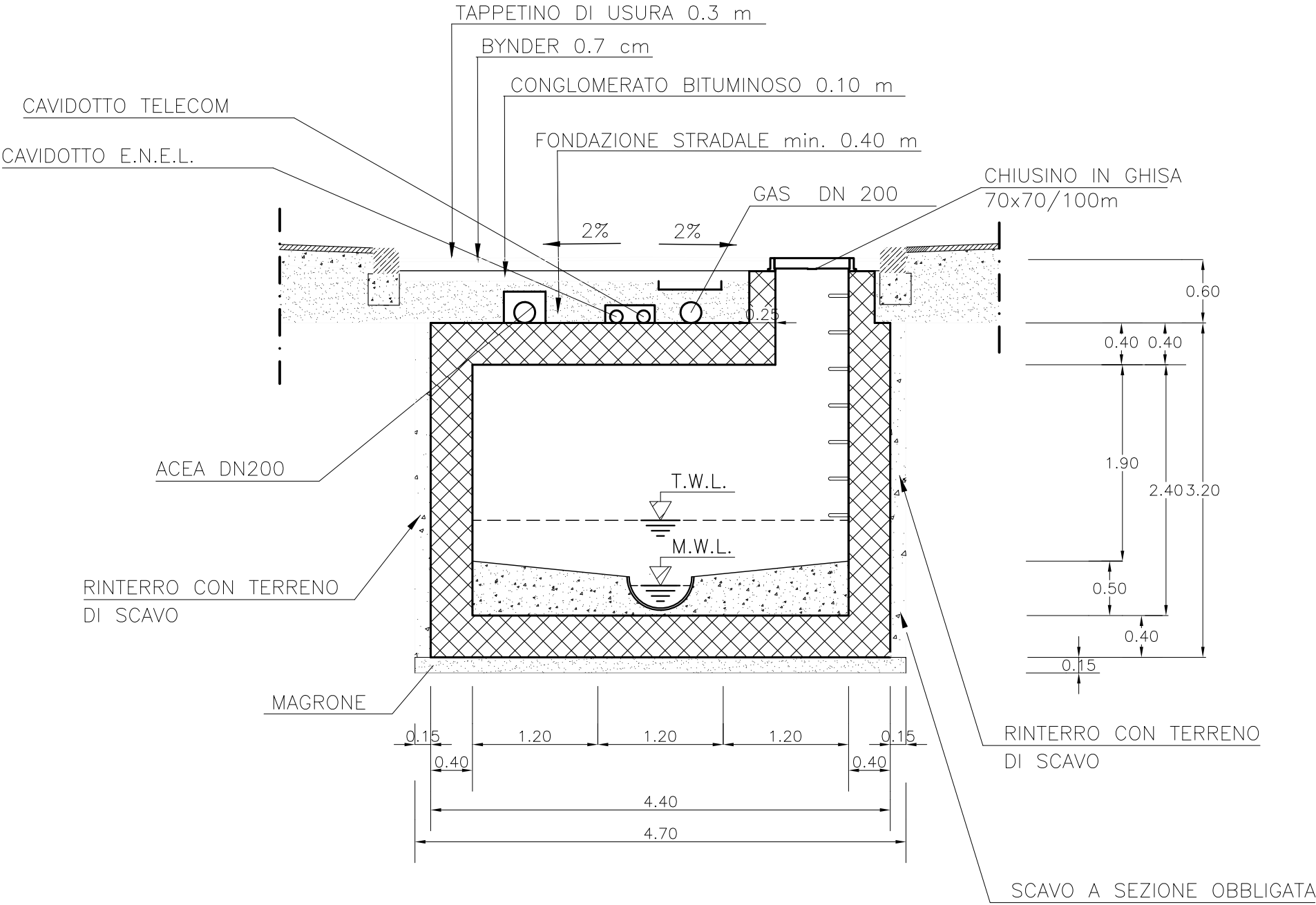
POZZETTO DI ISPEZIONE PER SPECO CON SEZIONE POLICENTRICA



POZZETTO DI ISPEZIONE PER COLLETTORE SCATOLARE CON SAGOMA DI FONDO TRAPEZIA



POZZETTO DI ISPEZIONE PER COLLETTORE SCATOLARE CON SAGOMA DI FONDO SEMICIRCOLARE



Pozzetti di confluenza e cambio speco

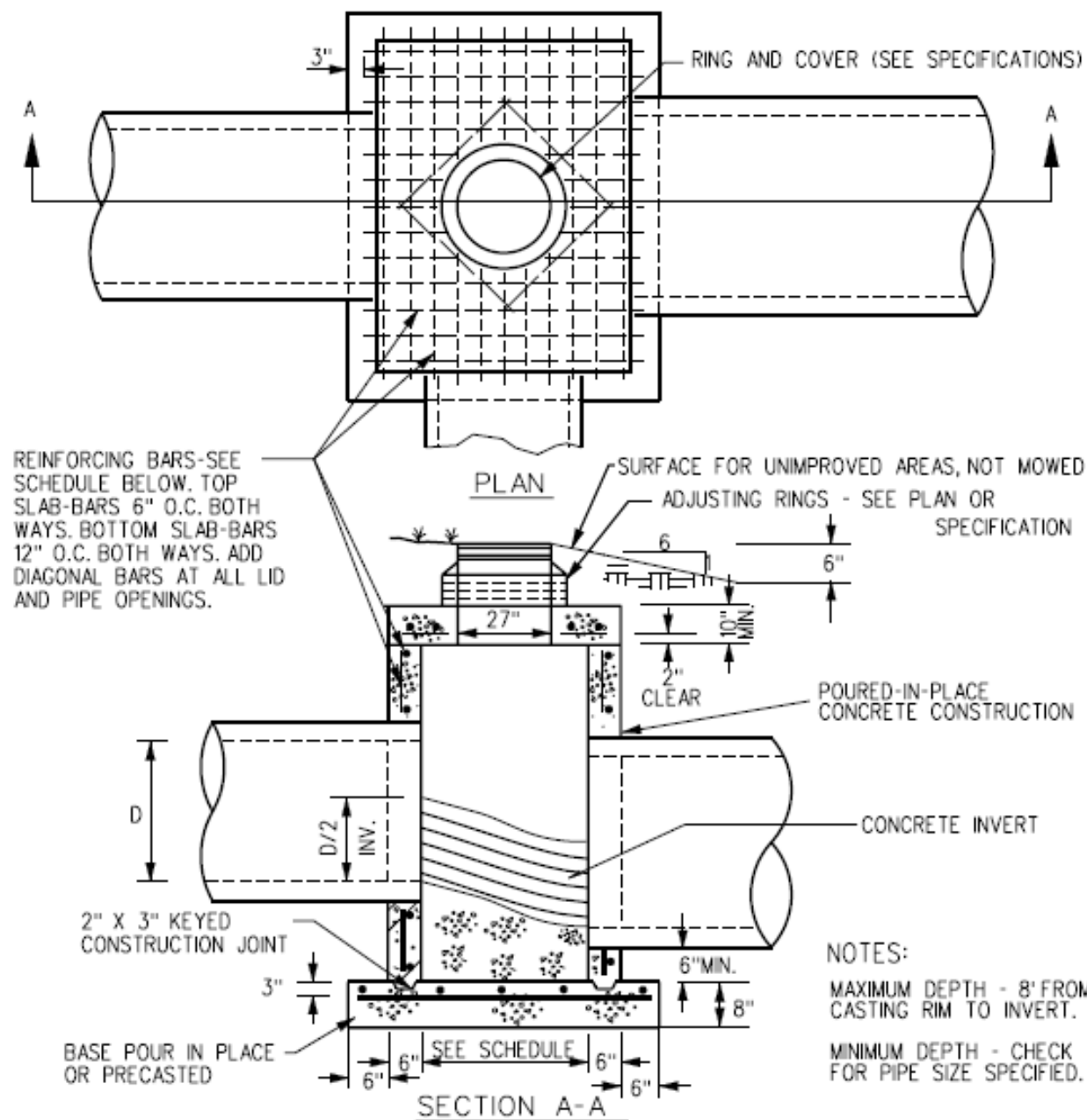
La confluenza tra più tratti di una canalizzazione fognaria deve essere sempre realizzata in modo tale da garantire che la corrente che si stabilisce nel tratto posto a valle della confluenza non determini fenomeni di rigurgito sui tratti posti a monte. A tal fine è obbligatorio che i tratti posti a valle abbiano sezione almeno pari a quella del più grande dei tratti confluenti da monte e che tra il fondo delle sezioni che confluiscono da monte e quello del tratto di valle sia realizzato un salto di fondo.

Laddove sia sufficiente, quest'ultima prescrizione viene ottemperata realizzando l'allineamento dei cieli delle sezioni che convergono nella confluenza.

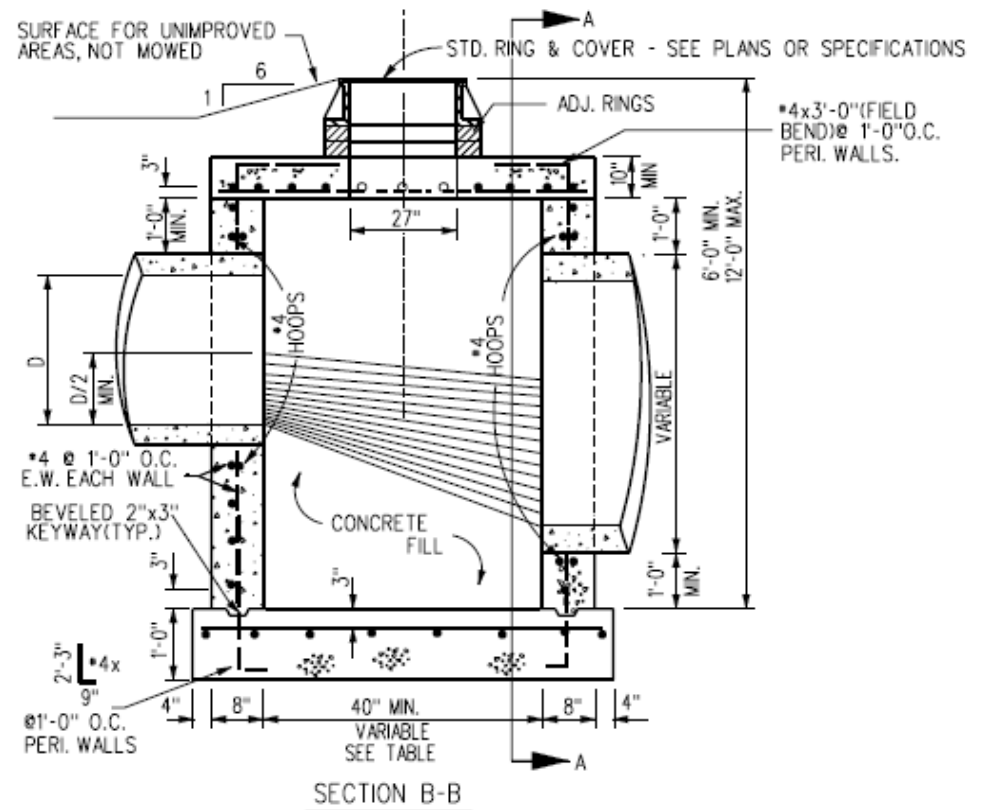
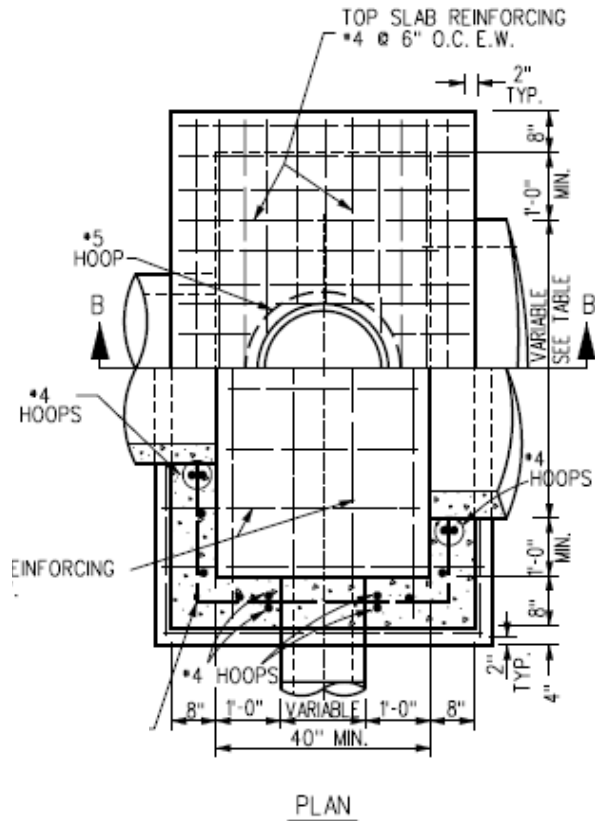
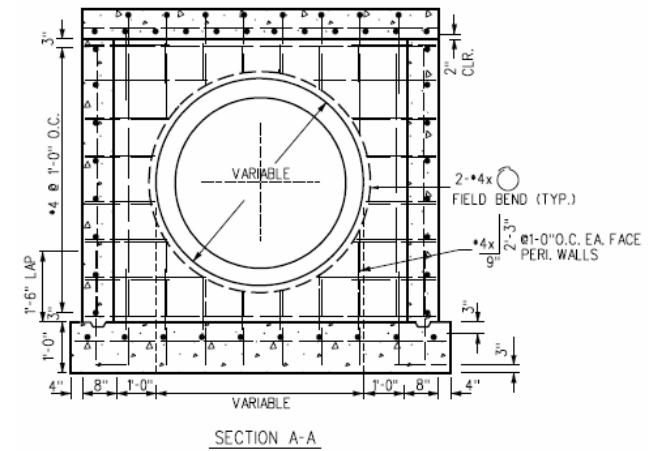
Si ricorda che, all'interno di una rete di drenaggio, sono da considerare tratti distinti quelli in cui le grandezze idrauliche del moto risultino diverse, o perché varia la portata, o perché variano le caratteristiche geometriche del canale (sezione, pendenza, scabrezza), o ancora perché il tracciato del canale subisce una brusca deviazione angolare.

Come già ricordato, è obbligatorio che le confluenze tra tratti diversi della rete di drenaggio siano ispezionabili attraverso appositi pozzetti.

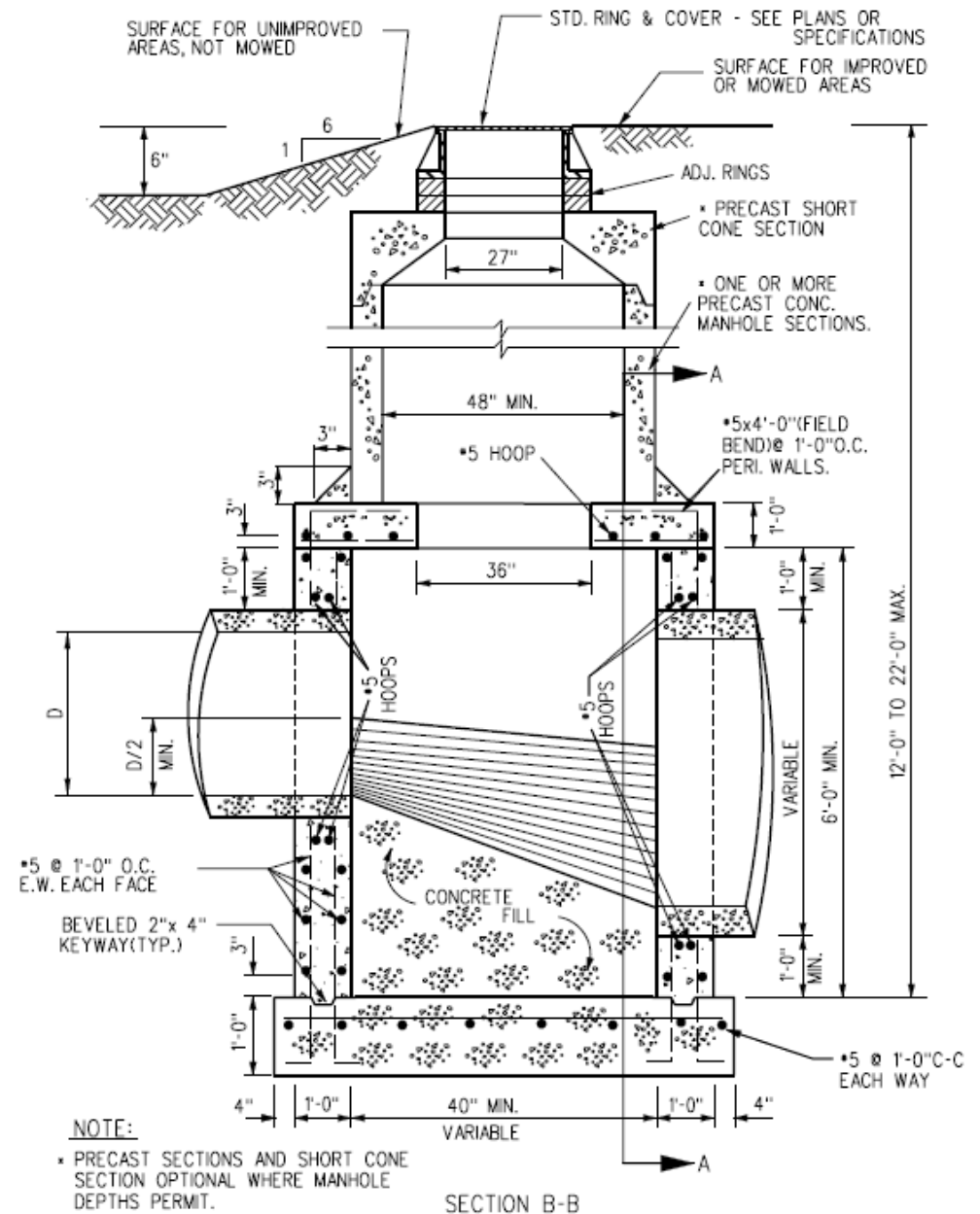
Pozzetto di cambio
speco.



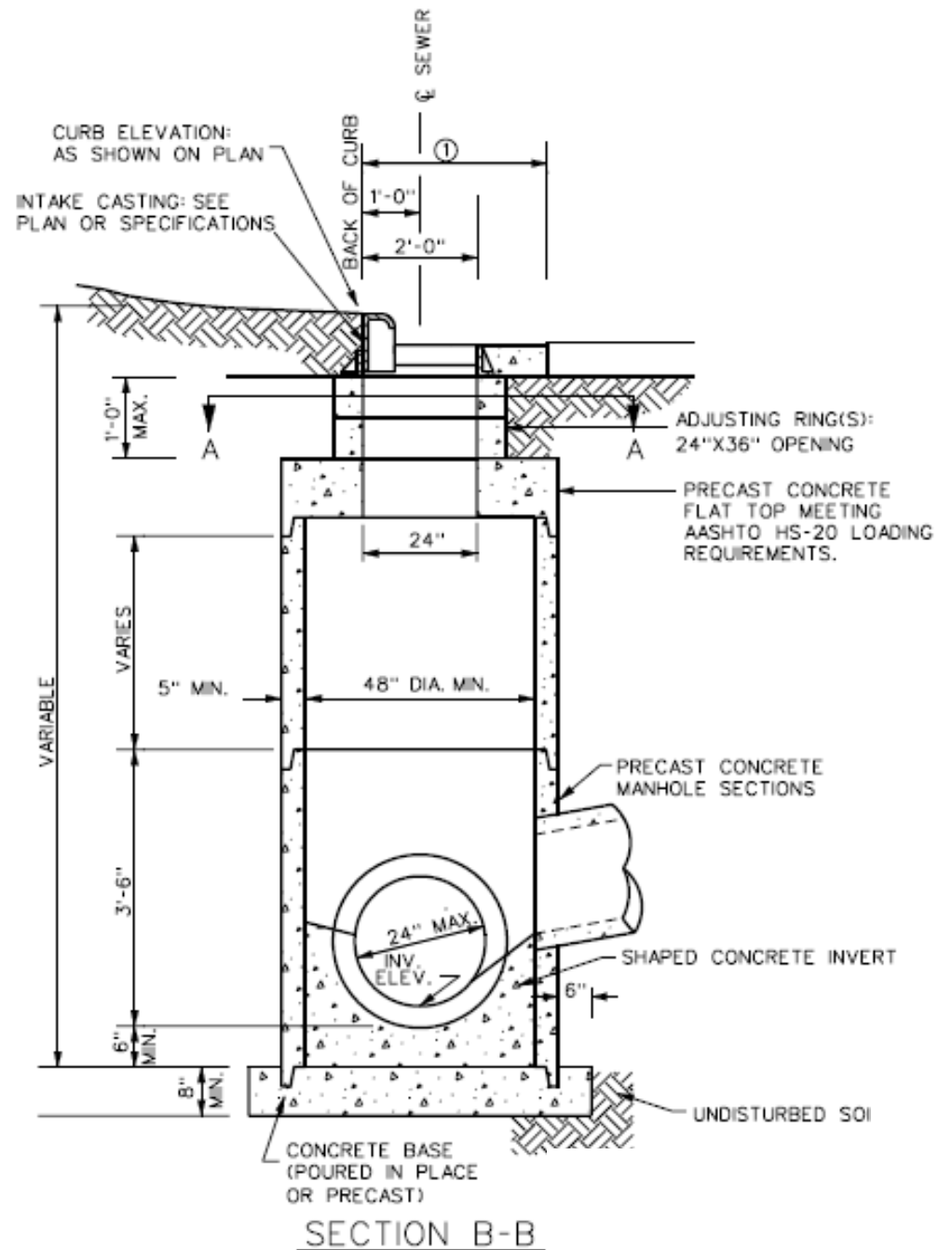
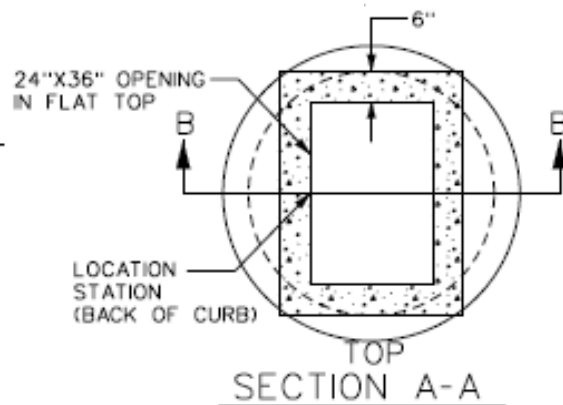
Pozzetto di cambio
speco.



Pozzetto di cambio
speco.



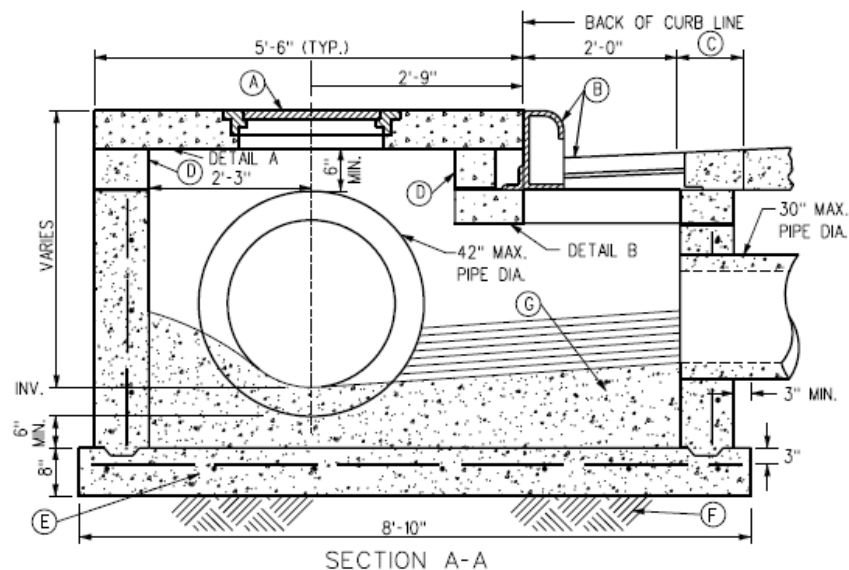
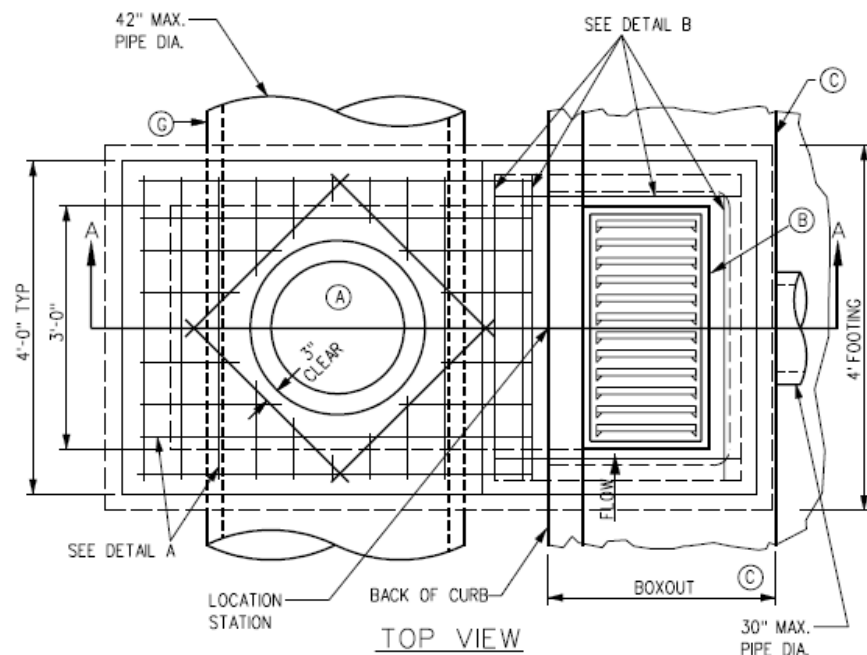
Pozzetto di confluenza.



Pozzetto di confluenza a raso.

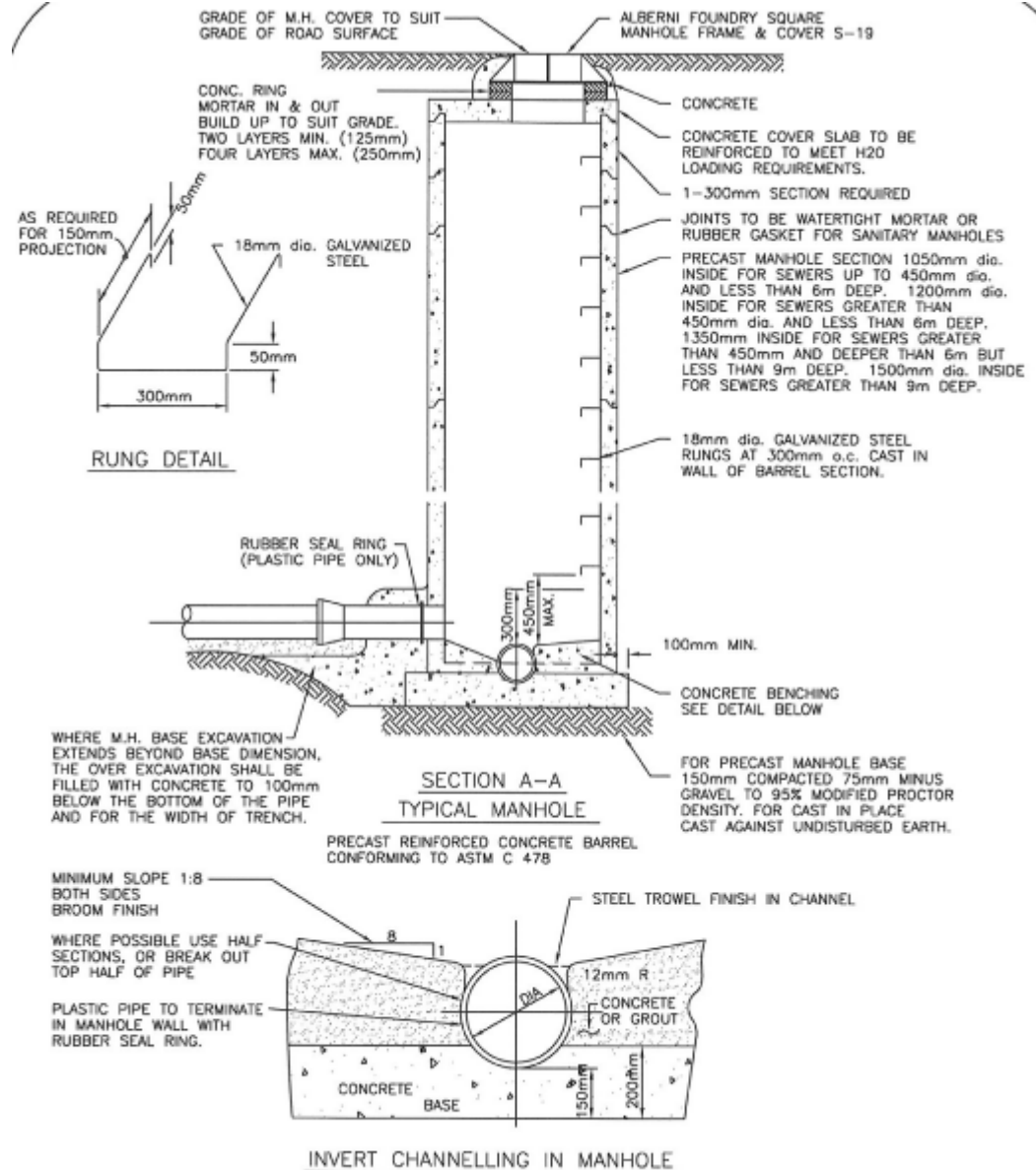
NOTE REFERENCE

- | | |
|--|---|
| (A) STANDARD RING & COVER
TYPE "G" CASTING | (E) CONCRETE BASE-POURED IN
PLACE OR PRECAST |
| (B) INTAKE CASTING - SEE PLANS | (F) UNDISTURBED SOIL |
| (C) SEE FIGURE 6030.16 FOR
BOXOUT DETAIL | (G) CONCRETE SHAPED INVERT |
| (D) ADJUSTING RING
6" THICK X 6" WIDE
5'-6" X 4'-0" EXTERIOR
DIMENSIONS | |

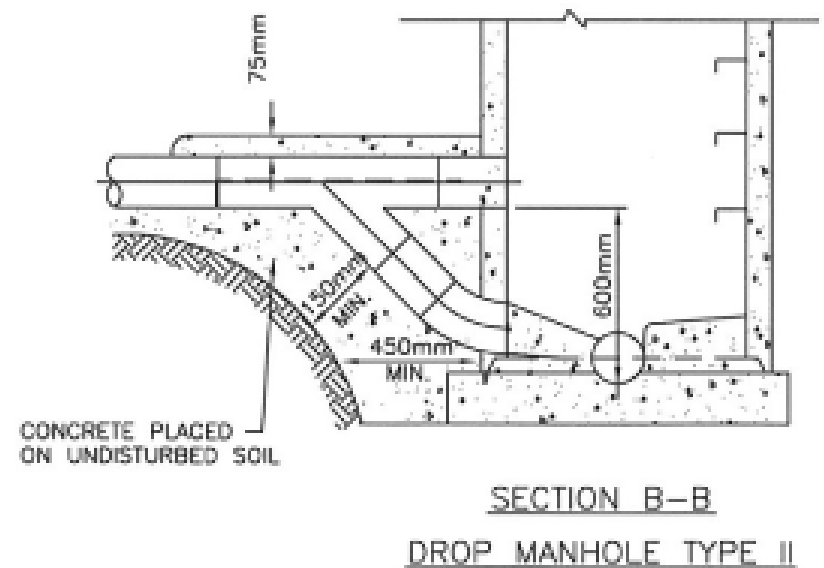
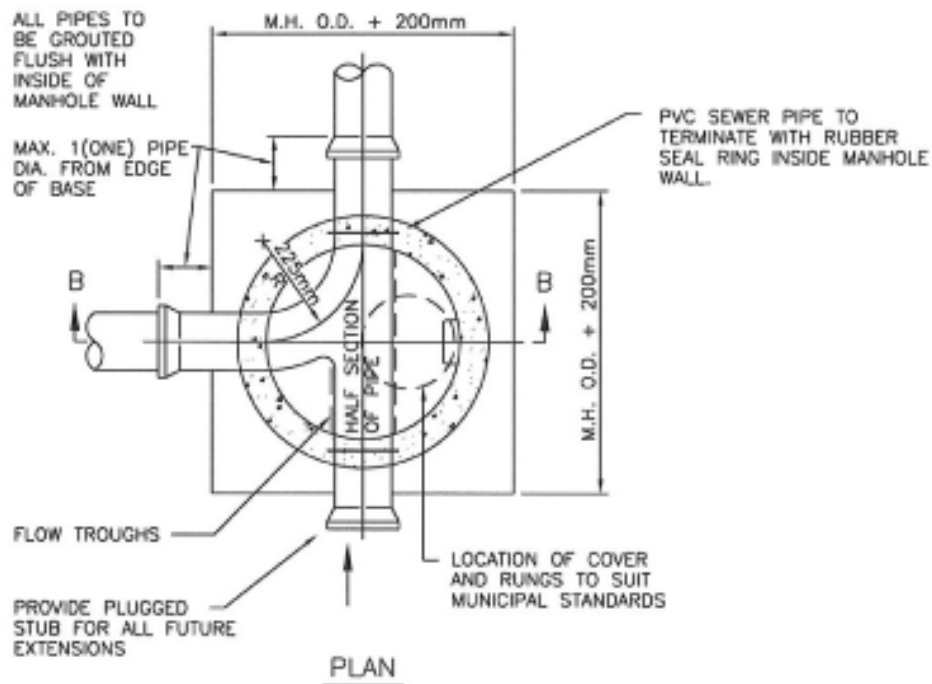


Pozzetto di confluenza
fognatura nera.

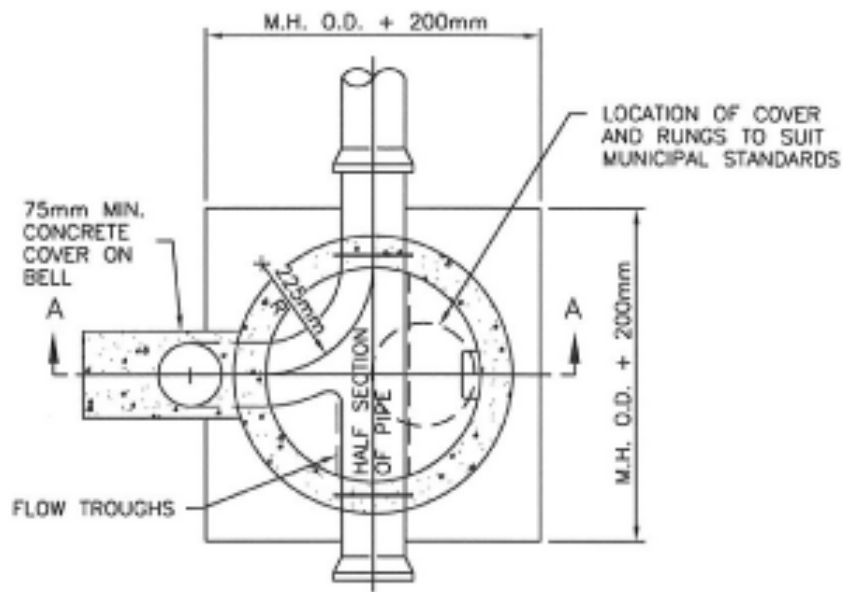
in



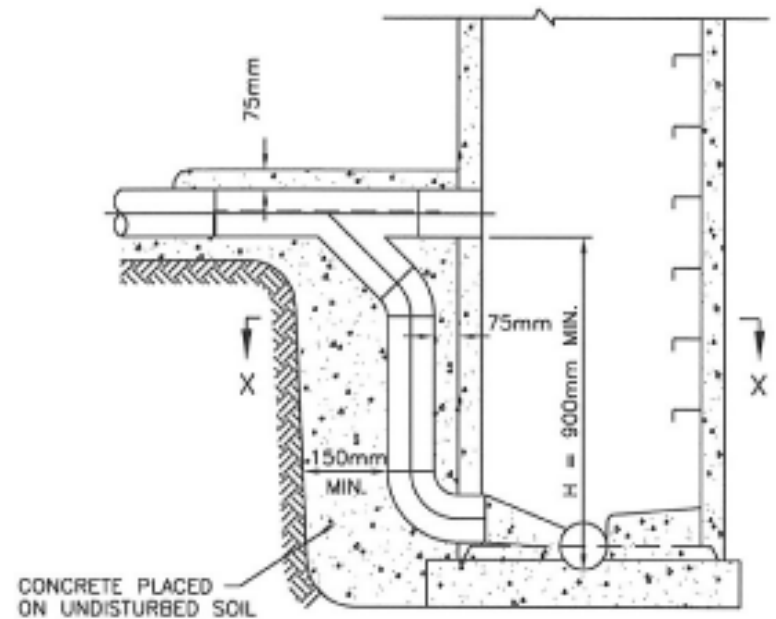
Pozzetto di confluenza con salto in fognatura nera.



Pozzetto di confluenza con salto
in fognatura nera.



PLAN AT X-X SHOWING DROP



SECTION A-A
DROP MANHOLE TYPE I

Pozzetti di salto

Accade frequentemente che la pendenza media del terreno al di sotto del quale corre un collettore di una rete di drenaggi o risulti troppo elevata per potere essere compatibile con i limiti di velocità massima della corrente. Ciò è indice del fatto che il dislivello esistente tra l'origine e la fine del tratto di collettore in questione comporta un eccesso di energia potenziale disponibile al moto della corrente.

A questo problema si ovvia di solito dissipando tale quantità di energia in eccesso realizzando dei salti di fondo lungo il tracciato del canale e, conseguentemente, riducendo la pendenza conferita al fondo della canalizzazione. Per effetto del salto, infatti, la corrente subisce un violento fenomeno di agitazione che comporta la dissipazione dell'energia.

I salti di fondo devono essere realizzati all'interno di appositi *pozzetti di salto* ispezionabili, le cui pareti devono essere rivestite di materiale con buone caratteristiche di resilienza, al fine di garantire buona durevolezza al manufatto.

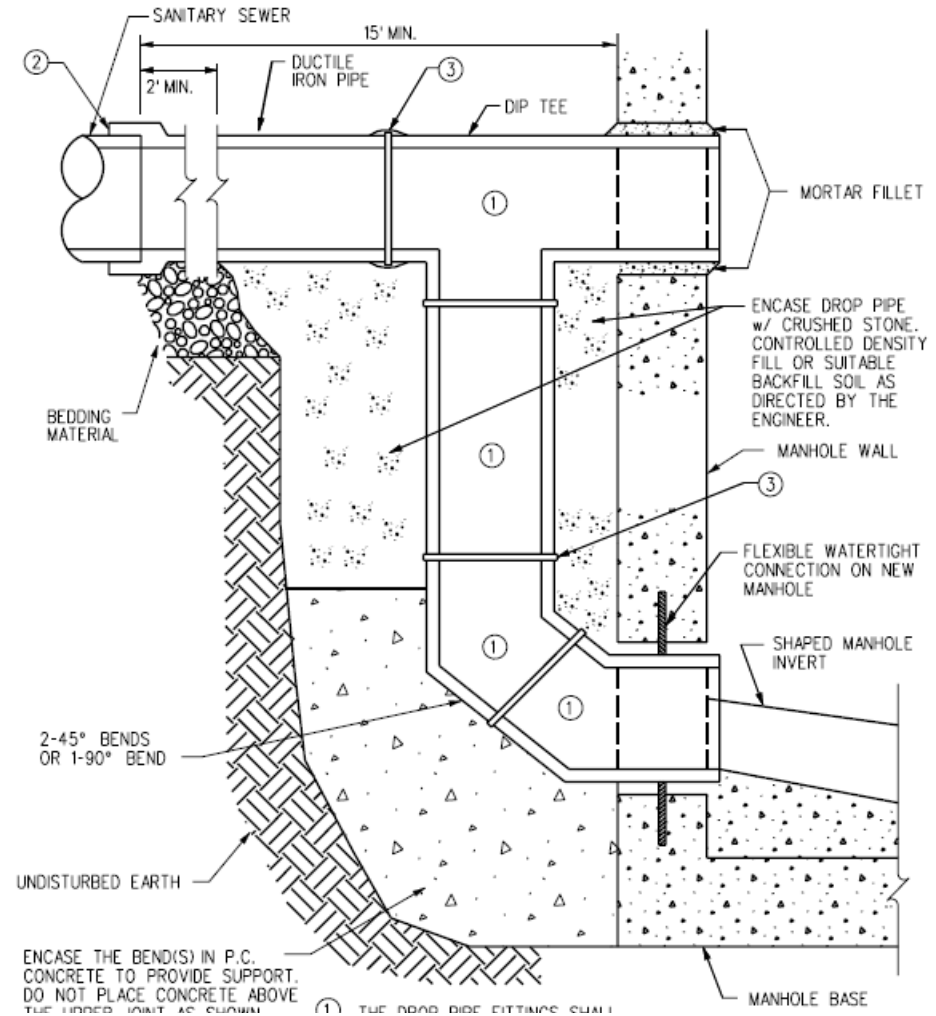
Il fenomeno idrodinamico che si realizza a seguito del salto di fondo, e al quale è affidata la dissipazione di una quantità di energia specifica pari al dislivello superato dal salto, è assai complesso e, pertanto, il proporzionamento geometrico dei salti di fondo viene fatto in base all'esperienza e a considerazioni empiriche.

Se infatti è sempre agevole stabilire quale sia la quantità totale di energia meccanica specifica da dissipare lungo un tratto di collettore (è pari alla differenza tra il dislivello che si supererebbe realizzando il collettore con pendenza del fondo pari a quella media del terreno sovrastante e quello superato conferendo al fondo del collettore la massima pendenza compatibile con i limiti di velocità in fognatura), è però sempre possibile realizzare il dislivello totale mediante un numero variabile di salti di fondo (pochi salti di grande altezza o molti salti di piccola altezza).

In generale, non è possibile stabilire quale sia la scelta più efficace dal punto di vista energetico. Dal punto di vista economico, è evidente che la realizzazione di pochi salti comporterà la necessità di disporre tratti di fognatura a profondità maggiore. Di contro, però, si realizzerà in totale un numero minore di pozzetti.

Dal punto di vista energetico è importante considerare che il fenomeno di agitazione conseguente al salto si estende per un tratto di lunghezza non trascurabile a valle della zona di impatto della vena stramazzante che cade dall'alto sulla corrente sottostante. Inoltre, ai fini della dissipazione di energia, è sicuramente più efficace un salto che dia luogo ad una vena stramazzante sensibilmente verticale. Infine, è opportuno rilevare che un salto di fondo di grande altezza può comportare, se la dissipazione dell'energia cinetica accumulata lungo il salto non è completa, l'insorgere di un tratto di corrente veloce a valle dell'impatto.

Come raccomandazione pratica, è buona norma realizzare i salti di fondo con dislivello pari ad almeno $1.5 \div 2$ volte l'altezza del moto uniforme e non superare, se possibile, il limite dei $5 \div 6$ metri di salto.



Vincoli sulle velocità minime in fognatura

La velocità della corrente nelle canalizzazioni fognarie deve essere tale da evitare la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili.

La Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici indica per le portate nere medie un limite minimo di velocità pari a 0.5 m/s. Tale indicazione può essere derogata dal progettista in considerazione di condizioni particolari e delle caratteristiche dei materiali utilizzati per le canalizzazioni.

In particolare le velocità connesse al transito delle portate nere di punta possono assicurare la rimozione del materiale sedimentato se superiori a:

- 0.5-0.6 m/s nelle fognature nere
- 0.6-0.7 m/s nelle fognature miste

È importante rilevare che, anche se il proporzionamento delle canalizzazioni viene opportunamente effettuato con riferimento alle previsioni di sviluppo della popolazione servita nell'ambito della durata tecnica dell'opera, la rimozione del materiale sedimentato deve essere assicurata fin dall'inizio dell'esercizio della fognatura. Le suddette verifiche vanno pertanto condotte con riferimento alla popolazione servita all'atto dell'entrata in servizio dell'opera.

Pozzetti di Lavaggio

Sono frequenti le situazioni nelle quali, o per la scarsa pendenza motrice disponibile o per la scelta di tubazioni di dimensioni esuberanti rispetto alle portate da convogliare (di solito nei tratti iniziali), non sia possibile assicurare il rispetto dei valori delle velocità necessari a garantire l'autolavaggio della canalizzazione fognaria.

In questi casi si può ricorrere all'installazione di pozzetti di lavaggio (o di *'cacciata'*), che ad intervalli regolari liberino in fognatura una portata che scorra con velocità sufficiente ad eliminare le sostanze sedimentate.

Esistono in commercio vari dispositivi che entrano in funzione automaticamente quando in essi sia accumulato il volume d'acqua sufficiente ad assicurare il lavaggio del tratto di fognatura desiderato.

Tali dispositivi si basano quasi tutti sul brusco adescamento di un sifone, inizialmente isolato dalla presenza di una bolla d'aria in pressione, la quale viene rimossa quando l'acqua che si accumula all'interno del pozzetto raggiunge un opportuno livello.

Dimensionamento dei Pozzetti di Lavaggio

Il volume d'acqua W_c da prevedere all'interno del pozzetto di lavaggio dipende dalla forma e dalle dimensioni dello specchio, nonché dalla pendenza e dalla lunghezza del tratto di fognatura che esso è chiamato a ripulire.

Una formula sufficientemente approssimata per il calcolo del volume W_c è la seguente:

$$W_c = Q_0 \frac{L \sqrt{gh_{0,m}}}{V_0 (V_0 + \sqrt{gh_{0,m}})}$$

Q_0 è la portata cui corrisponde, in moto uniforme, la velocità V_0 di autopulitura che si desidera assicurare; L la lunghezza del tratto di fognatura considerato; $h_{0,m}$ l'altezza media della corrente in moto uniforme.

Tale formula è stata ricavata nell'ipotesi che il fenomeno conseguente al repentino svuotamento sia assimilabile alla traslazione di due onde a fronte ripido, una di innalzamento, l'altra di abbassamento del livello idrico, sfalsate del tempo necessario allo svuotamento del sifone.

Pozzetto di Lavaggio di tipo Milano con cassetta a bilico

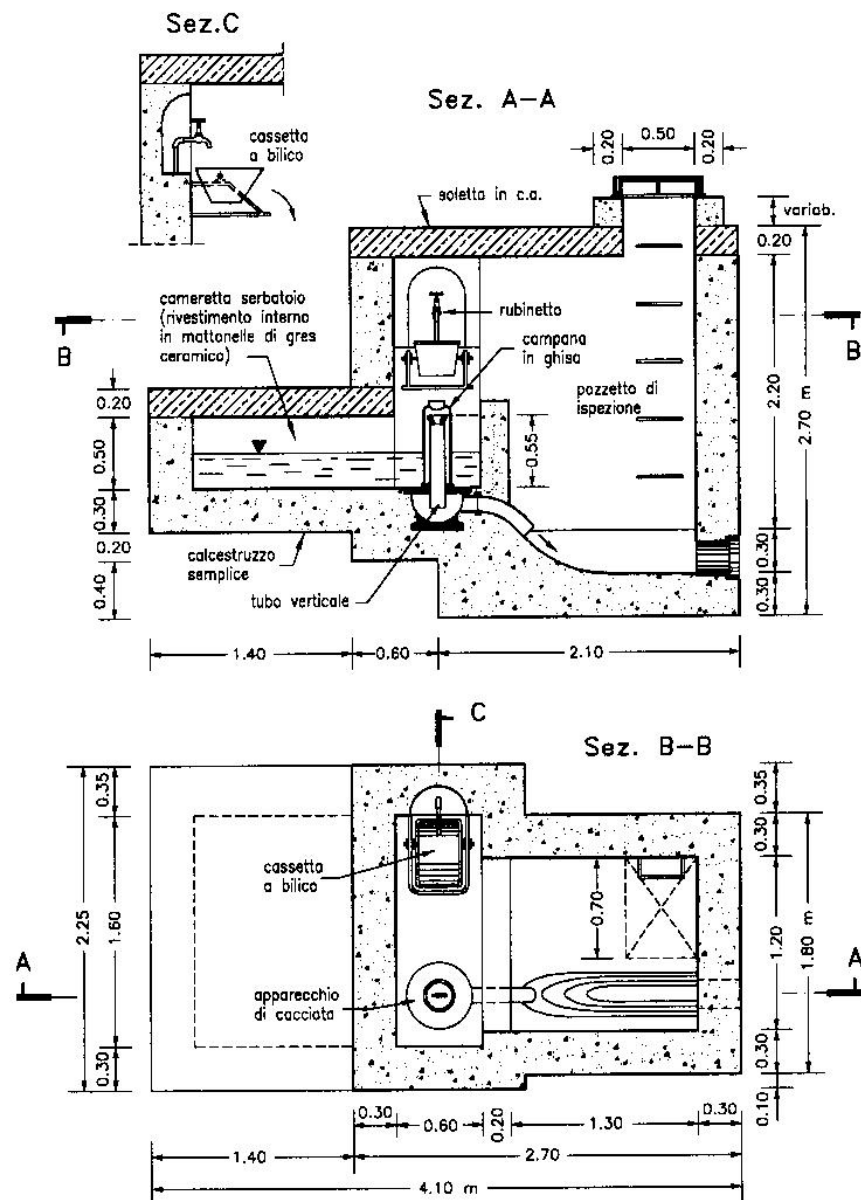


Figura 14.33 - Pozzetto di cacciata (tipo Milano, con cassetta a bilico).

Pozzetto di Lavaggio di tipo Milano con sfioratore

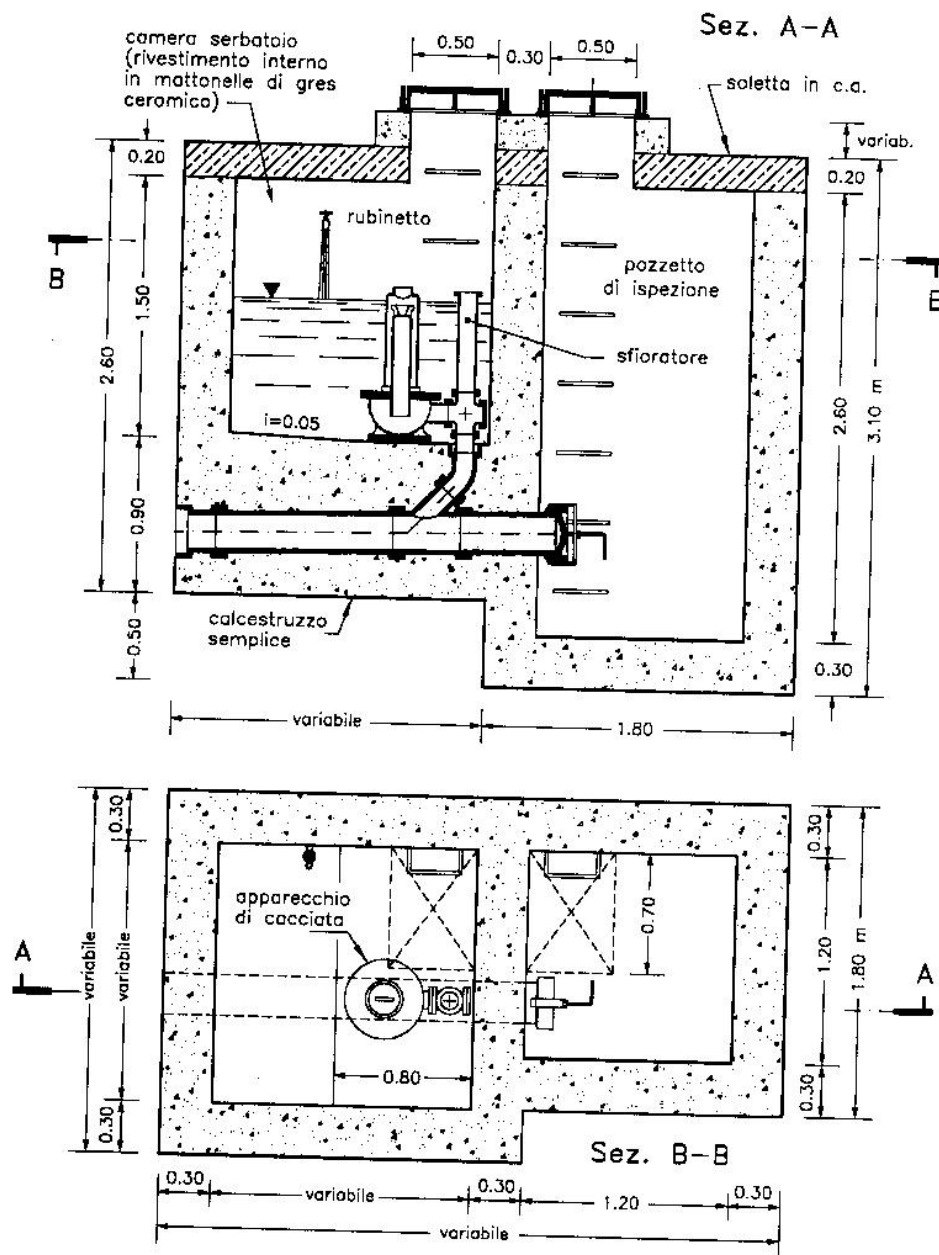


Figura 14.34 - Pozzetto di cacciata (tipo Milano, con sfioratore).

Pozzetto di Lavaggio di tipo Contarino

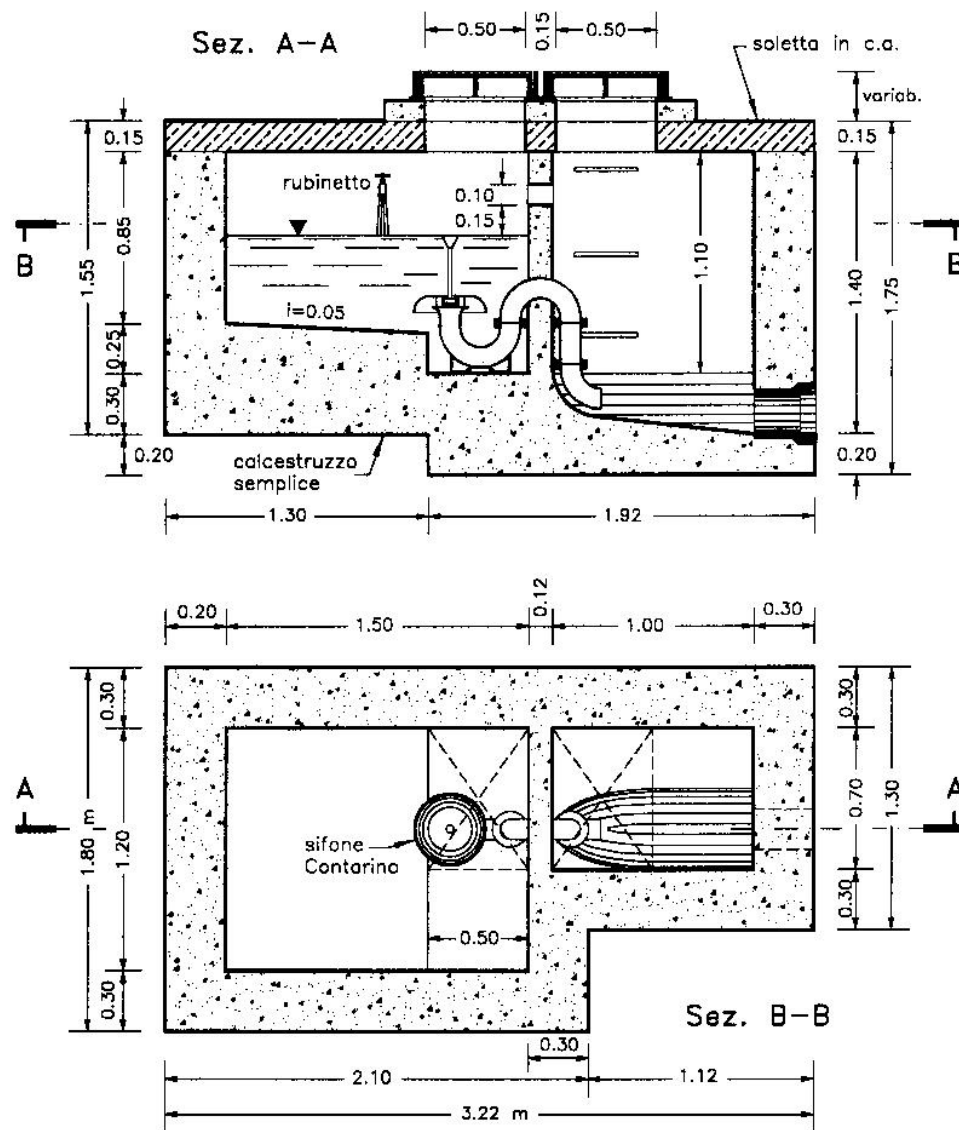


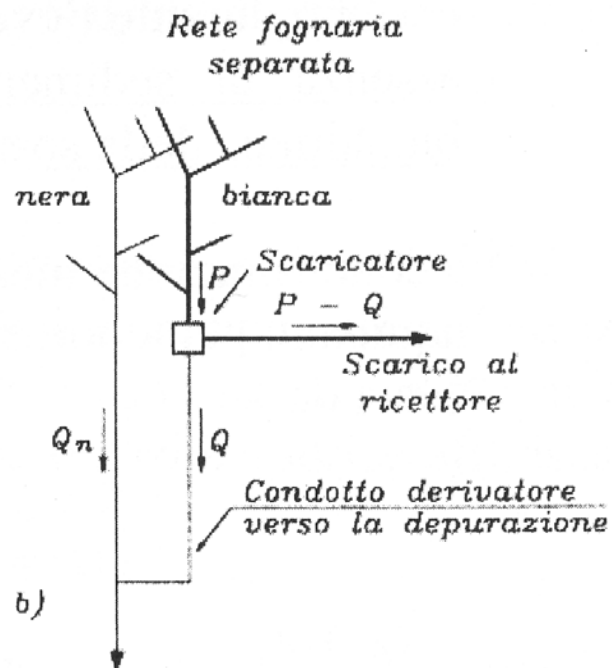
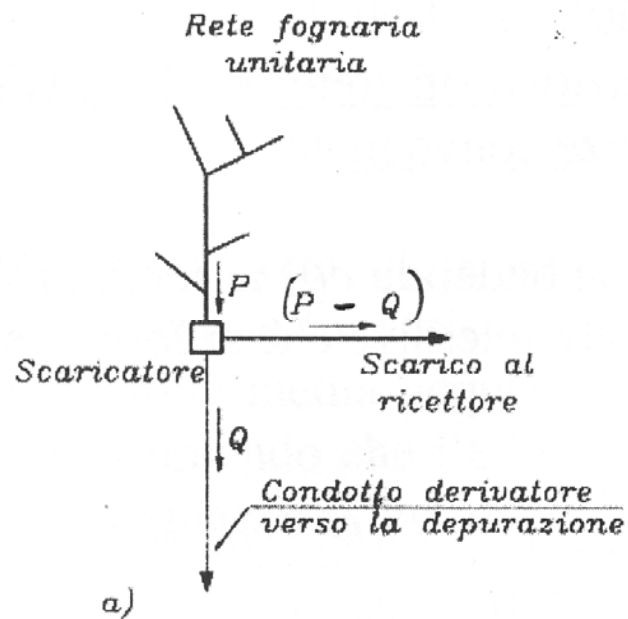
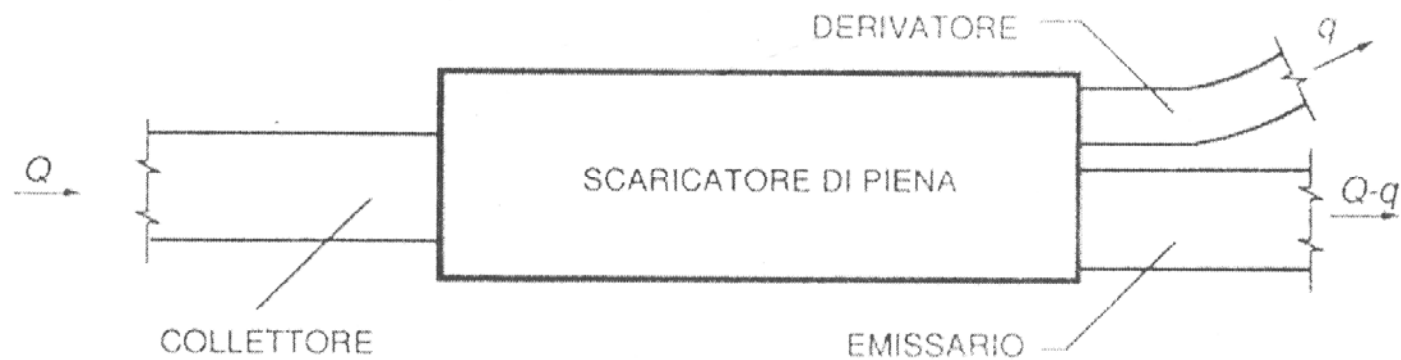
Figura 14.35 - Pozzetto di cacciata (tipo Contarino).

Scaricatori di piena

Lungo l'emissario delle fognature bianche e delle fognature miste è necessario disporre uno **scolmato**re o **scaricatore di piena**.

Tale manufatto ha il compito di sottrarre una parte della portata dall'emissario e scaricarla in un corpo idrico recettore. A volte lo scaricatore viene inserito lungo un collettore di una rete con lo scopo di consentire di ridurre le dimensioni dei collettori posti a valle (**scaricatori di alleggerimento**). Più spesso, gli scolmatori di piena hanno lo scopo di evitare che portate eccessivamente variabili giungano all'impianto di trattamento posto al termine dell'emissario. Quest'ultimo, infatti, dimensionato per il trattamento di portate dell'ordine della portata media nera, non è in grado di smaltire le portate che si realizzano nell'emissario della rete in occasione di eventi meteorici intensi.

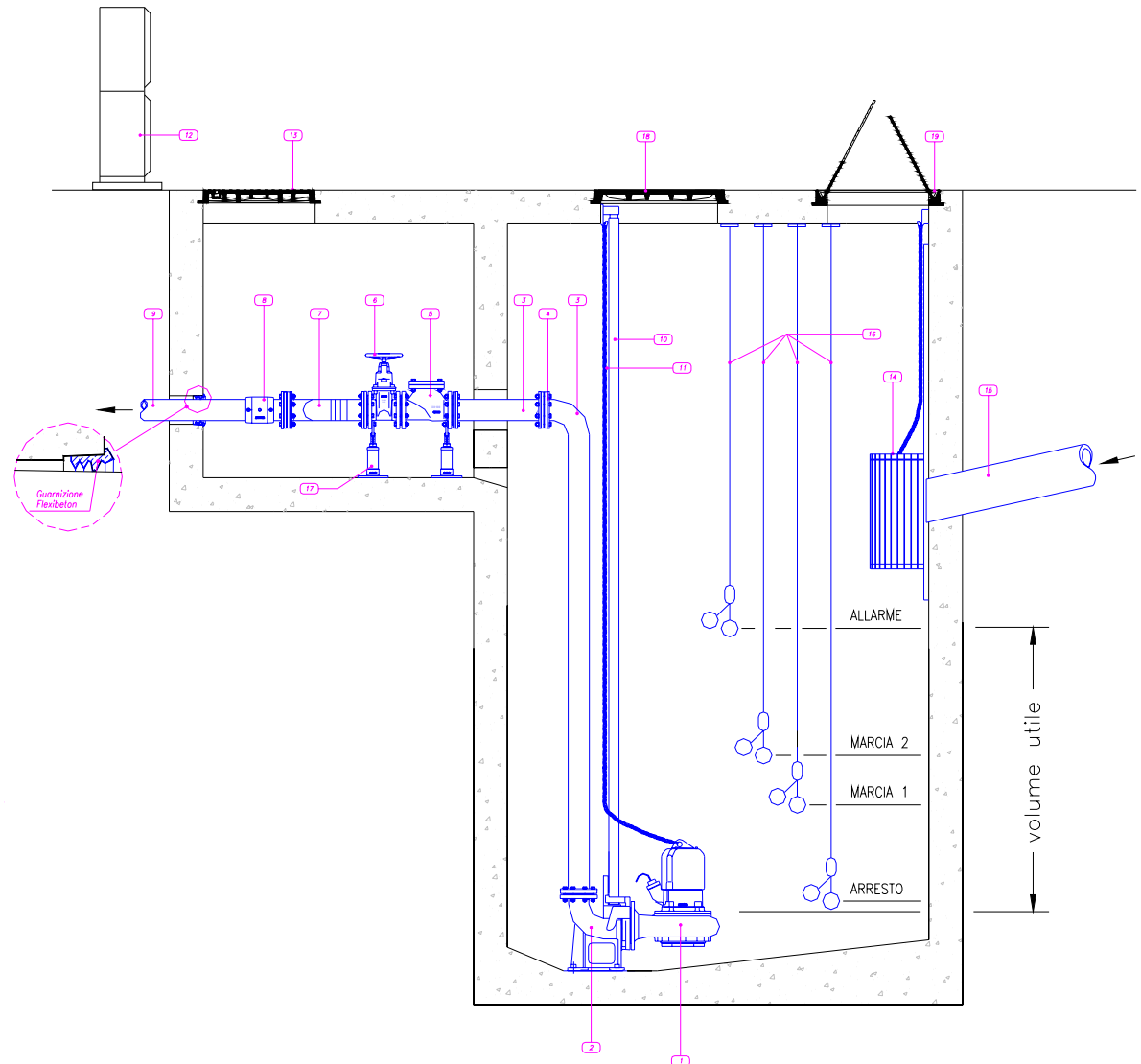
Tali portate, peraltro, si presentano così **diluite** da non giustificare il sovradimensionamento dell'impianto di trattamento. Le concentrazioni di inquinanti possono divenire così basse da permettere lo scarico di tali portate direttamente nell'ambiente.



Impianto di sollevamento in fognatura

LEGENDA

- 1 Elettropompa per liquami
- 2 Piede di accoppiamento rapido in Ghisa
- 3 Colonna di mandata in Polietilene
- 4 Cartella Pe con controflangia in acc. Inox
- 5 Valvola di ritegno a sfera mobile
- 6 Saracinesca a cuneo gommato
- 7 Collettore di mandata in Polietilene
- 8 Manicotto per elettrofusione
- 9 Tubazione di mandata in Polietilene
- 10 Tubo guida in Acciaio Inox
- 11 Catena di estrazione in Acciaio Inox
- 12 Armadio in Vetroresina per quadro elettrico
- 13 Chiusino in Ghisa, classe D400, luce \varnothing 600 mm
- 14 Griglia in Acciaio zincato con paratoia
- 15 Condotta in arrivo
- 16 Interruttori di livello
- 17 Supporto per Valvole e Tubi
- 18 Chiusino in Ghisa, classe D400, luce 490x690 mm
- 19 Chiusino in Ghisa, classe D400, luce 600x600 mm



Impianto di sollevamento in fognatura

