



## SISTEMA DI DRENAGGIO PER LIQUIDI INFIAMMABILI E TOSSICI SVERSATI IN GALLERIA

D.LGS 5/10/2006 N°264  
DIRETTIVA 2004/54/CE IN MATERIA DI SICUREZZA PER LE GALLERIE DELLA RETE STRADALE TRANS-EUROPEA

**Zeta**plast<sub>S.p.A.</sub>



IMPIANTI  
ELETTRICI E  
TECNOLOGIE  
PER LA  
VIABILITÀ  
AZIENDA  
CERTIFICATA  
ISO 9001

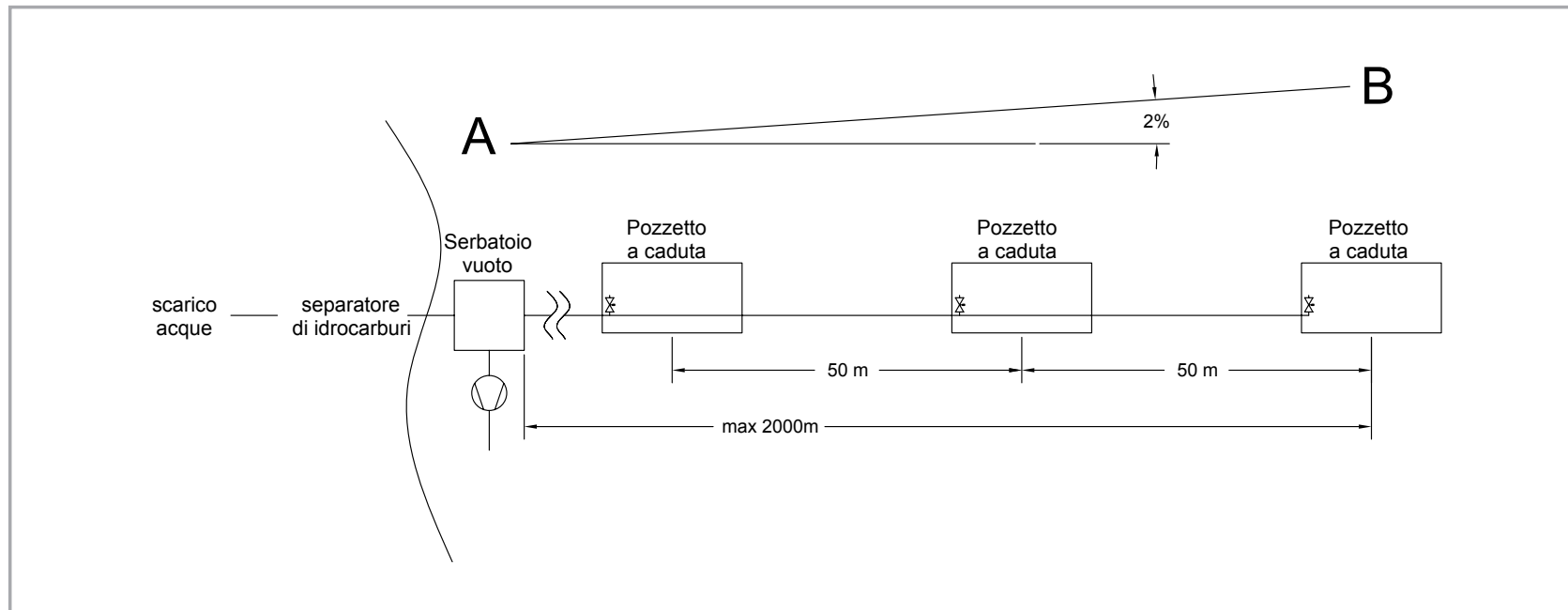
Progetto realizzato per

**autostrade** // per l'italia



Il sistema di drenaggio è realizzato mediante una serie di pozzetti interrati a bordo carreggiata per la captazione di liquidi sversati. I pozzetti, connessi ad un sistema di aspirazione centralizzato, permettono di spostare i liquidi captati dalla zona di sversamento verso l'esterno. In caso di sversamento si andrà ad attivare un sistema di aspirazione che prelevando un fluido vettore quale aria fresca dall'ambiente esterno, permetterà il trasporto da grande distanza di liquidi sversati, dai pozzetti fino all'esterno della galleria ove potranno essere inviati ad un corpo recettore oppure ad uno stoccaggio.

Esemplificando in uno schema a blocchi il sistema base sarà costituito da una serie di pozzetti di interfaccia a caduta o gravimetrici, tra loro in parallelo collegati ad una linea di aspirazione comandata da una centrale di vuoto completa di pompa ad anello liquido e di pompa di drenaggio dei liquidi raccolti.



Non potendo prevedere la natura del liquido sversato e non esistendo un materiale resistente/compatibile per contatto con qualsiasi sostanza trasportabile su gomma si è utilizzato per il sistema di captazione e trasporto polietilene ad alta densità che garantisce una buona compatibilità chimica con un'ampia gamma di sostanze e per il blocco del vuoto acciaio inox AISI 304 il sistema è normalizzato ATEX. Il sistema è idoneo per il drenaggio di liquidi stabili, anche infiammabili con densità compresa tra 0,70 - 1 kg/dm<sup>3</sup> e viscosità  $\leq 1$  cP. I pozzetti in polietilene vengono disposti ad intervalli di 50 m all'interno del fornice al margine della carreggiata per una lunghezza standard compresa tra 500 e 2000 m.

Nella tabella successiva si evidenzia la resistenza chimica dei tubi il PEAD con alcune sostanze normalmente trasportate su gomma.

**Tabella resistenza chimica tubi in Polietilene.**

Compatibilità chimica del PE a.d. ai seguenti fluidi

Definizione e simboli:

- S = Soddisfacente (nessuna manutenzione a seguito di evento accidentale)
- L = Limitata (lavaggio del sistema e ispezione visiva).
- Sol. sat. = Soluzione acquosa satura, preparata a 20°C
- Sol. = Soluzione acquosa di concentrazione superiore al 10% ma non satura
- Sol. dil. = Soluzione acquosa di concentrazione uguale o inferiore al 10%
- Conc. lav. = Concentrazione di lavoro, cioè soluzioni acquose di concentrazione abituale per le utilizzazioni industriali

FLUIDO	CONC.	COMP.20°C
Acqua	-	S
Acetaldeide	100%	S
Acetico (acido)	glaciale	S
Acetico (acido)	10 %	S
Acetica (anidride)	100 %	S
Acetone	100 %	L
Adipico (acido)	Sol. sat.	S
Allilico (alcol)	96 %	S
Allume	Sol.	S
Alluminio (cloruro)	Sol. sat.	S
Alluminio (fluoruro)	Sol. sat.	S
Alluminio (solfato)	Sol. sat.	S
Ammoniacale (gas)	100 %	S
Ammoniacale (liquida)	100 %	S
Ammoniacale (acqua)	Sol. dil.	S
Ammonio (cloruro)	Sol. sat.	S
Ammonio (fluoruro)	Sol.	S
Ammonio (nitrate)	Sol. sat.	S
Ammonio (solfato)	Sol. sat.	S
Ammonio (solfite)	Sol.	S
Amile (acetato)	100 %	S
Amile (alcol)	100 %	S
Anilina	100 %	S
Antimonio (tricloruro)	90 %	S
Arsenico (acido)	Sol. sat.	S
Acqua ossigenata	30 %	S
Acqua ossigenata	90 %	S
Argento (acetato)	Sol. sat.	S
Argento (cianuro)	Sol. sat.	S
Argento (nitrate)	Sol. sat.	S
Aceto	-	S

FLUIDO	CONC.	COMP.20°C
Bromidrico (acido)	50 %	S
Bario (carbonato)	Sol. sat.	S
Bario (cloruro)	Sol. sat.	S
Bario (idrato)	Sol. sat.	S
Bario (solfato)	Sol. sat.	S
Benzaldeide	100 %	S
Benzene	100 %	L
Benzoico (acido)	Sol. sat.	S
Birra	100 %	S
Borace	Sol. sat.	S
Borico (acido)	Sol. sat.	S
Butano (gas)	100 %	S
Butanolo	100 %	S
Butirrico (acido)	100 %	S
Benzina (idrocarb. alifat)	-	S
Calcio (carbonato)	Sol. sat.	S
Calcio (clorato)	Sol. sat.	S
Calcio (cloruro)	Sol. sat.	S
Calcio (idrato)	Sol. sat.	S
Calcio (ipoclorito)	Sol.	S
Calcio (nitrate)	Sol. sat.	S
Calcio (solfato)	Sol. sat.	S
Calcio (solfuro)	Sol. dil.	L
Carbonio (bisolfuro)	100 %	L
Carbonio (monossido)	100 %	S
Carbonio (tetracloruro)	100 %	L
Cloro (gas) secco	100 %	L
Cloro (acqua di)	Sol. sat.	L
Cloridrico (acido)	10 %	S
Cloridrico (acido)	Conc.	S
Cloracetico (acido)	Sol.	S

FLUIDO	CONC.	COMP.20°C
Cromico (acido)	20 %	S
Cromico (acido)	50 %	S
Citrico (acido)	Sol. sat.	S
Cresilico (acido)	Sol. sat.	L
Cicloesanololo	100 %	S
Cicloesanone	100 %	S
Cianidrico	10 %	S
Decaidronaftalene	100 %	S
Destrina	Sol.	S
Dietilico (etere)	100 %	L
Diottile (ftalato)	100 %	S
Diossano	100 %	S
Etilene (glicole)	100 %	S
Etanolo	40 %	S
Etile (acetato)	100 %	S
Eptano	100 %	S
Fenolo	Sol.	S
Ferrico (cloruro)	Sol. sat.	S
Ferrico (nitrato)	Sol.	S
Ferrico (solfato)	Sol. sat.	S
Ferroso (cloruro)	Sol. sat.	S
Ferroso (solfato)	Sol. sat.	S
Fluoridrico (acido)	4 %	S
Fluoridrico (acido)	60 %	S
Fluosilicico (acido)	40 %	S
Formaldeide	40 %	S
Formico (acido)	50 %	S
Formico (acido)	98-100%	S
Fosforo (triclorigo)	100 %	S
Furfurilico (acido)	100 %	S
Glucosio	Sol. sat.	S
Glicerina	100 %	S
Glicolico (acido)	Sol.	S
Idrochinone	Sol. sat.	S
Idrogeno	100 %	S

FLUIDO	CONC.	COMP.20°C
Idrogeno solforato	100 %	S
Latte	-	S
Lattico (acido)	100 %	S
Lievito	Sol.	S
Magnesio (carbonato)	Sol. sat.	S
Magnesio (cloruro)	Sol. sat.	S
Magnesio (idrato)	Sol. sat.	S
Magnesio (nitrato)	Sol. sat.	S
Maleico	Sol. sat.	S
Mercurico (cloruro)	Sol. sat.	S
Propionico (acido)	100 %	S
Piridina	100 %	S
Rame (cloruro)	Sol. sat.	S
Rame (nitrato)	Sol. sat.	S
Salicilico (acido)	Sol. sat.	S
Sodio (benzoato)	Sol. sat.	S
Sodio (bromuro)	Sol. sat.	S
Sodio (carbonato)	Sol. sat.	S
Sodio (clorato)	Sol. sat.	S
Sodio (cloruro)	Sol. sat.	S
Sodio (cianuro)	Sol. sat.	S
Sodio (ferricianuro)	Sol. sat.	S
Sodio (ferrocianuro)	Sol. sat.	S
Sodio (fluoruro)	Sol. sat.	S
Sodio (bicarbonato)	Sol. sat.	S
Sodio (bisolfito)	Sol.	S
Sodio (idrato)	40 %	S
Sodio (idrato)	Sol.	S
Sodio (ipoclorito)	15 % Cl	S
Sodio (nitrato)	Sol. sat.	S
Sodio (nitrito)	Sol. sat.	S
Sodio (ortofosfato)	Sol. sat.	S
Sodio (solfato)	Sol. sat.	S
Sodio (solfuro)	Sol. sat.	S
Stannoso (cloruro)	Sol. sat.	S

FLUIDO	CONC.	COMP.20°C
Solforosa (anidride secca)	100 %	S
Solforico (acido)	10 %	S
Solforico (acido)	50 %	S
Solforico (acido)	98 %	S
Solforoso (acido)	30 %	S
Sviluppatore fotogr.		S
Tannico (acido)	Sol.	S
Tartarico (acido)	Sol.	S
Toluene	100 %	L
Trietanolamina	Sol.	S
Urea	Sol.	S
Urina	-	S
Vino	-	S
Xilene	100 %	L
Zinco (carbonato)	Sol. sat.	S
Zinco (cloruro)	Sol. sat.	S
Zinco (ossido)	Sol. sat.	S
Zinco (solfato)	Sol. sat.	S

**Nel caso delle sostanze indicate con “L” si dovrà procedere al lavaggio del sistema quanto prima ed alla verifica dei componenti del sistema per una eventuale sostituzione.**

**Il sistema è perfettamente efficiente per contatto con tutte le sostanze compatibili con PE e caratteristiche chimico fisiche descritte (densità compresa tra 0,70 - 1 Kg/dm<sup>3</sup> e viscosità  $\leq$  1 cP).**

## **Il pozzetto di interfaccia: generalità**

Il pozzetto, realizzato in polietilene (LLDPE), è composto da due vani, uno di stoccaggio che ha larghezza 25 cm altezza 50 cm e una lunghezza di circa 100 cm dotato di una griglia di captazione in ghisa D400 con portata di ricezione non inferiore a 5 l/sec. Il secondo vano, detto vano tecnico, di dimensioni 25 cm di larghezza, 50 cm di altezza e 60 cm di lunghezza chiuso superiormente da un chiusino in ghisa D400.

Il pozzetto è dunque composto da una doppia camera, la prima, dotata di griglia, che ha funzione di ricezione dei liquidi e del particolato, la seconda, quale vano tecnico della sezione pneumatica di aspirazione. In questo secondo vano è presente la valvola pneumatica che in presenza di liquido apre alla sezione di aspirazione. Ogni valvola è predisposta per l' invio di un eventuale segnale di apertura (0/1) .

I pozzetti sono connessi tra loro mediante tubazione in PEAD 5" PN10. La condotta di aspirazione è collegata al gruppo di vuoto posto esternamente alla galleria.

Il ciclo di funzionamento è totalmente automatizzato.

E' un sensore – attivatore a provvedere all'apertura della valvola d'interfaccia, ogni volta che il livello dei liquidi presenti nella camera di accumulo superi il livello di soglia.

L'attivatore "sente" il crescere del livello del liquido tramite la compressione dell'aria presente internamente alla tubazione, segnale dell'innalzamento del liquido stesso; in questo modo utilizzando la depressione provvede ad aprire la valvola d'interfaccia.



**Peculiarità del pozzetto**

Netta separazione dei volumi: il pozzetto d'interfaccia è diviso in due zone: “camera tecnica” ove sono alloggiati, in un ambiente stagno e separato, tutti i meccanismi necessari al funzionamento del gruppo di aspirazione; “serbatoio di accumulo” dove sono temporaneamente stoccati i liquidi in arrivo dalla griglia. Questa particolarità consente di poter effettuare la manutenzione del pozzetto in maniera sicura, senza che il personale di servizio corra rischi di contaminazione. Inoltre gli stessi componenti del pozzetto non corrono il rischio di essere sommersi dai liquidi, anche in caso di messa fuori servizio del sistema.

Rimozione del gruppo aspirazione pratica e veloce: si prevede che a chiusino aperto un operatore debba poter estrarre dal pozzetto il gruppo di aspirazione e controllo, quindi installare un componente di ricambio nuovo in meno di 30 minuti; con il sistema utilizzato un operatore provvede a detta operazione in 3 – 5 minuti soltanto. Infatti oltre a sezionare il gruppo in maniera efficace e veloce, il gruppo stesso è fissato al pozzetto tramite dei manicotti e gomiti in gomma serrati tramite fascette a sgancio rapido.

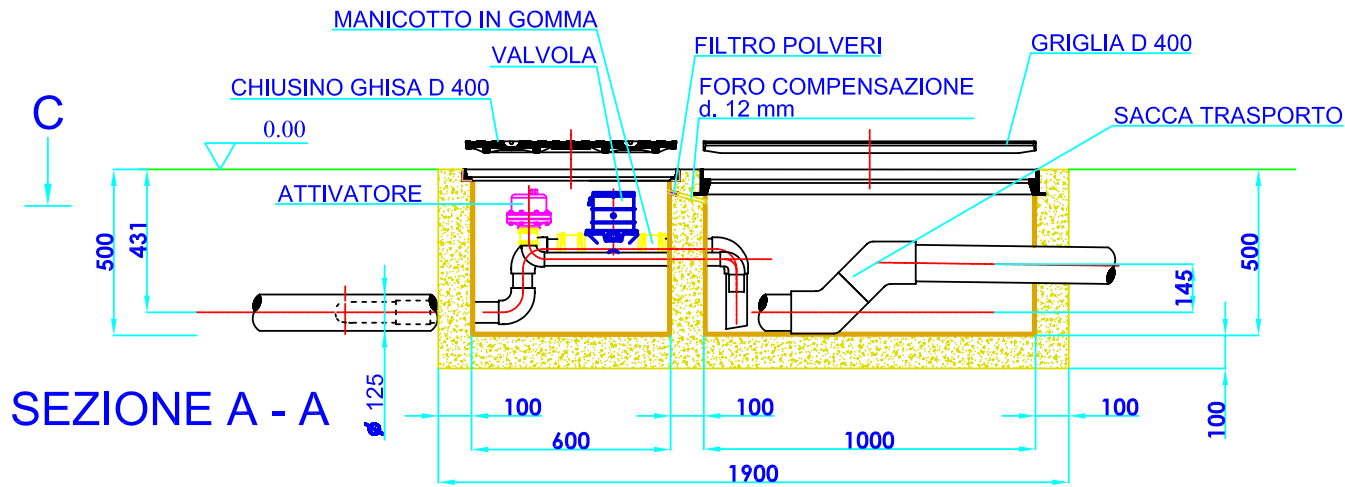
Sensore di prossimità (opzionale): avvitato al corpo valvola, rileva la posizione della ghigliottina: in chiusura / in apertura.

Certificazione della valvola secondo la normativa Europea UNI EN 1091: la valvola è certificata secondo lo standard europeo avendo in particolare superato la soglia dei 300.000 cicli di apertura – chiusura senza riportare danneggiamenti od usura grave, come previsto dal paragrafo 7.1.2 della norma e superato le prove di funzionamento in immersione, come previsto dai paragrafi A.4.1 e A.4.2 .

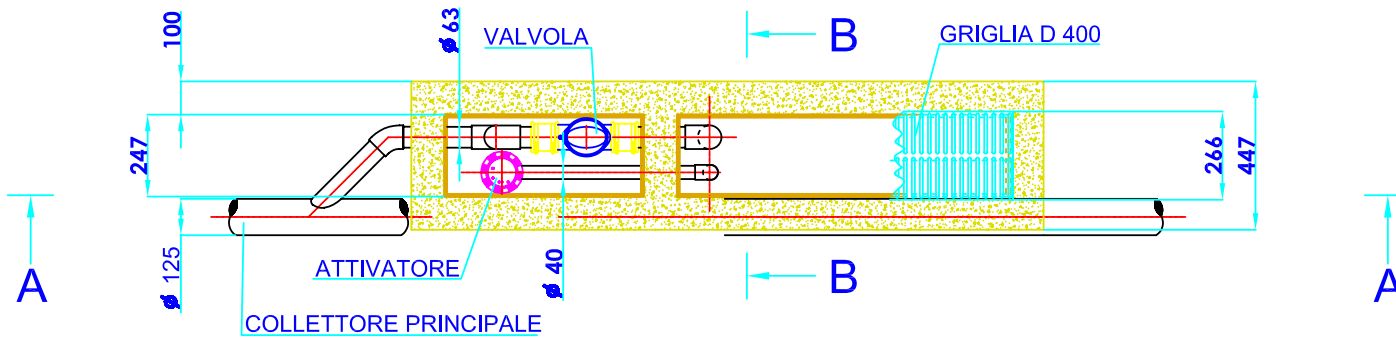
L'attivatore risulta particolarmente robusto ed affidabile, grazie anche alla estrema semplicità costruttiva: si consideri che lo stesso è stato testato per un volume di cicli pari a 1.000.000 senza riportare usura grave; il suo funzionamento è integralmente pneumatico, non necessita di alimentazione elettrica.

Il sistema è intrinsecamente autopulente: il sistema di grigliatura, ed una serie di curve, impedisce ad eventuali corpi lunghi di bloccarsi in corrispondenza delle varie sezioni, impedendo il normale funzionamento del gruppo valvola; inoltre la velocità di transito della miscela liquido-solido è sufficiente a mantenere pulita la sede di chiusura della valvola. Anche in corrispondenza delle deviazioni “a dente di sega” della tubazione principale sarà efficace l’azione autopulente del trasporto.

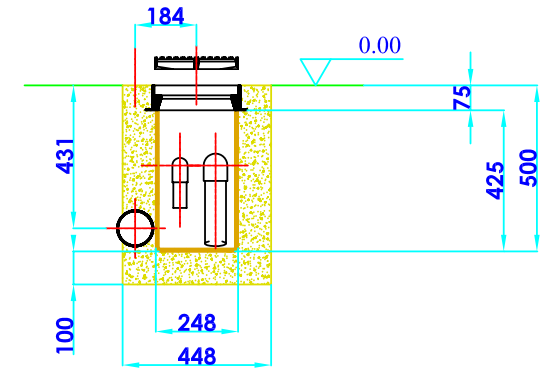
Poiché in concomitanza di incidente rilevante la temperatura dell’aria presente in galleria potrebbe essere alta oppure potrebbero essersi formate atmosfere esplosive, il sistema è previsto funzionare con l’aspirazione sempre immersa, sotto battente liquido, in modo che non sia possibile l’aspirazione di gas e vapori nella condotta principale. Ciò è ottenuto sfalsando la profondità della sezione di aspirazione rispetto alla sezione di attivazione. Entrambe le condotte esposte nel pozzetto sono metalliche e dunque resistenti al calore. Il corpo del pozzetto è realizzato in LLDPE con classe di autoestinguenza V2 UL94. Il corpo pozzetto funge da cassaforma e da protezione chimica al getto in calcestruzzo circostante necessario per la carrabilità e la resistenza meccanica; in questa configurazione verrà assicurata anche la possibilità di dilatazioni termiche. Ed anche in caso di alte temperature, superamento della temperatura di transizione vetrosa del polimero, il sistema assicura la resistenza meccanica, la capacità di contenimento dello sversamento e la capacità di aspirazione e dunque di evacuazione dei liquidi.



SEZIONE C - C



SEZIONE B - B



La linea di aspirazione, o di vuoto, di diametro 100 - 140 mm ed una lunghezza massima di 2000 termina in un serbatoio di vuoto, di volume compreso tra 1500 - 3000 l da cui si invia il contenuto ad un impianto di separazione di idrocarburi o più genericamente di liquidi leggeri immiscibili in acqua non emulsionati di Classe I "UNI EN 858-2004" (Disoleatore). La linea è resa antistatica al fine di sventare la possibilità di scariche elettrostatiche ed innesco.

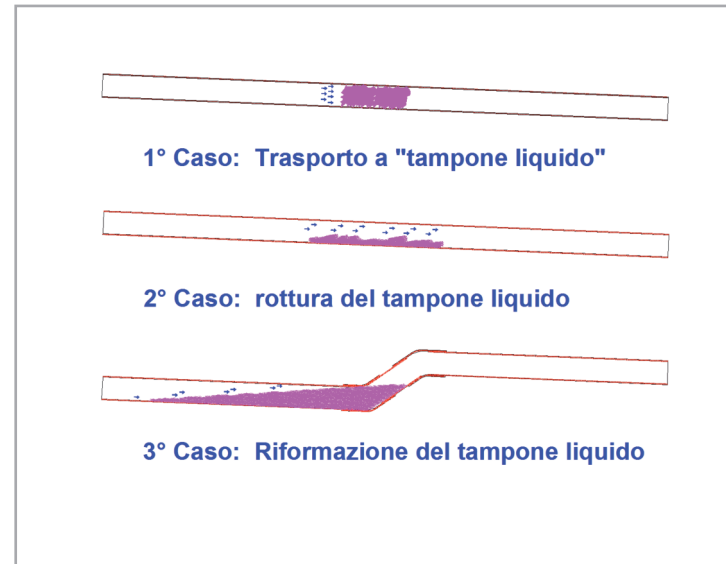
La linea di aspirazione o di vuoto partirà dalla zona esterna alla galleria aspirando così il fluido vettore (aria) a temperatura ambiente, con un grado di umidità oscillante tra il 30% e la saturazione, condizione questa comunque favorevole in caso di sviluppo di vapori di idrocarburi basso bollenti, mantenendo comunque un tenore sufficientemente basso di acqua di condensazione tale da non provocare diluizione per contatto con sostanze solubili in acqua e dunque con sviluppo di calore dovuto ad entalpia di miscelazione. L'impianto può essere dotato (opzionale) di sistema di immissione di gas inerte nella linea di aspirazione del fluido vettore aria al fine di rimanere sempre e comunque al di fuori della campana di autoaccensione o comunque limitare la percentuale di ossigeno presente sventando la possibilità di ossidazione. Tale opzione potrà essere attivata limitatamente al caso di incendio.

Come si è detto questo sistema utilizza la depressione per trasportare i liquidi lungo le condotte.

Esiste una peculiare differenza fra i tipi di moto dei reflui internamente alle condotte, relativamente alla tipologia di fognatura. Nel caso dei sistemi in pressione si avrà pertanto un moto dei liquidi internamente alla tubazione detto "a tubo pieno". I sistemi in depressione aspirano invece piccoli quantitativi di liquidi per ogni ciclo ( 25 – 70 l/per ciclo ).

Questo tipo di moto detto "plug flow" o a "tampone liquido" è di tipo "intermittente"; l'avanzamento del tampone è garantito dalla differenza di pressione fra l'aria introdotta e la depressione presente nel collettore; più in generale fra la differenza di pressione esistente a monte e valle del tampone liquido stesso.

In questo tipo di moto, lungo la tubazione, il tampone liquido tende a rompersi, ovvero la parte di liquidi presente nella parte superiore del tubo tende a cadere verso il basso e l'aria al seguito del tampone sopravanza lo stesso.



In questa condizione non si avrà più alcun tipo di trasporto, pertanto i liquidi tendono a stazionare sul fondo della condotta. Per ripristinare il moto, occorre quindi riformare il tampone liquido e per far ciò si ricorre ad un semplice artificio impiantistico, disponendo lungo lo sviluppo delle condutture (ad esempio ogni 50 – 100 m) delle apposite "sacche di trasporto", ovvero delle porzioni di tubo, che, in un breve tratto (0,5 – 3 m), provvedono a risalire rapidamente di quota.

La particolare conformazione a dente di sega, in cui andremo a conformare la condotta, permetterà la realizzazione di una serie di plug flow intermittenti ed anche in concomitanza di bassissime portate (gocciolamenti) si potrà così realizzare un trasporto efficace, con velocità tale da mantenere pulita la condotta anche nei punti di "accumulazione" di frazioni solide.

A monte del sistema di vuoto è prevista una valvola a tre vie per discriminare l'aspirazione sul fornice interessato dallo sversamento. Il comando è garantito dalla logica del quadro di gestione del sistema.

## VERIFICA DELLE PERDITE DI CARICO LUNGO LA LINEA IN DEPRESSIONE INTERNAMENTE ALLA GALLERIA.

### Numero dei pozzetti per galleria.

Procediamo alla verifica in condizioni di impegno: tipo di fluido (acqua) ad una portata di 15 l/sec

In ogni galleria sarà installato un pozzetto ogni 50 m; fatti salvi i primi 100 metri in entrata e gli ultimi 100 m in uscita. Ciò premesso i pozzetti per un fornace ipotetico di lunghezza: 2000 m sarà:

$$N^{\circ} \text{ PZ} = (L - 200) / 50 = (2000 - 200) / 50 = 36 \quad (1)$$

Dove:

N° PZ = numero dei pozzetti,

L = lunghezza della galleria.

### Calcolo delle perdite concentrate.

Le perdite concentrate saranno presenti nel tratto di risalita in corrispondenza di ciascun pozzetto; in questo percorso il collettore risale di circa 10-15 cm (0,1-0,15 m), realizzando le sacche necessarie al trasporto dei liquidi previste per qualsiasi tipo di sistema in depressione. Ci preme evidenziare che senza questo accorgimento la velocità di efflusso dei reflui precipita a valori bassissimi, incompatibili con il buon funzionamento del sistema ed adeguata pulizia della condotta.

Calcoleremo le perdite concentrate come sommatoria delle singole perdite in ciascuna tratta interna al pozzetto:

$$\Delta P = K \Delta H \quad (2)$$

$$P = \sum \Delta P = \sum (K \Delta H) = (K \Delta H) \text{ PZ} = 0,5 * 0,1 * 36 = 1,8 \text{ [m]}$$

Dove:

P è la sommatoria di tutte le perdite di carico concentrate

K è un coefficiente dipendente dal rapporto volumetrico fra aria ed acqua, che per  $rv = 2$ , come normalmente in uso è assunto pari a 0,5 se le risalite risultano inferiori a 0,3 m come nel ns. caso, contrariamente sarà pari ad 1;

$\Delta H$  è il valore di ogni singola risalita, nel ns. caso pari a 0,1 m;

#### Calcolo delle perdite di carico continue lungo la linea.

Le perdite di carico continue in tratti di condotta circolare L aventi pendenza i, si calcolano con la seguente (Ciaponi – Manuale di Progettazione – HOEPLI pag. 483):

$$\Delta P' = (K1 J - K2 i) L \quad (3)$$

Dove:

J è la cadente relativa alla portata (perdita di carico unitaria)

K1 e K2 sono coefficienti dipendenti dal rapporto volumetrico aria / acqua ( rv ) che nel ns. caso supponendolo eguale a 2 come in uso solitamente, avremo  $K1 = 3$  e  $K2 = 0,5$

i è la pendenza del collettore

L è la lunghezza del fornice / collettore

Per procedere nel calcolo è necessario innanzi tutto determinare la cadente relativa alla portata.

Per effettuare ciò, ci si comporta come per le perdite di carico continue relative a correnti idriche in pressione che si muovono in condotte circolari.

$$J = C_i b ( Q_a / D_d ) \quad (4)$$

Dove:

Q è la portata in m<sup>3</sup>/sec nel nostro caso assumiamo quella prevista per il progetto di 54 m<sup>3</sup>/h = 0,015 m<sup>3</sup>/sec

D è il diametro interno del tubo, nel nostro caso D = 0,1 m

C<sub>i</sub> è il coefficiente di invecchiamento della tubazione, che nel caso del PVC o del PEAD è pari ad 1 ovvero ininfluenza

b = 0,000944 per il PVC o il PEAD

a = 1,8 per il PVC o il PEAD

d = 4,8 per il PVC o il PEAD

numericamente:

$$J = 0,000944 ( 0,014 1,8 / 0,1 4,8 ) = 0,000944 ( 0,00046 / 0,000025 ) = 0,071$$

Che sostituito nella (3) sarà

$$\Delta P' = 3 * 0,071 - 0,5 * 0,03 = 0,18 \text{ [m]}$$



**Conclusioni.**

Possiamo a questo punto dire che la somma di tutte le perdite continue e concentrate, ovvero

$$P_{tot} = \Delta P' + P = 0,18 + 1,8 = 1,98 \text{ [m]}$$

$$1,98 = P_{tot} \leq 4$$

Come previsto nel manuale EPA/625/1-91/024, risultando ampiamente al di sotto del limite massimo dei 4 m, non influisce sul trasporto dei reflui in depressione.

Nel caso di forni di lunghezza 2000 m il dislivello superabile è di circa 2 m ossia la tubazione, comunque disposta in discesa per ciò che concerne gli estremi, può risalire nel percorso una quota di circa 2 m.

In condizioni peggiorative occorrerà valutare la geometria specifica del sistema.

Il gruppo di vuoto è composto da un serbatoio a cui è connesso un sistema di pompaggio per il vuoto. Il dimensionamento di questi componenti dipende dalla lunghezza della galleria, considerando, nel nostro caso, una portata massima di aspirazione pari a 15 l/sec ad una distanza di 2000 m la potenza elettrica impegnata è circa 24 kW. La linea di aspirazione, o di vuoto, di diametro 110-140 mm ed una lunghezza massima di 2000 metri termina in un serbatoio di vuoto, di volume 1,5 – 3 m<sup>3</sup> da cui si invierà il contenuto ad un impianto di separazione di idrocarburi di Classe I “UNI EN 858-2004” (Disoleatore Performance).

Tutti i componenti elettrici incluso il q.e. sono ATEX.

Il gruppo di vuoto sarà a servizio dei due fornicci tramite linee separate.

Entrambe le linee in depressione provenienti dai fornicci giungono al gruppo di vuoto attraverso una valvola a tre vie motorizzata. Questa ha funzione di escludere uno dei due rami in modo da operare su uno sversamento alla volta, sventando la possibilità di mescolamento di sostanze incompatibili nell’eventualità di sversamenti contemporanei nei fornicci. I due sversamenti, nel caso specifico verranno trattati sequenzialmente.



Immagine esemplificativa sistema vuoto e pompaggio

POTENZIALITA' DELLA CENTRALE DEL VUOTO	
• DISTANZA MASSIMA DALLA QUALE ASPIRARE.....	2.000 m
PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE	
• MONTATA SU SKID IN AISI 304 TUBOLARE .....	40 * 40 mm
• PESO A VUOTO.....	650 Kg
• DIMENSIONI INDICATIVE.....	2.000 l * 1.200 l * 2.200 h
• SERBATOIO IN ACCIAIO INOX AISI 304 avente:	
CAPACITA' .....	1.600 l
DIAMETRO .....	1.200 mm
LUNGHEZZA .....	1.600 m
N° 02 FLANGE ARRIVO LINEE DEPRESSIONE .....	Dn 100
PASSAUOMO .....	d. 600 mm
COMPLETO DI SELLE SU TUBOLARE AISI 304 .....	40 * 60 mm
• VASO ESPANSIONE IN PVC PN10 ANTICOLPO D'ARIETE SU MANDATA POMPE SCARICO .....	d. 90 mm
• N° 02 POMPE DEL VUOTO AD ANELLO LIQUIDO AVENTI CIASCUNA SEGUENTI CARATTERISTICHE:	
PORTATA ARIA SATURA A 20 C° E 40 mbar .....	250 m3/h
POTENZA .....	7,5 Kw
• N° 02 POMPE DI SCARICO CENTRIFUGHE A GIRANTE ARRETRATA ADATTE PER LE ACQUE LURIDE AVENTI:	
PORTATA .....	30 l/sec
PREVALENZA .....	12 m
POTENZA .....	5,5 Kw
• VALVOLA A TRE VIEMOTORIZZATA PER SEZIONAMENTO DEI FORNICI .....	220 V ... D. 110 mm
• SERBATOIO DI SERVIZIO / REFRIGERAZIONE IN AISI 304 .....	300 l
• VALVOLA TERMOSTATICA DI RAFFREDDAMENTO .....	1/2"
• SCARICO TROPPO PIENO SERB. SERV. PVC PN10 .....	d.50 mm
• VALVOLE DI SEZIONAMENTO SU MANDATA E ASPIRAZIONE POMPE SCARICO A CUNEO GOMMATO .....	Dn 80
• VALVOLE A CLAPET SU MANDATA POMPE SCARICO .....	Dn 80
• RIPRISTINO LIVELLO ACQUA SERBATOIO SERVIZIO CON GALLEGGIANTE E VALVOLA A SPILLO	
• GRUPPO IMMISSIONE ACQUA SERBATOIO SERVIZIO CON DUE VALVOLE .....	1/2"
• POMPE VUOTO E SCARICO SU SINE – BLOK ANTIVIBRAZIONE	
• MANICOTTI IN GOMMA SU TUBAZIONE DI ASPIRAZIONE E MANDATA SERBATOIO SERVIZIO - ANTIVIBRAZIONE	d. 63 mm
• BULLONERIA IN INOX	
• QUADRO ELETTRICO DI GESTIONE AVENTE GRADO PROTEZIONE .....	IP 55
• COMPLETO DI ALLARMI "ALTO LIVELLO REFLUI" "BASSO VUOTO" "PERDITA PNEUMATICA" "TERMICO (ciascuna pompa)"	
• COMPLETO SELETTORI PERCIASCUNA POMPA aut 0 man	
• GESTIONE SISTEMA TRAMITE PLC COMPLETO DI SOFTWARE	

## **Deoliatore statico: performance per la separazione di liquidi leggeri non emulsionati ed immiscibili in acqua**

### Descrizione e dimensionamento

Il separatore in oggetto è adatto al trattamento di reflui contenenti idrocarburi non emulsionati immiscibili in acqua separabili per flottazione, come da elenco riportato dalle norme di buona tecnica UNI EN 858-1-2 “Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio)” del giugno 2004.

Il Deoliatore Performance è prodotto in polietilene rotostampato a perfetta tenuta con bocche di accesso che garantiscono la protezione contro la penetrazione di corpi solidi e contro le infiltrazioni di pioggia, gocce e spruzzi in qualsiasi direzione. L'apparecchiatura opera a pressione atmosferica, non richiede trattamenti superficiali per ottenere la tenuta alla permeazione di liquidi ed è perfettamente idoneo a contenere le sostanze normalmente presenti nei reflui da attività produttive quali:

- > autofficine e lavaggi mezzi
- > distributori di carburanti
- > officine meccaniche

nonché aree parcheggio o qualsivoglia attività ove possano prodursi sversamenti accidentali di idrocarburi.

La valutazione dimensionale del modello viene fatta sulla base della portata in ingresso in lt/sec il che determina il parametro  $NS (P = 20 \text{ l/sec } T = 20^\circ\text{C } f_c = f_d = 1)$  che a sua volta determina la superficie del separatore, il volume di raccolta dei liquidi flottanti, il volume d'accumulo dei liquidi leggeri, il volume dei fanghi.

Il disoleatore statico Performance è concepito appositamente per la separazione di liquidi leggeri di origine minerale e sintetica.

Il disoleatore o separatore di idrocarburi è un separatore gravimetrico di Classe I a coalescenza.

Tutti i modelli di separatore prevedono una prima sezione di calma che obbliga il refluo ad attraversare il pacco lamellare a coalescenza; qualora il refluo in ingresso presentasse alte concentrazioni di particolato fine disperso, è consigliabile pretrattare il refluo mediante un ulteriore sfangatore opportunamente dimensionato.

## Garanzia

Zetaplast S.p.A., stante la corretta installazione, manutenzione ed il buon utilizzo dell' impianto, garantisce la bontà della soluzione adottata e il rispetto dei parametri dettati dalla norma UNI EN 858-04, per separatori di Classe I, compatibili con lo scarico in Tab.3 All.5 D.Lgs. 152/06 (acque superficiali).

Per lo scarico sul suolo, Tab.4 All.5 D.Lgs. 152/06, verificare presso l'Autorità Competente la completezza della soluzione adottata in relazione all'indicazione normativa nazionale che rimanda ai regolamenti locali riguardo l'accettabilità dei parametri di emissione di separatori di Classe I.

## Avviamento

L'avviamento d'impianto coincide con la posa in opera ed il collegamento delle tubazioni e la verifica del normale flusso: entrata nella sezione di calma - passaggio attraverso il pacco lamellare - uscita.

## Uso e Manutenzione deoliatore

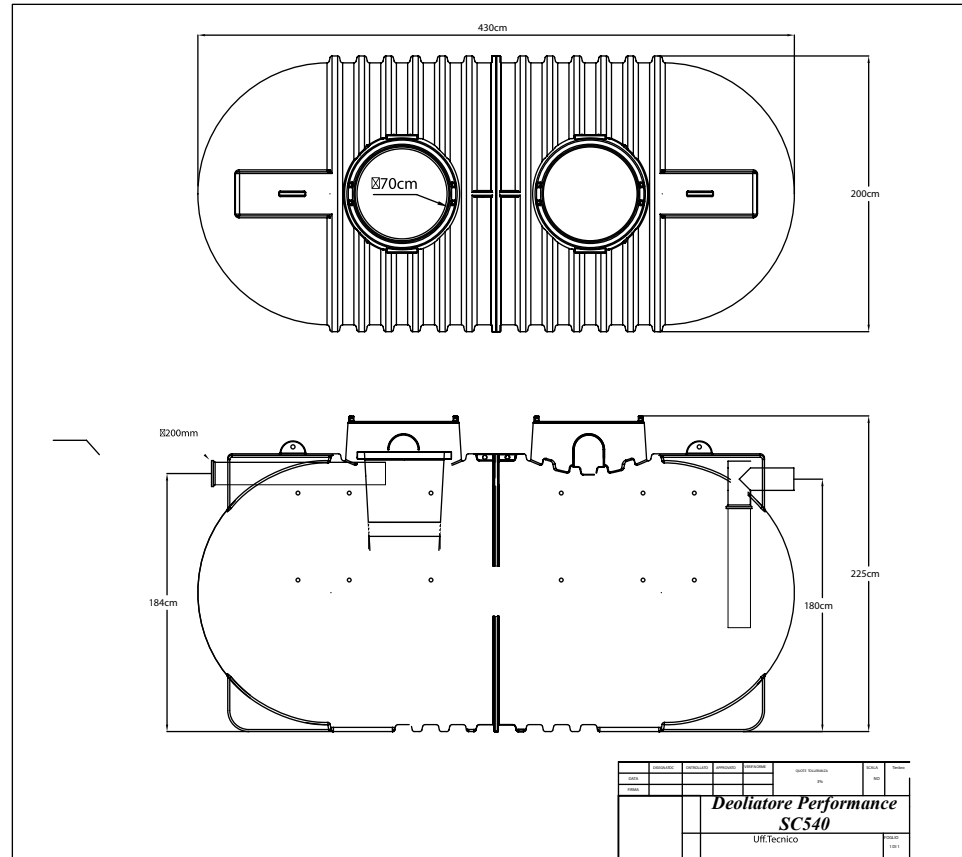
Una volta collegato, il sistema di separazione idrocarburi funzionerà autonomamente.

Con cadenza massimo annuale compiere le normali opere di pulizia del pozzetto scolmatore e del deoliatore. Eseguire il lavaggio del separatore (lo effettuano gli autospurghi) e verificare che le sezioni di passaggio siano sgombre.

Per quanto concerne la pulizia del pacco lamellare, questa si esegue tramite lavaggio con acqua in pressione direttamente nella sede di apposizione.

Per la pulizia del comparto inferiore accedere dal tappo di ispezione presente sull'uscita.

# DEOLIATORE STATICO



## Modalità di funzionamento

Il sistema di aspirazione è previsto normalmente in quiete e quindi a consumo energetico zero. Con frequenza da stabilirsi in relazione alla necessità di evacuazione di eventuali gocciolamenti o semplicemente effettuare un check delle componenti, in automatico verrà avviato l'impianto per un tempo di circa 20 minuti.

L'attivazione del sistema avviene mediante il sistema di rilevamento automatico incidente ove previsto; nelle gallerie sprovviste di sistemi di rilevamento l'attivazione avverrà automaticamente tramite comando ON/OFF attivato in un qualunque pozzetto dal sensore (attivatore) in grado di rilevare la presenza di battente liquido

La disattivazione del sistema avviene automaticamente a seguito di mancata ricezione di liquido per un tempo di almeno 30 minuti entro il sistema di vuoto

## Installazione e Manutenzione

La fornitura comprende la preventiva formazione e istruzione all' installatore, nonché il collaudo dell' impianto per la verifica del corretto funzionamento a fine lavori.

Il sistema è stato progettato per minimizzare le opere di manutenzione che consisteranno in una verifica annuale delle apparecchiature elettromeccaniche.

Con cadenza massimo annuale, in occasione anche di altre attività da effettuarsi nel fornice, effettuare l'ispezione dei pozzetti, la verifica funzionale e lo stato di conservazione

La manutenzione prevista, consiste nella prova di sversamento d'acqua in uno o più pozzetti previa attivazione manuale del sistema verificando l'avvenuta aspirazione.

## Esempio pratico per Galleria Camaldoli

Lunghezza massima 1330 m

N° 2 fornici

A) direzione ventimiglia 1330 m ;

B) direzione livorno 1321 m

Fornice A n° 23 pozzetti

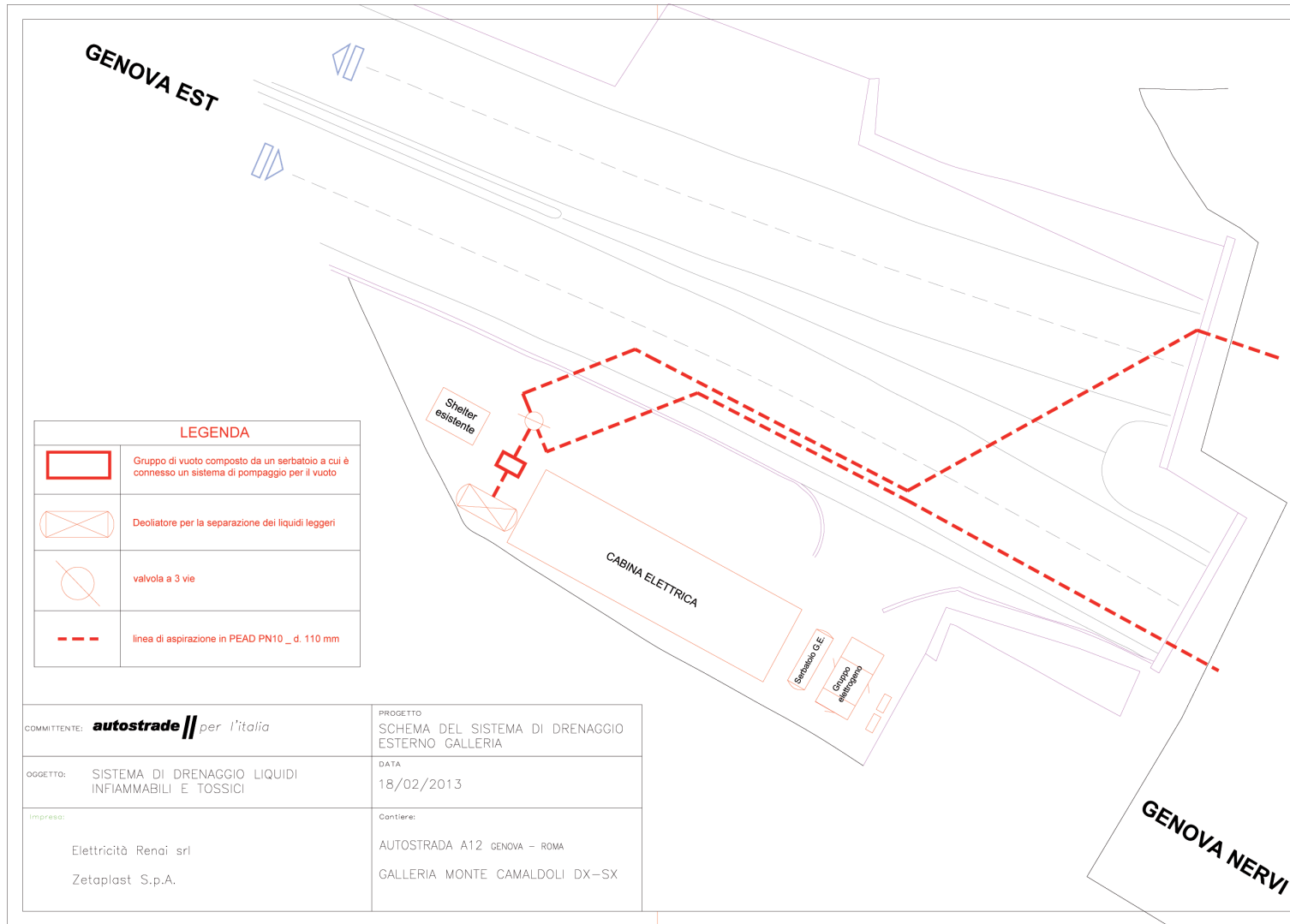
Fornice B n°23 pozzetti

1 solo sistema di aspirazione posto in ingresso al fornice da 2 x 7,5 kW (pompe ad anello liquido) + 2 x 5,5 kW (pompe di drenaggio)

Lunghezza massima tubazione 1430 m

Separatore di idrocarburi SC540





### **Sviluppo della rete di collettori.**

Riferimento alle norme UNI EN 1091; UNI EN 12109; ATV A 116 (Norma Tedesca); Manuale EPA/625/1-91/024

Nel caso dell'impianto che stiamo considerando si ha un tracciato del collettore assai semplice, infatti non è prevista una rete di collettori bensì una sola tubazione principale a cui sono collegati i vari pozzetti di raccolta / interfaccia. L'andamento della tubazione è praticamente rettilineo pertanto agevole (mancanza di curve a gomito e / o variazioni di direzione, eccezion fatta per le sacche di trasporto).

Nel caso in esame abbiamo per la galleria Camaldoli abbiamo due fornici che da un punto di vista planimetrico presentano differenti condizioni:

#### 1° caso GE Nervi - GE Est - fornice nord

(la direzione è quella che seguiranno i liquidi una volta aspirati)

Il percorso altimetrico del collettore sarà inizialmente in salita, per poi ridiscendere in maniera quasi costante verso la stazione del vuoto; la massima differenza di quota da superare sarà di circa 0,7 m ovvero di entità piuttosto modesta.

#### 2° caso GE Nervi - GE Est - fornice sud

In questo caso il percorso del collettore sarà inizialmente in discesa sino ad un livello di - 1 m, per risalire quindi sino a quota + 0,3 m; la massima differenza di quota da superare sarà di circa 1,3 m ovvero di una qualche consistenza, anche se nella norma.

### **Determinazione del rapporto volumetrico aria/acqua.**

E' il rapporto che sussiste fra il liquido aspirato e quantitativo di aria immesso nelle tubazioni, affinché lo stesso possa essere trasportato sino alla centrale del vuoto.

Una sottovalutazione di questo parametro influenza indubbiamente in maniera negativa tutto il funzionamento del sistema.

Poiché le tabelle che si utilizzano per determinare questo parametro sono state realizzate in funzione della densità abitativa lungo il collettore preso in esame (non dimentichiamo che tutte le esperienze sono state fatte in ambito fognario), dobbiamo stimare a cosa corrisponda una portata oraria massima  $Q_s$  di 54 m<sup>3</sup>/h (portata massima oraria da smaltire) in termini di densità di popolazione equivalente; considerando come standard una dotazione media pro capite di acqua di 300 l/giorno ed un suo utilizzo nell'arco di 10 ore determiniamo facilmente che la detta portata corrisponda circa ad una densità di 1 abitante/m, quindi decisamente elevata, oltre 0,5 abitante/m.

Pertanto per una lunghezza di collettore di circa 1.300 m in considerazione del valore alto di densità abitativa bilanciato comunque della

Lunghezza linea (m)	Densità della popolazione per metro			
	0,05 P/m	0,1 P/m	0,2 P/m	Oltre 0,5 P/m
	r <sub>v</sub>	r <sub>v</sub>	r <sub>v</sub>	r <sub>v</sub>
500	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5	2,5
1000	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5
1500	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6
2000	6 – 10	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7
3000	7 – 11	6 – 10	5 – 9	4 – 8
4500	8 – 13	7 – 12	6 – 10	5 – 9
6000	10 – 15	8 – 13	7 – 11	6 – 12

### Dimensionamento delle pompe del vuoto.

Le pompe del vuoto devono essere dimensionate in maniera che possano aspirare dal sistema delle tubazioni un quantitativo d'aria Q<sub>v</sub> definito dall'espressione:

$$Q_v = 2 (Q_l + Q_a) = 2 (54 + 54 * 4) = 2 * 270 = 540 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dove:

Q<sub>l</sub> = portata massima liquido da aspirare

Q<sub>a</sub> = Q<sub>l</sub> \* r<sub>v</sub> = portata massima di aria

r<sub>v</sub> = rapporto volumetrico.

Il coefficiente moltiplicativo 2 tiene conto, cautelativamente, dell'incertezza nella stima di Q<sub>a</sub> il cui valore varia al variare della pressione assoluta internamente al collettore.

Si assume quindi di utilizzare due pompe del vuoto ad anello liquido aventi le seguenti caratteristiche:

potenza ..... 7,5 Kw

portata ..... 272 m<sup>3</sup>/h a 60 mbar

## Dimensionamento delle pompe di scarico.

Le pompe di scarico saranno due una di riserva all'altra, ciascuna in grado di smaltire la portata di punta ( $Q_s = 54 \text{ m}^3/\text{h}$ ); assumiamo pertanto di utilizzare due pompe di scarico centrifughe con girante arretrata adatte a smaltire liquidi sporchi con materiale in sospensione; aventi le seguenti caratteristiche:

potenza ..... 5 Kw

portata ..... 54 m<sup>3</sup>/h ad una prevalenza di ..... 14 m

## Dimensionamento del serbatoio della centrale del vuoto.

Il volume utile del serbatoio della centrale del vuoto  $W_{cv}$  è dato dalla somma del volume utile del serbatoio per il liquido  $W_s$  e del volume utile del serbatoio del vuoto  $W_v$  ovvero:

$$W_{cv} = W_s + W_v \quad [1]$$

$W_s$  si determina con l'espressione:

$$W_s = Q_s / 4 * Z_s = 54 / 4 * 12 = 1,1 \text{ m}^3$$

Dove:

$Q_s$  = portata massima oraria in m<sup>3</sup>/h

$Z_s$  = numero massimo avviamenti orari compatibili della pompa di scarico

$W_v$  si può determinare con l'espressione:

$$W_v = 7,4 ( Q_l / Z_s ) = 7,4 ( 54 / 25 ) = 7,4 * 2,16 = 15,984 \text{ m}^3$$

Dove:

$Q_l$  = portata di punta del liquido m<sup>3</sup>/h

$Z_s$  = numero massimo avviamenti orari accettabili per le pompe del vuoto

pertanto a  $W_v$  si deve sottrarre, come normalmente in uso, il volume della condotta ( $W_c$ ) in depressione che essendo di diametro 125 mm per una lunghezza di circa 1.300 m sarà:

$$W_c = (0,125 * 0,125) 3,14 / 4 * 1300 = 15,9 \text{ m}^3$$

ne consegue che il volume utile del serbatoio del vuoto è praticamente eguale a 0 in quanto la condotta in depressione garantisce già un adeguato accumulo/ scorta di vuoto, sostituendo i valori numerici nella [1] abbiamo pertanto:

$$W_{cv} = W_s + W_v = 1,1 + 0,1 = 1,2 \text{ m}^3$$

che è il valore minimo del volume utile del serbatoio della centrale del vuoto che per praticità assumeremo eguale a  $1,5 \text{ m}^3$ .

### Dimensionamento del collettore.

Per il dimensionamento del collettore utilizzeremo la tabella sotto riportata che consente di determinare il diametro del collettore in funzione della sua lunghezza o distanza dalla centrale del vuoto e della portata da smaltire; la presente tabella è redatta con dati estrapolati dalla pratica.

Poiché i due fornicci sono di lunghezza simile  $L =$  circa 1.300 m e devono smaltire la medesima portata massima oraria  $Q_s$  di  $54 \text{ m}^3/\text{h}$  si considererà di utilizzare in entrambi i casi il medesimo diametro di tubazione.

PORTATA DA SMALTIRE (mc)	LUNGHEZZA DEL COLLETTORE						
	400 m	700 m	1 Km	1,5 Km	2 Km	2,5 Km	3 Km
1 - 2	75	90	90	90 - 110	110 - 125	110 - 125	125
2 - 10	90	90	90	110	110 - 125	125	140
10 - 20	90	90	90 - 110	110 - 125	125 - 140	125 - 140	140 - 160
20 - 30	90 - 110	110	110	110 - 140	125 - 160	140 - 160	160 - 180
30 - 40	90 - 110	110	110 - 140	110 - 160	125 - 180	140 - 180	180 - 200
40 - 50	90 - 125	110 - 140	110 - 160	125 - 180	125 - 180	160 - 200	140 - 200
50 - 60	110 - 125	110 - 160	125 - 180	125 - 180	125 - 200	140 - 200	180 - 210
60 - 70	110 - 140	125 - 160	125 - 180	160 - 200	140 - 200	200	210
70 - 90	125 - 160	140 - 160	160 - 200	180 - 200	180 - 210	210	210

## Calcolo delle perdite di carico (\*) nei fornici

In generale, in ogni galleria, sarà installato un pozzetto ogni 50 m; fatti salvi i primi 100 m in entrata e gli ultimi 100 m in uscita.

Ciò premesso i pozzetti per questi due fornici saranno:

$$PZ = 23 \text{ N}^\circ \text{ [adimensionale]} \quad (1)$$

Dove:

PZ = numero dei pozzetti,

(\*) Di tutte le formule utilizzate, nonché dei coefficienti assunti, si può trovare riscontro nel “Sistemi di Fognatura – Manuale di Progettazione” del Centro Studi Deflussi Urbani – HOEPLI – Prof. Ciaponi pag. 472 – 483; nonché nel Manuale EPA/625/1-91/024 “alternative Wastewater Collection Systems” US Environmental Protection Agency (1991).

## CALCOLO DELLE PERDITE CONCENTRATE.

Le perdite concentrate saranno presenti nel tratto di tubazione che attraversa il pozzetto, infatti in questo percorso il collettore risale di 0,1 m, realizzando in pratica le sacche necessarie al trasporto dei reflui previste per qualsiasi tipo di fognatura in depressione. Ci preme evidenziare che senza questo accorgimento la velocità di efflusso dei reflui precipita a valori bassissimi, incompatibili con il buon funzionamento del sistema.

Calcoleremo le perdite concentrate come sommatoria delle singole perdite in ciascuna tratta interna al pozzetto:

$$\Delta P = K \Delta H \quad (2)$$

$$P = \sum \Delta P = \sum (K \Delta H) = (K \Delta H) PZ = 0,5 * 0,12 * 23 = 1,4 \text{ [m]}$$

Dove:

P è la sommatoria di tutte le perdite di carico concentrate

K è un coefficiente dipendente dal rapporto volumetrico fra aria ed acqua, che per  $rv = 2$ , come normalmente in uso è assunto pari a 0,5 se le risalite sono inferiori a 0,3 m come nel ns. caso, contrariamente è pari ad 1;

$\Delta H$  è il valore di ogni singola risalita, nel ns. caso pari a 0,12 m;

#### CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO CONTINUE LUNGO LA LINEA.

Le perdite di carico continue in tratti di condotta circolare L aventi pendenza  $i$  si calcolano con la seguente (Ciaponi – Manuale di Progettazione – HOEPLI pag. 483):

$$\Delta P' = (K1 J - K2 i) \quad (3)$$

Dove:

J è la cadente relativa alla portata

$K1$  e  $K2$  sono coefficienti dipendenti dal rapporto volumetrico aria / acqua ( $rv$ ) che nel ns. caso supponendolo eguale a 2 come in uso solitamente, avremo  $K1 = 3$  e  $K2 = 0,5$

$i$  è la pendenza del collettore

Per procedere nel calcolo è necessario innanzi tutto determinare la cadente relativa alla portata, ovvero la perdita di carico per unità di lunghezza m/m

Per effettuare ciò, ci si comporta come per le perdite di carico continue relative a correnti idriche in pressione che si muovono in condotte circolari.

$$J = C_i b ( Q_a / D_d ) \quad (4)$$

Dove:

Q è la portata in m<sup>3</sup>/sec nel nostro caso assumiamo quella prevista per il progetto di 54 m<sup>3</sup>/h = 0,015 m<sup>3</sup>/sec

D è il diametro interno del tubo, nel nostro caso D = 0,1 m

C<sub>i</sub> è il coefficiente di invecchiamento della tubazione, che nel caso del PVC o del PEAD è pari ad 1 ovvero ininfluenza

b = 0,000944 per il PVC o il PEAD

a = 1,8 per il PVC o il PEAD

d = 4,8 per il PVC o il PEAD

numericamente:

$$J = 0,000944 ( 0,015 \cdot 1,8 / 0,12 \cdot 4,8 ) = 0,000944 ( 0,00052 / 0,00046 ) = 0,0106$$

Che sostituito nella (3) sarà

$$\Delta P' = ( 3 * 0,0106 - 0,5 * 0,03 ) = \text{circa } 0,02 \text{ [m]}$$



**CONCLUSIONI.**

Possiamo quindi verificare la somma di tutte le perdite di carico concentrate e continue per ciascun fornice, considerando che entrambi hanno lo stesso numero di risalite ed un'estensione simile, quindi possiamo assumere come eguali le perdite continue e concentrate per ciascun fornice. A queste dobbiamo quindi aggiungere una perdita geodetica per ciascun fornice che è determinata dal dislivello che il collettore deve risalire per seguire l'andamento del terreno e che è differente per ciascun caso. Avremo quindi:

1° caso GE Nervi - GE Est - fornice nord -

In questo caso si dovrà risalire di una quota di  $Pg1 = 0,7$  m

Sarà pertanto:

$$P_{tot} = \Delta P' + P + Pg = 0,02 + 1,4 + 0,7 = 2,12 \text{ [m]}$$

$$2,12 = P_{tot} \leq 4$$

Come previsto nel manuale EPA/625/1-91/024 , risultando ampiamente al di sotto del limite massimo dei 4 m , non influisce sul trasporto dei reflui in depressione.

2° caso GE Nervi - GE Est - fornice sud -

In questo caso si dovrà risalire di una quota di  $Pg1 = 1,3$  m

Sarà pertanto:

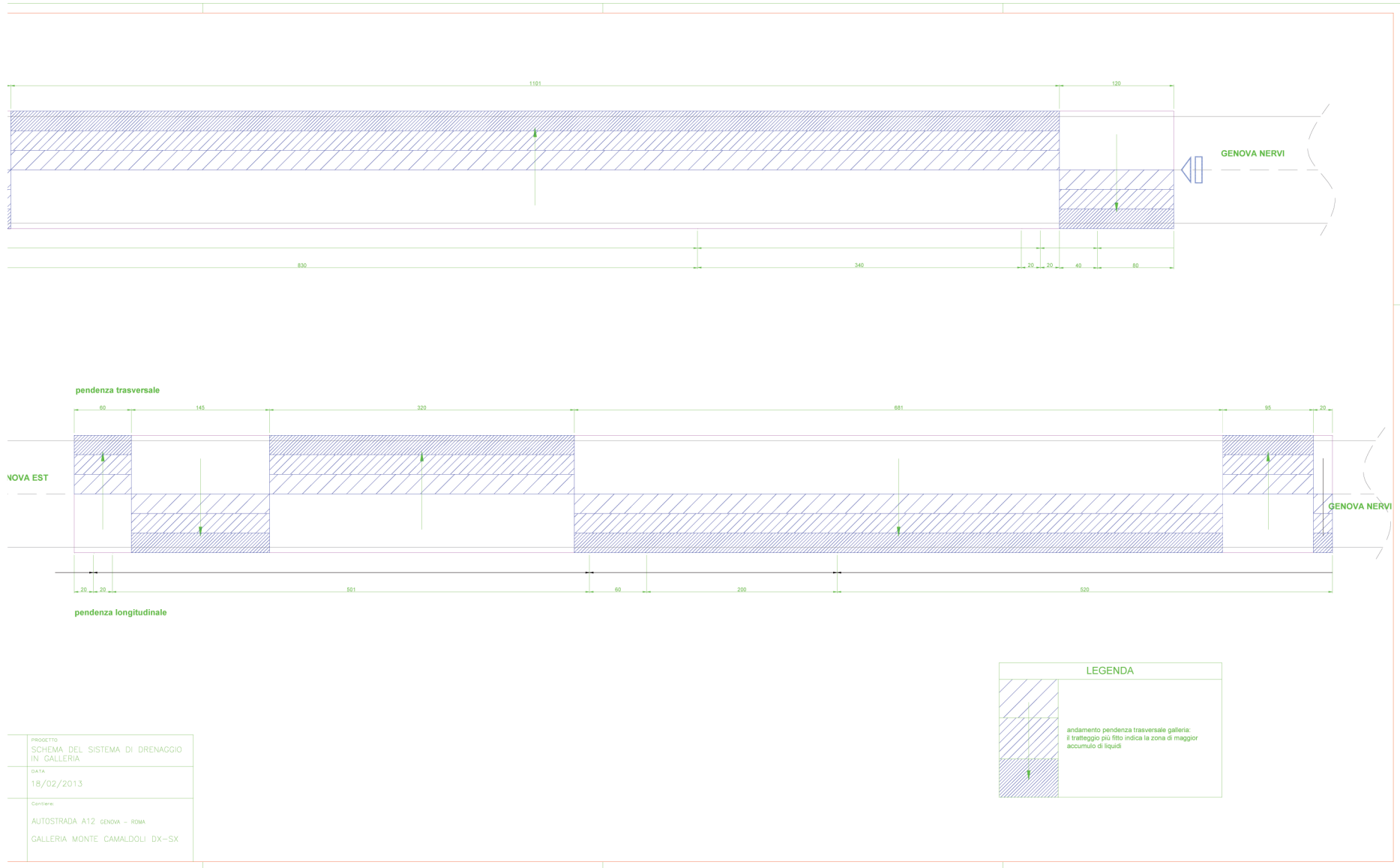
$$P_{tot} = \Delta P' + P + Pg = 0,02 + 1,4 + 1,3 = 2,72 \text{ [m]}$$

$$2,72 = P_{tot} \leq 4$$

Come previsto nel manuale EPA/625/1-91/024 , risultando ampiamente al di sotto del limite massimo dei 4 m , non influisce sul trasporto dei reflui in depressione.

# ESEMPIO PRATICO





**Zeta**plast<sub>s.p.a.</sub>



IMPIANTI  
ELETTRICI E  
TECNOLOGIE  
PER LA  
VIABILITÀ  
AZIENDA  
CERTIFICATA  
ISO 9001

Progetto realizzato per

**autostrade** // *per l'italia*