

COMUNE DI CALUSCO D'ADDA

PROVINCIA DI BERGAMO



VARIANTE ALLA S.P. 166 TRACCIATO A SUD DELL'ABITATO DI CALUSCO D'ADDA - LOTTO N. 2

<p>PROGETTISTI</p> <p>Dott. Arch. Giosuè Savoldelli</p>  <p>via G. Rosa, 13/F - 24125 Bergamo (BG) - mail: gio.savoldelli@gmail.com</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO</p>		
<p>Dott. Ing. Fatima Midali</p>  <p>via Ing. S. Calvi, 59 - 24014 Piazza Brembana (BG) - fatima.midali@gmail.com</p>	<p>RELAZIONI GENERALE, TECNICHE E SPECIALISTICHE</p>		
<p>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Dott. Ing. Giuseppe Barbera</p>  <p>Piazza S. Fedele, 1 - 24033 CALUSCO D'ADDA (BG) Tel. 035.4389011 - email: protocollo@pec.comune.caluscodadda.bg.it</p>	<p>OGGETTO</p>		
	<p>Relazione idrologico-idraulica</p>		
	<p>TAVOLA / ALLEGATO</p> <h1 style="text-align: center;">A05</h1>		
	<p>ORIENTAMENTO</p>	<p>N. DOCUMENTO</p>	
	<p>DATA</p> <p style="text-align: center;">15/01/2021</p>	<p>SCALA</p>	
	<p>AGGIORNAMENTO</p>		
	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REVISIONE</p>
	<p>Aggiornamento per verifica</p>	<p>26/04/2021</p>	<p>REV01</p>
	<p>Aggiornamento 2023</p>	<p>24/03/2023</p>	<p>REV02</p>

RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

art. 35 D.P.R. n. 207/2010

1 PREMESSA

La presente relazione definisce la progettazione a livello esecutivo del sistema di raccolta e smaltimento acque relativo alle opere di realizzazione del secondo lotto di lavori relativi alla Variante alla S.P. n. 166 “Ponte San Pietro – Paderno” tracciato a sud dell’abitato di Calusco d’Adda che collega la S.P. n. 166 con la S.P. n. 170 “Calusco d’Adda - Capriate S. Gervasio”.

Facendo riferimento alle norme vigenti e ai criteri di pianificazione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque la relazione definisce le tipologie di intervento da adottare nelle varie situazioni di tracciato e individua un dimensionamento delle opere stesse.

Le normative di riferimento sono:

- D. Lgs. n. 152/1999 e del D.Lgs n. 258/2000
- REGIONE LOMBARDIA: P.R.R.A. – Piano Regionale di Risanamento delle Acque della Regione Lombardia – Criteri di pianificazione in rapporto alla gestione delle risorse idriche lombarde – 1992 e s.m.i.
- REGIONE LOMBARDIA Legge Regionale n. 62/1985, delibera del Consiglio Regionale del 21 marzo 1990 e s.m.i.
- REGOLAMENTO REGIONALE del n. 4 del 24/03/2006.
- REGOLAMENTO REGIONALE LOMBARDIA - n. 7 del 23/11/2017 - Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).
- “UNI EN 858 – 1” e “UNI EN 858-2” - Norme tecniche di riferimento per quanto concerne le definizioni, le dimensioni nominali, i principi di progettazione, le prestazioni, i requisiti, la marcatura e il controllo qualità, nonché la scelta delle dimensioni nominali e le operazioni di esercizio e manutenzione per impianti di separazione per liquidi leggeri (idrocarburi) dalle acque meteoriche di piazzale sono le norme

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma stradale afferenti alla nuova rotatoria incide direttamente sugli standard di sicurezza della funzionalità delle strade interessate in relazione ai disagi in caso di allagamenti conseguenti ad eventi meteorici straordinari. Da non sottovalutare,

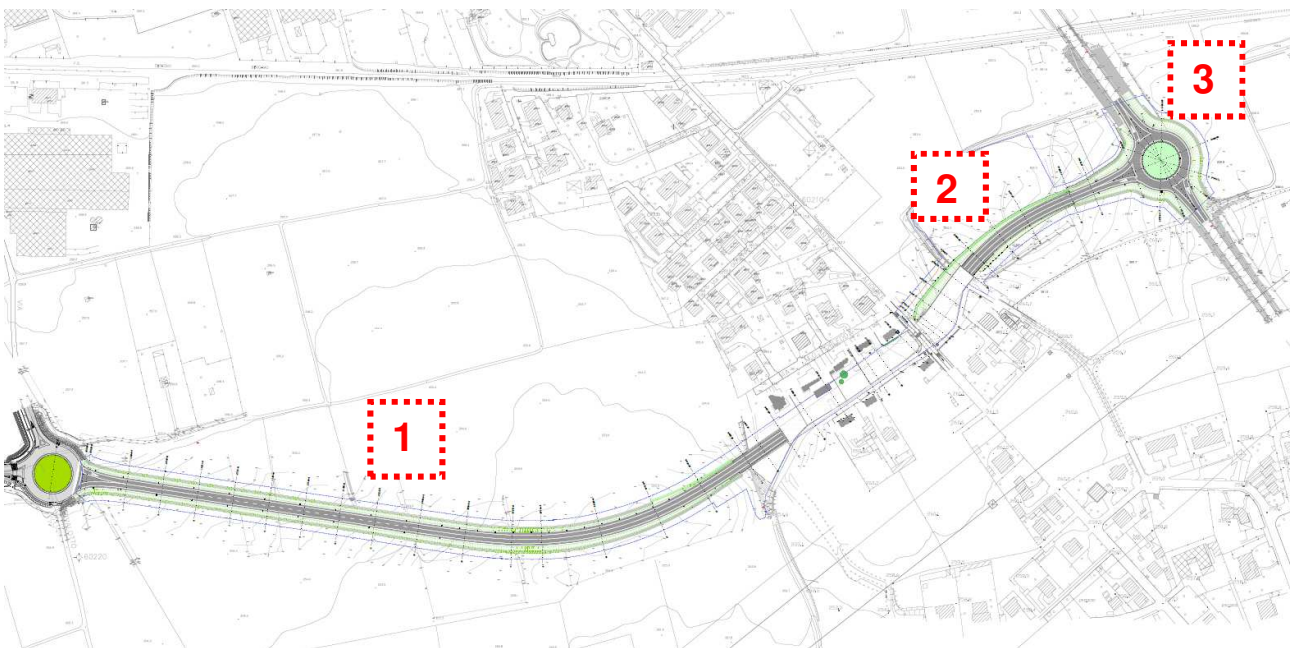
inoltre, le criticità legate al corretto smaltimento delle acque di piattaforma caratterizzate da un elevato carico inquinante.

Al fine di minimizzare le problematiche di sicurezza attiva e passiva legate allo smaltimento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale si è proceduto in prima fase alla caratterizzazione idrologica dell'area dell'aeroporto ed al successivo dimensionamento delle opere idrauliche con adeguato grado di rischio.

Sistema di regimazione

Il sistema di regimazione delle acque meteoriche è differenziato sulle tipologie stradali, che si alternano in tutto il suo sviluppo, secondo lo schema sotto riportato:

1. Tratto ovest in rilevato;
2. Tratto est in trincea e galleria;
3. Tratto in rotatoria sulla SP 170



Sistema di regimazione acque di piattaforma

Tutte le acque meteoriche di dilavamento della piattaforma stradale e dei marciapiedi vengono raccolte dalle caditoie e tramite tubazioni interrate vengono convogliate nei 2 sistemi di dissabbiatura e disoleazione in continuo e smaltite in pozzi perdenti.

Tale scelta permette di ottemperare alle disposizioni del R.R. Lombardia n. 7 del 23/11/2017 – per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).

Determinazione delle portate affluenti

Il calcolo idraulico dei tratti di tubazione è stato condotto con il metodo del volume d’invaso delle acque meteoriche, con la conseguente verifica delle sezioni predeterminata, con le prime calcolazioni partendo dalla legge delle piogge assimilabile staticamente alla meteorologia del territorio in esame.

Per il dimensionamento delle opere di regimazione delle acque e delle tubazioni si utilizzano le curve di probabilità pluviometrica relative ad eventi di pioggia di elevata intensità e breve durata in quanto il tempo di concentrazione delle superfici di raccolta dell’acqua di pioggia è dell’ordine dei minuti e tali piogge massimizzano le portate di dimensionamento.

Il metodo del volume d’invaso si basa sull’ipotesi che la portata massima che viene prodotta da una determinata area si verifica quando è tutta l’area a contribuire alla sua formazione e quando la pioggia è uniformemente distribuita.

In formule

$$Q = (\psi i A) / 3600$$

ψ = coefficiente funzione dell’impermeabilità del terreno, del ritardo, della ritenuta e distribuzione delle piogge.

A = superficie scolante.

i = intensità di pioggia critica.

La determinazione di tale portata presenta notevoli difficoltà per effetto delle numerose variabili che influenzano la progettazione, rendendo indeterminato il problema.

Tali variabili riguardano la permeabilità, la rugosità, la forma, l’estensione, l’imbibizione, l’intensità della pioggia, la durata, la variabilità, il rapporto aree coperte/aree scoperte, presenza di aree permeabili ecc.

Il presente calcolo viene impostato su valori utili per progettare le sezioni dei tratti di fogna e quindi sulla verifica degli stessi.

Il procedimento necessita della determinazione della **legge di pioggia**, del **coefficiente di deflusso funzione dell’impermeabilità** e del **fattore di ritardo** funzione del tempo di correlazione alla durata della pioggia considerata.

Legge delle piogge

Ogni singolo evento pluviometrico può essere descritto attraverso una relazione altezza - durata o intensità - durata con le prime sempre crescenti al crescere delle durate e le seconde, invece, decrescenti.

Il pregio delle relazioni altezza – intensità - durata è legato essenzialmente al fatto che la portata di piena dipende non solo dall'intensità di pioggia ma anche dalla concentrazione dei deflussi da tutto il bacino funzione a sua volta della durata di pioggia.

Per eventi meteorici compresi tra 1 ora e 24 ore, la legge con cui l'altezza di pioggia varia al variare della durata può essere scritta nella forma:

$$h_T = a_T t^n$$

Dove - h - è l'altezza di pioggia, - a - è un coefficiente pari ad 1 nel caso della durata di pioggia pari ad 1 ora, t è la durata dell'evento meteorico ed - n - è un esponente compreso tra 0 ed 1, la legge di pioggia è funzione del periodo di ritorno T con il quale si esegue l'analisi.

La zona in cui le opere oggetto del presente progetto ricadono è la Regione Lombardia ed in particolare la provincia di Bergamo ed il comune di Bergamo/Orio al Serio, in essa sono state elaborate le informazioni pluviometriche dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, la quale riporta i seguenti valori per i coefficienti a ed n riferita alla cella di riferimento **DO71**:

T (anni)	a	n
20	50,86	0,258
50	66,18	0,254
100	74,10	0,250
200	81,21	0,246
500	90,82	0,243

Per le piogge brevi le cose si complicano notevolmente soprattutto per la scarsa base di dati che non permette di disporre dei coefficienti con cui schematizzare la legge di probabilità pluviometrica. In ogni caso diversi studi hanno evidenziato come per brevi durate il rapporto $r_\delta = h_\delta / h_{1\text{ ora}}$ tende a rimanere costante al variare della località, di conseguenza è possibile ricavare

le relative informazioni pluviometriche ed i relativi coefficienti per piogge di durata inferiore all'ora e per tempo di ritorno di riferimento $T = 20$ anni utilizzato per i calcoli.

T (anni)	a	n
20	50,86	0,258

Il valore di riferimento di portata specifica di piena Ps assunto in sede di progettazione con il tempo di ritorno $T = 20$ anni, la durata di pioggia pari a 15 minuti dedotto dalla curva di possibilità climatica pari a:

i = intensità di pioggia = 159,05 mm/ora

Ps = portata specifica di piena = 0,3976 mc/sec/ettaro

Per i dettagli degli impianti, i parametri di progetto e le calcolazioni e verifiche si rimanda agli elaborati di progetto.

Scelta del tracciato e dei materiali

Per lo schema in pianta dei tracciati delle tubazioni di progetto si rimanda agli elaborati progettuali grafici di cui si riporta lo schema generale:



Ripartizione sistemi di regimazione acque di piattaforma

Per la determinazione delle portate e delle velocità di progetto nell'ipotesi di moto uniforme in sezione circolare valgono le seguenti formule di Kutter:

$$Q = AV$$

$$V = c\sqrt{R_i p}$$

$$c = \frac{100\sqrt{R_i}}{m + \sqrt{R_i}}$$

Q = portata di deflusso

A = area di deflusso

V = velocità di deflusso

c = coefficiente di attrito

R_i = raggio idraulico

p = pendenza

m = coefficiente di scabrosità di Kutter

Calcolate le portate affluenti considerato il grado di riempimento del 80%, di cui al precedente punto, ed un coefficiente di scabrosità di Kutter $m = 0,12$, si adotteranno tubazioni in **PVC serie – SN8 - SDR 34 – CR8 KN/m²** (UNI EN 1401-1) per le seguenti condizioni d'impiego normalmente previste:

Temperatura massima permanente 40°C;

Massimo ricoprimento del terreno (misurato a partire dalla generatrice superiore del tubo) = 6 m;

Traffico stradale pesante = 18 t/asse;

Trincea larga o stretta;

Velocità elevate.

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni e dei raccordi di PVC rigido nella costruzione di fognature e di scarichi industriali sono contenute nelle seguenti norme:

- UNI EN1401: Tubi e raccordi di PVC rigido per condotte di scarico interrate (tipi, dimensioni e requisiti);
- PR EN 13476: Tubi strutturali in PVC rigido per condotte di scarico interrate
- UNI 7448: Tubi di PVC rigido (metodi di prova);
- UNI 7449: Raccordi e flange di PVC rigido (metodi di prova);
- UNI ISO/TR 7473: Tubi e raccordi di PVC rigido - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi.

Altri riferimenti:

- ISO/DTR 7073: Raccomandazioni per la posa di condotte interrate di PVC (1983);
- ISO/TC 138/1062: Tubi in plastica non a pressione. Metodi di calcolo per tubi flessibili interrati.

I tubi ed i raccordi di PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

Sistema di controllo degli scarichi

In osservanza delle disposizioni e regolamenti della Regione Lombardia richiamati in premessa si prevede il trattamento delle acque meteoriche di dilavamento della nuova piattaforma stradale della rotatoria mediante raccolta dalle caditoie e tramite tubazioni interrate il convogliamento nel sistema di dissabbiatura e disoleazione in continuo e smaltimento in pozzi perdenti.

Scelta della tipologia di trattamento

É considerata "prima pioggia", così come stabilito da Regolamento Regionale, un volume di 50 mc di pioggia precipitato su di una superficie di un ettaro in un tempo di 15 minuti dall'inizio della precipitazione (vale a dire 5 mm di precipitazione iniziale).

Da questo parametro deriva che la portata di prima pioggia imputata dalla normativa, per ogni ettaro di superficie imbriferi, corrisponda a:

$$(50.000 \text{ litri} / 1 \text{ ha}) : 900 \text{ sec} = \mathbf{55,5 \text{ lt/ sec}} \times \text{ha}.$$

Tutti i regolamenti regionali sulle acque di prima pioggia, in generale descrivono il trattamento standard di queste acque come composto da un accumulo/stoccaggio preventivo di questo volume, da rilanciare all'arrivo del tempo asciutto in disoleatore secondario, che viene ovviamente dimensionato sulla base della portata dell'elettropompa di rilancio.

Il Regolamento della Regione Lombardia, per il trattamento delle acque di prima pioggia, consente di impiegare sistemi diversi da quello standard a condizione che garantiscano lo stesso livello di protezione ambientale.

Il sistema adottato nel presente progetto prevede l'inserimento di separatori/disoleatori statici funzionanti senza nessuna apparecchiatura elettromeccanica per il trattamento continuo della portata affluente. Ovviamente detti sistemi vengono inseriti in linea sulla tubazione delle acque bianche, e trattano indistintamente tutta la portata in ingresso, compresa quella di seconda pioggia. L'importante è che il sistema proposto sia in grado di garantire nell'effluente i parametri di cui alla Tab. 3 del D. Lgs 152/06 e art. 5 comma 4 e comma 5 del R.R. Lombardia 24/03/06 n. 4.

A tale scopo, si applica il criterio di attribuzione della portata di prima pioggia, quella cioè con più inquinante, che tenga conto però del fatto che la mancanza di un accumulo preventivo condiziona il criterio di dimensionamento sottoponendolo al vincolo dell'effettiva possibile intensità della precipitazione, che in varie circostanze può raggiungere portate più elevate di quella imputata alla prima pioggia per regolamento, di **55,5** lt/ sec x ha

Questo criterio è espressamente richiamato **all'art. 5 comma 4 del vigente R.R. Lombardia 24/03/06 n. 4**, dove, qualora vengano adottati impianti di trattamento in continuo e senza accumulo preventivo, si richiede che questi siano dimensionati non sulla portata media di prima pioggia ma su quella massima.

Se pertanto la portata massima di un evento atmosferico nei primi minuti di precipitazione, può corrispondere a quella imputata dalla norma (55,5 lt/sec x ha), nelle fasi successive dell'evento (seconda pioggia) tale portata può subire incrementi anche di 5-6 volte rispetto a quella di prima pioggia, e detta portata, pur non necessitando di trattamento (le portate eccezionali - superiori a 55 lt/sec x ha - solitamente non ricadono all'inizio di un evento, e quindi sono classificabili come acque di seconda pioggia, esenti da obblighi di trattamento), esercita comunque una pressione motrice sulla tubazione d'ingresso al disoleatore, compromettendo le sue prestazioni.

Per questa ragione si inserisce, **quale importante complemento al sistema di trattamento**, un dispositivo-cameretta di scolmatura, con stramazzo tarato, capace di inviare al disoleatore la portata sino ad un massimo di 55,5 lt/sec x ha e di deviare invece in tubazione di troppo-pieno le portate eccedenti non inquinate, perché di seconda pioggia.

In mancanza di questo dispositivo, in caso di portate eccedenti, il sistema di raccolta delle acque viene sottoposto ad una portata superiore a quella di massima capacità del disoleatore, con possibile innalzamento di una colonna d'acqua sulla superficie di raccolta, che non sarà smaltita sino al ridursi della portata dell'evento, anche se ciò può accadere solo con portate eccezionali.

Se si vuole invece evitare questo inconveniente, occorre inserire a monte del disoleatore il citato pozzetto scolmatore.

Tale dispositivo è di seguito dettagliatamente descritto e dimensionato:

Separatori gravitazionali dei fanghi e degli idrocarburi totali delle acque di piazzale, piattaforma e delle acque di lavaggio: descrizione generale del processo depurativo e criteri di dimensionamento

Verranno ora di seguito illustrati i criteri di progetto dell'impianto di depurazione delle acque piovane di piattaforma stradale ad uso veicolare.

a) la separazione per gravità delle sostanze inquinanti

Primariamente le acque vengono immesse in un comparto ove sedimentano le sabbie e le terre dilavate dalla superficie stradale.

I fanghi decantati si accumulano nel comparto inferiore di tale bacino da dove periodicamente dovranno essere espurgati.

Dopo la sedimentazione la fase centrale è la rimozione delle sostanze sospese stabili.

Negli sgrassatori gravitazionali questa separazione viene eseguita per mezzo di un processo meccanico che, molto più economico della maggior parte dei metodi chimici e biologici, sfrutta la differenza di peso specifico, cioè la differenza di forza gravitazionale esistente tra le due fasi del sistema acqua - olii.

I principi applicati tanto per la progettazione che per l'esercizio del separatore per gravità, possono essere così riassunti:

la cinetica della risalita delle particelle oleose in un mezzo acquoso è regolata in prima approssimazione dalla Legge di "Stokes", secondo la quale le goccioline disperse risalgono con una velocità ascensionale pari a:

$$V = \frac{g}{18\mu} D^2 (\rho_a - \rho_o) \quad \text{cm/s}$$

ove:

g = accelerazione di gravità (cm/s^2)

m = viscosità dinamica dell'acqua sporca alla temperatura di progetto dell'impianto (poise = $\text{g/cm}^*\text{s}$)

D = diametro delle particelle (cm)

ρ_a, ρ_o = densità dell'acqua e dell'olio alla temperatura di progetto per l'impianto (g:cm^3)

Le finalità che si realizzano in questi separatori sono, in linea di principio, quelle di mettere a disposizione del sistema acqua - olii lo spazio ed il tempo necessari a far sì che tutte le goccioline, anche le più piccole e quindi più lente, possano risalire alla superficie.

La separazione ideale si realizza quando i punti X di tutte le goccioline, risultino compresi in un segmento AB che rappresenta la sezione del pelo libero del liquido sul quale l'olio o il grasso si raccolgono in uno strato continuo. Tale olio potrà essere estratto con secchielli o altre attrezzature da espurgo, attraverso il botolino sito nella copertura, oppure potrà essere rimosso automaticamente con un apparato elettromeccanico specifico, che può essere inserito quale utile accessorio.

Il criterio per il dimensionamento di questo comparto é fornito dalla norma DIN 1999, e sarà esaminato nel paragrafo seguente.

All'interno del comparto di separazione dei fluidi leggeri si colloca un dispositivo di filtrazione a coalescenza, che costituisce un ulteriore trattamento delle acque contenenti olii e grassi, consentendo la separazione di frazioni oleose che sfuggirebbero alla trappola gravitazionale per le troppo ridotte dimensioni delle goccioline d'olio.

Il processo consiste nel far filtrare l'acqua attraverso strati di materiale speciale in grado di provocare la coalescenza delle microgocce le quali, raggruppate in particelle di massa più consistente, possono anch'esse raggiungere per gravità la superficie del vano di stoccaggio.

b) criteri e formule per il dimensionamento

Per la selezione della tipologia e dei criteri di dimensionamento dei comparti di trattamento, ci si basa sulle norme in vigore, e cioè:

UNI EN 858 parte 1

UNI EN 858 parte 2

Per i separatori di benzine/olio combustibile

DIN 1999, parte 6

Per il dispositivo di coalescenza

c) misure / dimensionamento

Formula base per il dimensionamento - (UNI EN 858-2 cap. 4.3.1)

La formula-base indicata dalla norma per la valutazione della grandezza nominale del separatore, é la seguente:

$$\mathbf{NG} = (\mathbf{Qr} + \mathbf{Fx} * \mathbf{Qs}) * \mathbf{Fd}$$

ove:

NG = grandezza nominale del separatore

Qr = somma dei flussi di acqua piovana

Qs = somma dei flussi delle acque reflue

Fd = fattore di densità dei fluidi leggeri

Fx = fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico

Determinazione di Qr-flusso delle acque meteoriche - (UNI EN 858-2 cap. 4.3.5)

La somma dei flussi delle acque meteoriche **Qr** si calcola in base alla superficie pluviale **A** , alla intensità della precipitazione **i** (l/sec) - ed in considerazione di un coefficiente di afflusso nella condotta drenante che, nel caso di superfici impermeabili, si assume pari a: **Y = 1**

Un valore unitario del coefficiente di afflusso **Y** si assume anche, per ragioni di cautela, per superfici non del tutto impermeabili, ove sia comunque difficile valutare l'effettivo volume delle perdite di liquido nel sottosuolo.

Il calcolo si realizza secondo il seguente metodo:

$$Q_r = A \text{ (ha)} * i \text{ (l/s*ha)} * Y$$

Oppure

$$Q_r = A \text{ (m}^2\text{)} * i \text{ (l/s*m}^2\text{)} * Y$$

dove:

i = Portata locale della pioggia

Y = 1 (superficie impermeabile)

La legge regionale della Lombardia (R.R. 24/03/06 n. 4), all'Art. 2 punto C, come già detto, definisce: *“acque di prima pioggia» quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche”*

Inoltre all'art 5, comma 3, aggiunge che: *“Alle acque meteoriche di dilavamento deve essere destinata una apposita rete di raccolta e convogliamento”* la quale *“deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona, e comunque quanto meno assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti”*

Infine lo stesso art. 5, al comma 4, stabilisce che: *“le acque meteoriche di dilavamento provenienti da superfici contaminate da idrocarburi di origine minerale, in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia di cui al comma 2, possono essere sottoposte a trattamento in impianti con funzionamento in continuo, progettati sulla base della portata massima stimata in connessione agli eventi meteorici di cui al comma 3, fermo restando il rispetto dei valori limite di emissione di cui all'articolo 7, comma 1”*

Il combinato disposto degli articoli citati, stabilisce dunque che:

- 1) Il tempo di caduta da considerare, per i primi 5 mm di precipitazione, deve essere “quanto meno di 15 minuti”, dal che consegue, come già detto nei paragrafi precedenti, che la portata massima di **prima pioggia** da trattare corrisponda a :

$$(50.000 \text{ litri} / 1 \text{ ha}) : 900 \text{ sec} = \mathbf{55,5 \text{ lt/ sec}} \times \text{ha}$$

- 2) Un impianto a funzionamento in continuo quale quello proposto in oggetto alla presente relazione, è ammesso come trattamento dal citato art. 5 comma 4. Esso deve essere in grado di ricevere la portata massima della precipitazione, trattando nei propri comparti depurativi la portata inquinata della prima pioggia sino ad un valore non inferiore a **55,5** lt/ sec x ha.
- 3) Qualora la portata massima di pioggia insistente sull'area in qualsiasi periodo superi quella nominale del separatore di 55,5 lt/ sec x ha, il sistema di trattamento deve essere in grado di fare fronte a tale eccedenza (capacità di trattamento della portata massima), in maniera che, come disposto dallo stesso comma 4 dell'art. 5 sia comunque garantito "il rispetto dei valori limite di emissione di cui all'articolo 7, comma 1"

I tre punti sopra elencati, vengono dunque rispettati adottando un sistema di separazione composto da un'unità centrale di trattamento capace di trattare nei comparti depurativi una portata di almeno 55,5 lt/ sec x ha, accoppiata con una cameretta di distribuzione delle portate, in grado di distribuire all'unità di trattamento una portata massima di 55,5 lt/ sec x ha e di scolare, a valle del separatore, la portata eccedente, in modo da rimiscelarla con la portata trattata.

Con l'inserimento di questo comparto di scolmatura nel sistema complessivo di trattamento, il buon funzionamento del separatore è garantito in ogni condizione di portata in arrivo ed i valori limite allo scarico saranno rispettati a qualsiasi condizione di portata, compresa quella massima storica, in considerazione del fatto che quando il volume d'acqua proveniente nell'unità di tempo per eventi eccezionali supera i parametri per i quali il separatore è stato dimensionato in relazione alla superficie servita, allora in quel caso si dà per certo che il tenore di sostanze inquinanti presenti nel volume di acqua scaricato (composto dalla miscela acqua trattata + acqua scolmata) sia comunque percentualmente inferiore ai limiti di concentrazione fissati dalla norma (Tab. 3 – All. 5 D.Lgs 152/06). E ciò ovviamente in relazione al gran volume di acqua-diluyente scaricato, tipico dei periodi di "seconda pioggia", non inquinata per definizione.

Possiamo quindi procedere con la stima dimensionale dei separatori da adottare, valutando la portata nominale di prima pioggia da immettere nello stesso:

$$Q_r = A (ha) * i (l/s*ha) * Y$$

Vale a dire:

Impianto di trattamento n.1:

$$Q_r = 0,9845 \text{ (ha)} * 55,5 \text{ (l/s*ha)} * Y = 54,64 \text{ l/sec}$$

dove:

0,9845 (ha) = superficie imbrifera massima connessa al trattamento più le rampe

i = Portata nominale massima dei primi 5 mm di pioggia

Y = 1 (coefficiente della superficie impermeabile)

$$Q_r = 54,64 \text{ lt/sec}$$

Impianto di trattamento n.2:

$$Q_r = 0,213 \text{ (ha)} * 55,5 \text{ (l/s*ha)} * Y = 11,82 \text{ l/sec}$$

dove:

0,213 (ha) = superficie imbrifera massima connessa al trattamento più le rampe

i = Portata nominale massima dei primi 5 mm di pioggia

Y = 1 (coefficiente della superficie impermeabile)

$$Q_r = 11,82 \text{ lt/sec}$$

Impianto di trattamento n.3:

$$Q_r = 0,03 \text{ (ha)} * 55,5 \text{ (l/s*ha)} * Y = 1,665 \text{ l/sec}$$

dove:

0,03 (ha) = superficie imbrifera massima connessa al trattamento più le rampe

i = Portata nominale massima dei primi 5 mm di pioggia

Y = 1 (coefficiente della superficie impermeabile)

$$Q_r = 1,665 \text{ lt/sec}$$

Q_r , in sostanza, rappresenta il valore massimo di portata inviabile al trattamento di separazione.

Da ciò consegue però che, come detto in precedenza, in caso di precipitazioni eccezionali con portata puntuale superiore, nei separatori potrebbe essere immessa una portata di liquido superiore a quella nominale di targa dei dispositivi selezionati.

Abbiamo visto di come si può ovviare a tale problematica, mediante l'inserimento a monte di un pozzetto di distribuzione-stramazzo delle portate eccedenti, con soglia di stramazzo pre-calcolata.

Dispositivo di sfioro delle portate eccessive (by-pass) - (UNI EN 458-2 cap. 4.2.2)

L'impianto di trattamento, nel caso sia dimensionato, come nel caso in oggetto, per l'immissione delle sole acque di prima pioggia, deve essere provvisto, per una certezza di buon funzionamento, di un apposito speciale dispositivo di by-pass.

Questo dispositivo, collocato di norma immediatamente nel settore di arrivo dei liquami affluenti, prima dei comparti di separazione, rappresenta il dispositivo di stramazzo e by-pass delle portate idrauliche eccedenti la capacità del separatore. Infatti l'immissione nei separatori di portate idrauliche eccessive provoca correnti turbolente all'interno degli stessi, con il conseguente rischio di trascinarsi allo scarico degli olii e dei sedimenti separati dai rispettivi vani di stoccaggio.

Con l'inserimento di questo comparto il buon funzionamento del separatore è garantito in ogni condizione di portata in arrivo, anche in considerazione del fatto che quando il volume d'acqua proveniente nell'unità di tempo per eventi eccezionali supera i parametri per i quali il separatore è stato dimensionato in relazione all'utenza asservita, allora in quel caso si dà per certo che il tenore di sostanze inquinanti presenti in quel volume di acqua sia comunque percentualmente inferiore ai limiti di concentrazione consentiti dalla normativa in materia di scarichi. E ciò ovviamente in relazione al gran volume di acqua-diluente scaricato.

La realizzazione di uno stramazzo a distribuzione delle portate calcolate, avviene mediante l'inserimento all'interno del pozzetto di una soglia idraulica a profilo triangolare in acciaio inox AISI 304 avente un'altezza calcolata col metodo di Bazin. Questa speciale soglia consente il deflusso verso il separatore della sola portata massima di targa, mentre le portate eccedenti vengono deviate in una specifica tubazione di by-pass.

Questo comparto di scolmatura, sarà dettagliatamente descritto e dimensionato in paragrafo successivo.

Determinazione di Q_s - Acque reflue - (UNI EN 858-2 cap. 4.3.4)

La quantità di acqua di scarico Q_s viene determinata dal quantitativo accertato di acque sporche che derivano da processi di lavorazione.

Nel nostro caso non sussistono reflui di tale tipologia. Pertanto il valore di Q_s sarà pari a = 0 (zero)

Fd = Fattore di densità del fluido leggero - (UNI EN 858-2 cap 4.3.2.2)

Nel separatore di benzine / oli combustibili, in base ai principi gravitazionali ed a seconda della differenza di densità, varia la velocità di risalita dei fluidi leggeri e da ciò risulta :

- fino a **0.85** g/cm³ = fattore densità **1**
- da **0.85** fino a **0.90** g/cm³ = fattore densità **2**
- da **0.90** fino a **0.95** g/cm³ = fattore densità **3**

Determinante è la densità della quantità massima di fluidi leggeri prevista.

In caso di installazione di un dispositivo di filtrazione a coalescenza, le norme prevedono i seguenti fattori di densità:

- fino a **0.85** g/cm³ = fattore densità **1**
- da **0.85** fino a **0.90** g/cm³ = fattore densità **1,5**
- da **0.90** fino a **0.95** g/cm³ = fattore densità **2**

Nelle stazioni di servizio, nei piazzali di parcheggio o transito veicolare ordinario ove siano assenti impianti di autolavaggio o negli autolavaggi per autobus e minibus con piccole quantità di flussi, il fattore densità corrisponde di norma a: **Fd = 1**

Questo valore del fattore di densità deriva dalla Tabella A.1 della EN 858-II ed è universalmente utilizzato nei paesi europei per le piogge di dilavamento di piazzali di transito veicolare ordinario e per stazioni di servizio. Infatti sulla tabella A.1 il valore di **Fd = 1** risulta assegnato a acque contenenti "petrol, gasolina, diesel fuel, diesel oil, petroleum, fuel oil extra lhigt". Questi sono gli idrocarburi tipicamente contenuti nelle acque di piazzale di transito veicolare.

Per piazzali industriali particolari, ove possono essere depositati oli tecnici non ben identificati, è più prudente, per il calcolo di separatori con filtro a coalescenza, impiegare un fattore di densità più elevato (**1,5** oppure **2**)

Fx = Fattore di impedimento - (UNI EN 858-2 cap 4.3.2.1)

Il fattore di impedimento f_x tiene conto delle condizioni sfavorevoli di separazione, come quando sono presenti detergenti nell'acqua di scarico. I fattori di impedimento minimi raccomandati sono elencati in Tabella 2.

Tipo di scarico	f_x
a)	2
b)	non rilevabile poiché $QS = 0$ (solo acqua piovana)
c)	1
Tabella 2. Fattore di impedimento minimo f_x	

ove:

- a. acque di scarico derivanti da processi industriali, autolavaggi, pulizia di parti ricoperte d'olio o altre fonti;
- b. acque piovane contaminate da oli derivanti da aree impermeabili (parcheggi, strade, aree di deposito);
- c. sversamenti di liquido leggero dall'area circostante.

DIMENSIONAMENTO DEI SEPARATORI E DEGLI SCOLMATORI

Formula base per l'individuazione della grandezza nominale - (UNI EN 858-2 cap. 4.3.1)

La formula-base indicata dalla norma per la valutazione della grandezza nominale del separatore, abbiamo visto essere la seguente:

$$NG = (Q_r + F_x * Q_s) * F_d$$

Con:

NG = grandezza nominale del separatore

Q_r = somma dei flussi di acqua piovana = 19,98 lt/sec

Q_s = somma dei flussi delle acque reflue = 0

F_d = fattore di densità dei fluidi leggeri = 1

F_x = fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico (ininfluente poiché $Q_s = 0$)

Dimensionamento della vasca del fango - (UNI EN 858-2 cap. 4.4)

Per determinare la capienza della vasca del fango da abbinare al separatore bisogna considerare la grandezza nominale del separatore e al contempo lo scopo per il quale è stato realizzato.

Pertanto le norme richiedono l'applicazione di una particolare tabella che indica la grandezza del comparto al mutare di vari fattori.

Tale tabella assegna tre diversi coefficienti moltiplicatori della grandezza nominale, al fine del calcolo della volume della vasca, e questi coefficienti dipendono dalla tipologia applicativa della vasca stessa.

Tipologie applicative al fine della valutazione delle quantità di fango:		Volume minimo del vano di accumulo dei fanghi I
Piccola	<ul style="list-style-type: none"> - acque reflue di trattamento con volume di fango definito - tutte le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo prodotto dal traffico o similari, vale a dire bacini di raccolta in aree di stoccaggio carburante e stazioni di rifornimento coperte 	$\frac{100 * NS}{f_d} \quad a$
Media	<ul style="list-style-type: none"> - stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti - aree di lavaggio bus - acque reflue da garage, aree di parcheggi veicoli - centrali elettriche, impianti e macchinari 	$\frac{200 * NS}{f_d} \quad b$

Alta	- impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole - aree di lavaggio autocarri	$\frac{300 * NS}{f_d}$ b
	- autolavaggi automatici, vale a dire self-service	$\frac{300 * NS}{f_d}$ c
^a non per separatori inferiori o uguali a NS 10, tranne per i parcheggi coperti ^b volume minimo ammesso dell'accumulo fanghi: 600 l ^c volume minimo ammesso dell'accumulo fanghi: 5000 l		
Tabella dei volumi dell'accumulo dei fanghi		

Nelle acque in fase di trattamento si possono trovare sostanze in sospensione (per esempio torba, fibre, aghi di pino, foglie etc.), che per il proprio peso specifico ($\approx 1 \text{ g/cm}^3$) non sono sedimentabili; in tal caso occorre prendere opportune precauzioni , se la vasca del fango è collegata direttamente al filtro a coalescenza.

Nel caso in oggetto il separatore è destinato ad impieghi di cui al primo caso considerato in tabella, e pertanto il coefficiente dimensionale minimo della vasca del fango è pari = **100**.

COMPARTO DI SEPARAZIONE LIQUIDI LEGGERI

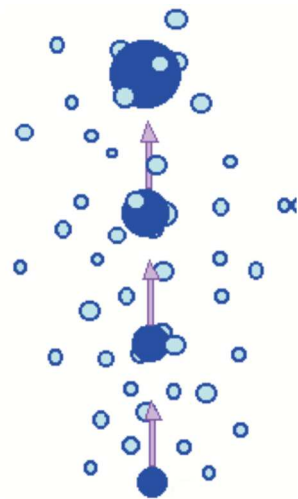
DISPOSITIVO A COALESCENZA

Il dispositivo a coalescenza consiste in una cella in resina poliesteri contenente uno speciale materiale in polipropilene isotattico che riproduce una struttura reticolare ad alette piatte inclinate, tale da favorire la coalescenza delle particelle in emulsione che quindi aumentando di diametro possono essere separate per via gravimetrica in tempi molto ridotti e di conseguenza compatibili con quelli di progetto (aumento velocità di Stokes).

Infatti nel caso di particelle molto piccole (dell'ordine del μm), le forze di tensione superficiale sono superiori alle forze di Archimede e pertanto la separazione gravitazionale risulta impossibile.

Il filtro a coalescenza non è altro che un tradizionale filtro costituito da materiale idrofobo con elevato indice di vuoto (non è pertanto un filtro “meccanico” atto a trattenere alcunché) all’interno del quale viene fatta passare l’emulsione acqua/olio. Durante il passaggio all’interno del filtro l’acqua passa indisturbata, così come le particelle di olio di più grandi dimensioni che vengono trasportate dalla spinta dell’acqua. Le particelle di olio più piccole, avendo una superficie specifica maggiore, risentono maggiormente delle forze di superficie che della spinta dell’acqua e pertanto aderiscono alla superficie del filtro senza seguire il flusso dell’acqua. In questo modo poco per volta le gocce aderite al filtro si uniscono formando particelle di dimensioni maggiori fino a raggiungere la dimensione per cui le forze superficiali diventano minori delle forze di inerzia: a questo punto la particella viene trasportata con il flusso d’acqua e potrà essere separata con il tradizionale metodo gravitazionale nel comparto posto a valle del dispositivo, avente superficie e volumetria adeguati allo scopo.

Più nel dettaglio, si può dire che la coalescenza delle particelle di olio in emulsione viene così ottenuta sfruttando la diversa tensione superficiale dell’olio rispetto all’acqua. Le particelle di olio una volta a contatto aumentano la loro dimensione, favorite sia dalle alette in plastica che dagli urti tra esse stesse e, visto il regime di moto laminare, una volta raggiunta una dimensione tale da contrapporsi alle forze elettriche di adesione alle superfici o tale da opporsi al trasporto dovuto alla corrente, cominceranno a procedere con una velocità che aumenterà in funzione del quadrato del diametro della particella.



Quindi l’inclinazione assunta dalle lamelle in plastica nel dispositivo, favorisce un flusso in controcorrente delle particelle di olio di maggiore densità incrementando notevolmente il rendimento nel processo nel suo complesso.

Il dispositivo è completamente realizzato in materiale inossidabile, immarcescibile e incorrodibile, e strutturalmente robusto per durare nel tempo.

Essendo poi la sua funzione completamente statica e priva del tutto del supporto di qualsiasi organo in movimento, esso è da considerarsi in tutto e per tutto come una parte integrante del manufatto civile prefabbricato, piuttosto che un’apparecchiatura meccanica.

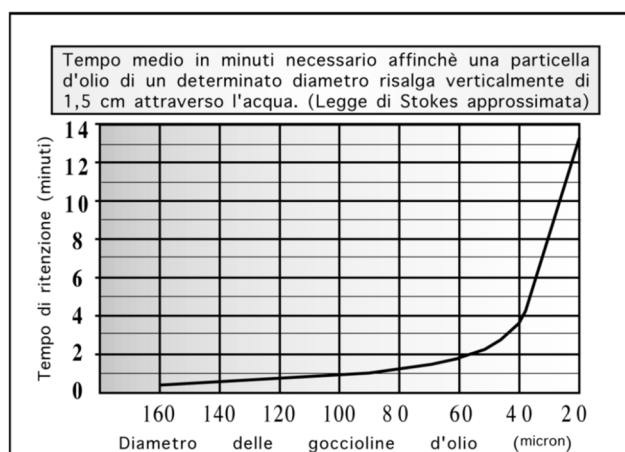
Periodicamente (di norma ogni 1 – 2 anni) i filtri, dovranno essere lavati al loro interno con l’idrolancia a pressione, in dotazione normalmente dello stesso operatore incaricato dello smaltimento, affinché incrostazioni di fango non si possano accumulare sulla superficie delle alette col rischio di produrre intasamenti del dispositivo nel corso degli anni.

Questa operazione dovrà essere illustrata con fotografie nel manuale d'uso che sarà consegnata dal produttore all'atto della messa in esercizio.

Note sul Dimensionamento del comparto di separazione

Trattandosi di scarichi con media presenza di oli (idrocarburi) con filtro a coalescenza, si adottano tempi di ritenzione dell'influente nel separatore T variabili tra i 100 ed i 180 sec (variabili a seconda del tipo di piazzale)

Questi tempi di ritenzione, come prescritto dalla DIN 1999, sono sufficienti per una perfetta separazione degli oli in quanto, grazie al filtro a coalescenza presente, le goccioline d'olio di piccolo diametro vengono addensate (fenomeno della coalescenza) in goccioline di diametro superiore ai 60 micron, in maniera da rendere efficiente il separatore in conseguenza della Legge di Stokes, come si evince dal grafico seguente:



OTTURATORE AUTOMATICO

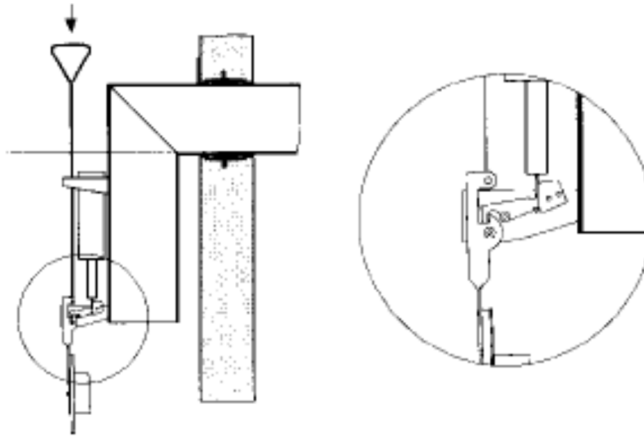
In osservanza alle norme in vigore e direttive CEE, nel trattamento in continuo delle acque di pioggia, è obbligatorio per la prevenzione, un sistema di interruzione del flusso delle acque allo scarico nei casi di sversamenti accidentali di idrocarburi/benzine/oli o accumuli in vasca che possono generare riflussi allo scarico.

A tale scopo internamente al separatore è inserito un OTTURATORE AUTOMATICO GALLEGGIANTE, tarato per densità 0,85 g/cm³. Quando la colonna dell'olio separato raggiunge un'altezza prossima al sifone di scarico, l'otturatore si aziona bloccando il flusso di qualsiasi liquido allo scarico.

La chiusura automatica a galleggiante avviene meccanicamente, rifacendosi alla legge di gravità che vede l'acqua più pesante dell'olio, rimanere sul fondo.

Il dispositivo chiude il canale d'uscita impedendo che il refluo fluisca dal manufatto.

Una volta riempito il manufatto di acqua chiara prima della messa in funzione, controllare, nel pozzetto a valle, che questa fluisca.



L'otturatore automatico è quindi un dispositivo realizzato in acciaio AISI dotato di un galleggiante in grado di rilevare ed interagire con lo strato di olio separato in superficie.

Al raggiungimento del livello critico, oltre il quale esiste il rischio che l'olio separato venga trascinato allo scarico, il galleggiante sgancia un piattello otturatore che chiude la bocca di scarico.

Il sistema sarà dotato di dispositivo di allarme livelli di emergenza di cui di seguito si specifica la funzionalità

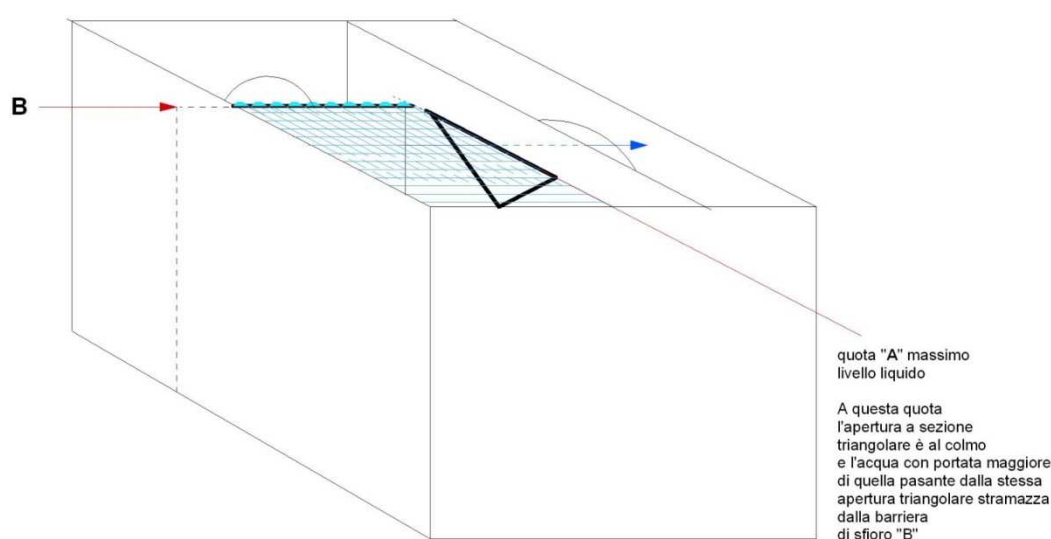
Il dispositivo è un utile strumento per il gestore, in quanto consente allo stesso di essere allertato quando nel separatore si sono verificate condizioni anomale di livello, senza che sia più necessario effettuare periodiche ispezioni visive dello stato dei livelli attraverso i chiusini d'ispezione.

Lo scopo di questo dispositivo è duplice:

- 1) Lanciare un allarme quando il livello degli oli separati ha raggiunto la sua quota massima facendo scattare l'otturatore automatico di chiusura. In questo caso il livello del liquido nel comparto si innalza sino a sfiorare il sistema di sonde di allarme, già preinstallate in fabbrica nel separatore, il quale invia immediatamente il segnale al quadretto collocato a parete, che provvede ad azionare un lampeggiante ed un cicalino acustico avvisando il gestore.
- 2) Lanciare un allarme quando la portata immessa nel separatore è anomala e supera di molte volte la quota nominale. Anche in questo caso infatti significa che il separatore è utilizzato in modo improprio e con rischio di trascinarsi oli allo scarico. Questa funzione deriva dalla circostanza che un separatore dimensionato secondo la norma non dovrebbe mai superare nella fase di scarico una percentuale di riempimento del tubo di scarico pari al 60%. Se

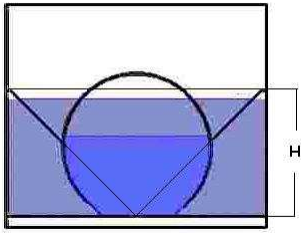
questa quota viene superata a causa di una portata in ingresso anomala, quando questa raggiunge il 101%, provocando lo riempimento al colmo del tubo di scarico e superando di 2-3 mm la quota superiore del tubo di scarico, il liquido nel comparto arriverà a sfiorare il sistema di sonde di allarme, già preinstallate in fabbrica nel separatore, il quale invia immediatamente il segnale al quadretto collocato a parete, che provvede ad azionare un lampeggiante ed un cicalino acustico avvisando il gestore. Al verificarsi di questa circostanza, si prega di contattare il produttore del manufatto.

DIMENSIONAMENTO DELLA CAMERETTA DI DISTRIBUZIONE DELLE PORTATE



Verifichiamo l'altezza che assumerà il liquido nel comparto di distribuzione nei momenti di massima portata, inserendo a monte della tubazione di mandata al sistema di trattamento delle acque di prima pioggia uno stramazzo a profilo triangolare (angolo 90°).

Nella condizione di massima altezza della soglia a profilo triangolare (quota "A" nello schema grafico). A queste condizioni dunque, il valore di H sarà quello corrispondente all'altezza effettiva del triangolo che rappresenta la mandata che si intende colmare al 100% alla portata massima:

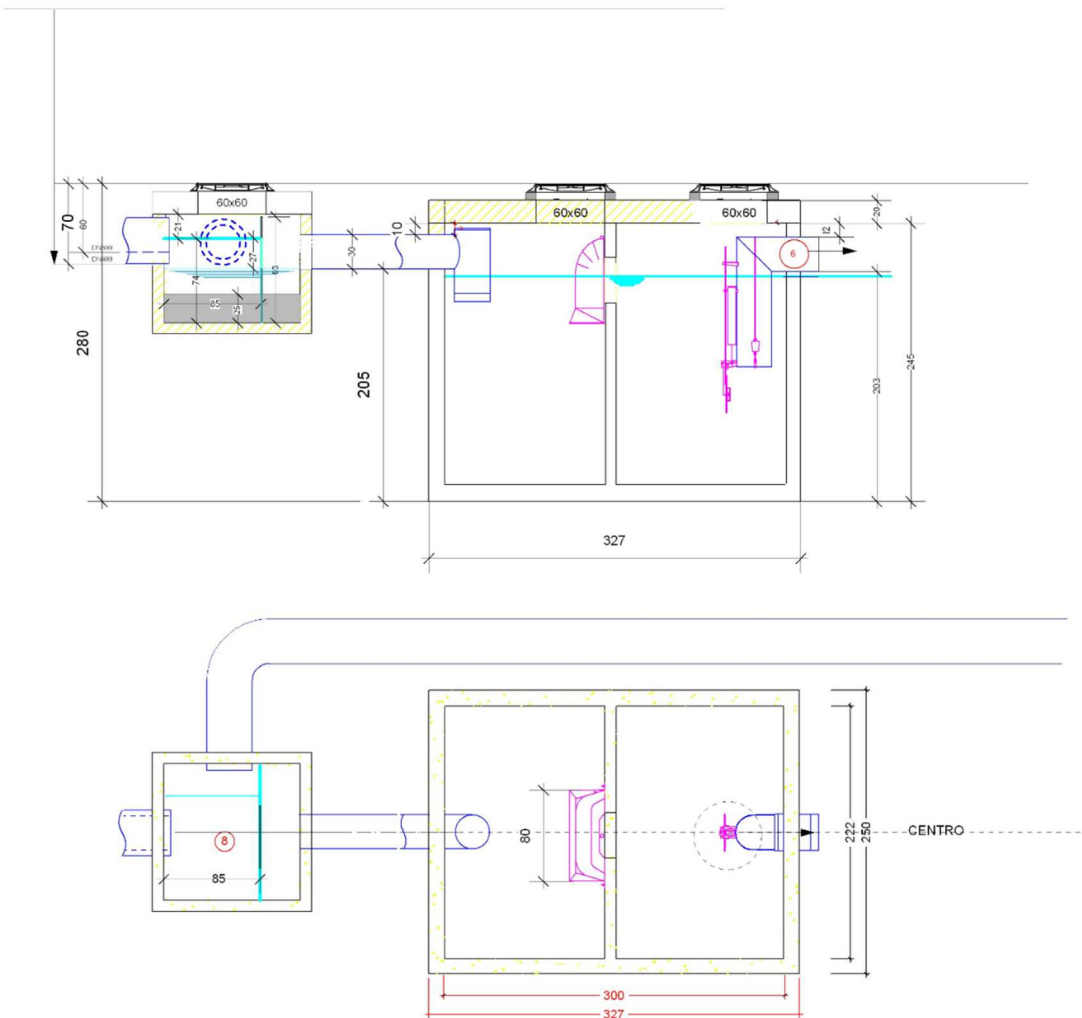


E quindi avremo:

Impianto di trattamento n.1:

DATI DI PROGETTO E DIMENSIONAMENTO			DIMENSIONI ESTERNE E PESO DELLA VASCA		
Portata media di prima pioggia da trattare	Lt/sec x ha.	55,5	Lunghezza	Cm.	330 (int. 300)
Portata massima inviata al separatore	Lt/sec	65	Larghezza	Cm.	250 (int. 223)
Portata seconda pioggia deviata dallo scolmatore	Lt/sec	>65	Altezza	Cm.	245 (int. 230)
Volume vano di dissabbiatura	Lt	6.500	Peso	Q.li	124
Volume vano di disoleatura	Lt	6.800	DIMENSIONI EST. E PESO DELLA COPERTURA 1 ^a Cat.		
Volume totale	Lt	13.300	Lunghezza	Cm.	330
Volume max oli separati e stoccati	lt.	975	Larghezza	Cm.	250
DN-IN	m/m	300	Spessore	Cm.	20
DN-OUT	m/m	300	Peso	Q.li	38

ATTENZIONE: QUESTA QUOTA DEL PIANO DI SCORRIMENTO DELLA TUBAZIONE IN ARRIVO, CORRISPONDENTE A -70/71 CM DAL PIANO CAMPAGNA E' VINCOLANTE. EVENTUALI MAGGIORI PROFONDITA' DI INTERRO DELLA TUBAZIONE, E QUINDI EVENTUALI QUOTE MINORI DEL PIANO DI SCORRIMENTO, COMPORTANO UN CORRISPONDENTE MAGGIORE INTERRAMENTO DI TUTTO IL SISTEMA, SCOLMATORE-VASCA, PER TRASLAZIONE VERTICALE, CIO' COMPORTERA' L'ESIGENZA DI RIALZARE I CHIUSINI D'ISPEZIONE PER UN'ALTEZZA CORRISPONDENTE A QUELLA DEL MAGGIOR INTERRO.



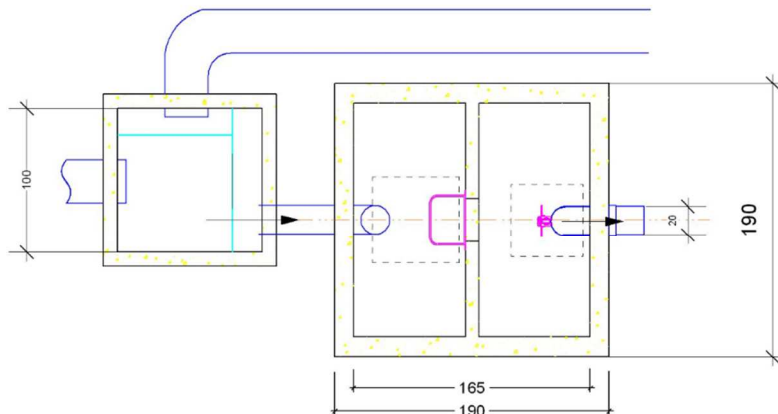
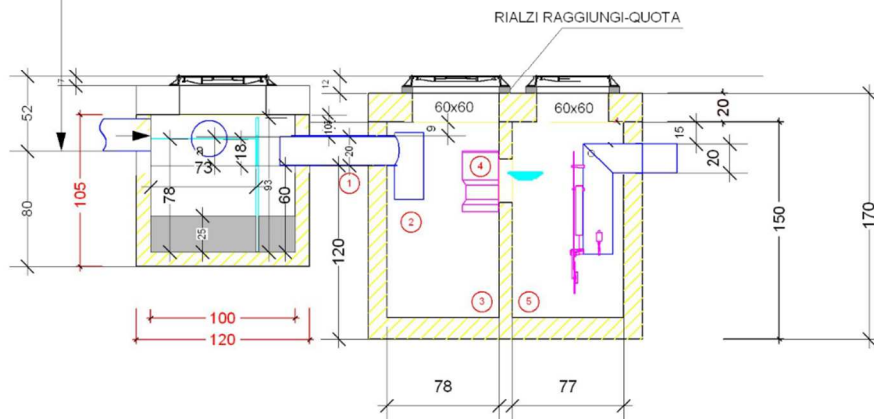
IMPIANTO IN CONTINUO cod. DO-P-F1-065 con scolmatore

Impianto di trattamento n.2 e 3:

DATI DI PROGETTO E DIMENSIONAMENTO			DIMENSIONI ESTERNE E PESO DELLA VASCA		
Portata media di prima pioggia da trattare	Lt/sec x ha.	55,5	Lunghezza	Cm.	190 (int. 165)
Portata massima inviata al separatore	Lt/sec	15	Larghezza	Cm.	190 (int. 165)
Portata seconda pioggia deviata dallo scolmatore	Lt/sec	> 15	Altezza	Cm.	150 (int. 135)
Volume vano di dissabbiatura	Lt	1.500	Peso	Q.li	47
Volume vano di disoleatura	Lt	1.500	DIMENSIONI EST. E PESO DELLA COPERTURA 1 ^a Cat.		
Volume totale	Lt	3.000	Lunghezza	Cm.	190
Volume max oli separati e stoccati	lt.	225	Larghezza	Cm.	190
DN-IN	m/m	200	Spessore	Cm.	20
DN-OUT	m/m	200	Peso	Q.li	17

ATTENZIONE: QUESTA QUOTA DEL PIANO DI SCORRIMENTO DELLA TUBAZIONE IN ARRIVO, CORRISPONDENTE A -52 CM DAL PIANO CAMPAGNA E' VINCOLANTE. EVENTUALI MAGGIORI PROFONDITA' DI INTERRO DELLA TUBAZIONE, E QUINDI EVENTUALI QUOTE MINORI DEL PIANO DI SCORRIMENTO, COMPORTANO UN CORRISPONDENTE MAGGIORE INTERRAMENTO DI TUTTO IL SISTEMA, SCOLMATORE-VASCA, PER TRASLAZIONE VERTICALE. CIO' COMPORTERA' L'ESIGENZA DI RIALZARE I CHIUSINI D'ISPEZIONE PER UN'ALTEZZA CORRISPONDENTE A QUELLA DEL MAGGIOR INTERRO.

N.B: L'impianto n. 3 e previsto senza il pozzetto di by-pass



SEPARATORE DO-P-F1-015-CO CON
POZZETTO REGOLATORE DI PORTATA

VERIFICA TUBAZIONI INTERRATE

Di seguito si riportano le verifiche di sezioni, portate e velocità di progetto intermedie e complessive dei singoli tronchi di tubazione:

Linea	Q _{es} (l/s)	Ø (mm)	i	V (m/s)	Q _{max} (l/s)	Verifica
A1.1 - A1.9	52,129	250 PVC	0,748%	1,54	70	Positiva
A1.9 - A1.19	109,546	315PVC	0,748%	1,8	130	Positiva
A1.19 - Cameretta A1	159,220	400PVC	0,748%	2,1	250	Positiva
A2.1 - A2.2	3,777	250 PVC	4,500%	3,77	175	Positiva
A2.2 - A2.5	15,110	250 PVC	0,867%	1,66	75	Positiva
A2.5 - Cameretta A1	27,953	250 PVC	0,500%	1,26	58	Positiva
CAMERETTE A1 - B1	187,173	400 PVC	1,00%	2,43	280	Positiva
B1.1 - B1.9	60,061	250 PVC	0,748%	1,54	70	Positiva
B1.9 - B1.11	60,061	315PVC	0,278%	1,08	80	Positiva
B1.11 - Cameretta B1	71,394	315PVC	0,748%	1,8	130	Positiva
B2.1 - B2.3	11,332	250 PVC	4,500%	3,77	175	Positiva
B3.1 - B2.3	11,332	250 PVC	4,500%	3,77	175	Positiva
B2.3 - B2.11	89,148	250 PVC	4,500%	3,77	175	Positiva
B2.11 - B2.14	100,480	315 PVC	0,867%	1,86	125	Positiva
B2.14 - Cameretta B1	113,324	400 PVC	0,50%	1,72	200	Positiva
Linee C1, C2, C3	49,485	250 PVC	0,500%	1,26	58	Positiva
Linee C4 - C5	30,975	250 PVC	0,500%	1,26	58	Positiva
CAMERETTA C1 - T2	80,460	315 PVC	1,000%	2,05	145	Positiva
D1 - D3	11,332	250 PVC	4,500%	3,77	175	Positiva

BATTERIE DI POZZI PERDENTI

Per il dimensionamento si è adottato il **metodo delle sole piogge** che si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino.

In tali condizioni applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante il volume entrante risulta pari a:

$$W_e = A \phi a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente con evacuazione dei pozzi a portata costante (laminazione ottimale):

$$Q_u = Q_{u,max} \quad \text{risulta} \quad W_u = Q_{u,max} \theta.$$

Il volume massimo da accumulare nella vasca di laminazione/volano e batteria di pozzi perdenti risulta pari alla massima differenza tra le due curve e può essere individuato graficamente (rif. Figura 1) riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta:

$$h_{netta} = \phi a \theta^n$$

e la retta rappresentante il volume, riferito all'unità di area del bacino a monte, uscente dalla vasca:

$$h_u = \frac{Q_{u,max} \cdot \theta}{S}$$

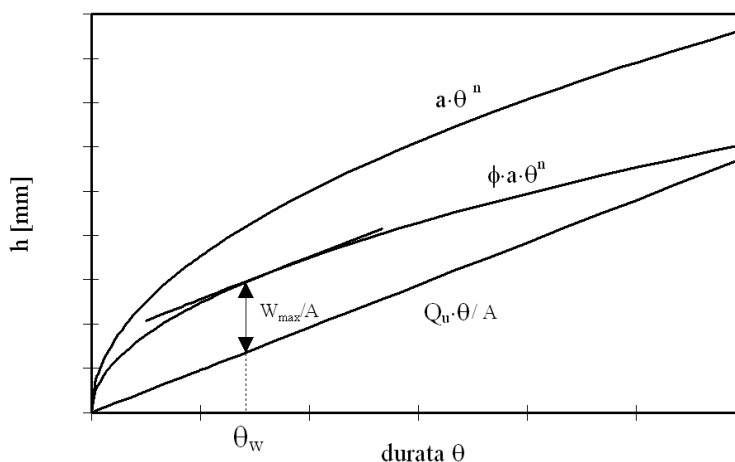


Figura 1 - Individuazione dell'evento critico per la vasca con il metodo delle sole piogge.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando la differenza

$$\Delta W = h_{\text{netta}} - h_u,$$

si ricava la durata critica per i pozzi θ_w e il volume dei pozzi W_0 , sole piogge:

$$\Theta_w = \left(\frac{Q_{u \max}}{2,78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_{0, \text{sole piogge}} = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n - 3,6 \cdot Q_{u \max} \cdot \theta_w$$

Calcolo art. 11 del R.R. Lombardia n. 7/2017

Con:

Criticità idraulica = A

Coefficiente P = 1

A = superficie di influenza interessata = 1,005 ha

a = coefficiente della curva di possibilità pluviometrica per T = 100 anni = 74,10

n = coefficiente della curva di possibilità pluviometrica per T = 100 anni = 0,250

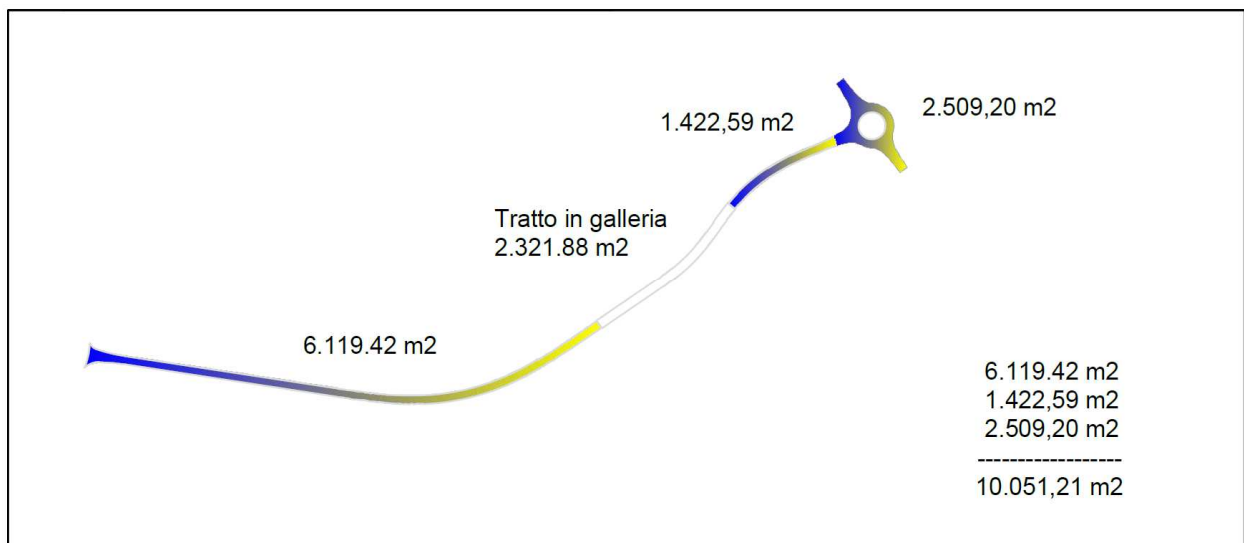
K = coefficiente di permeabilità = $1 \cdot 10^{-3}$ m/s - valore risultante da relazione geologica

J = cadente piezometrica = 1 m/m

z = altezza utile del pozzo perdente = 3,50 m

\varnothing = diametro pozzo perdente = 200 cm

Determinazione superfici impermeabili:



Verifica Globale:

$Q_{u,max}$ = portata di uscita massima corrispondente alla portata specifica di filtrazione

$$Q_{u,max} = 196,35 \text{ l/s}$$

Θ_w = durata critica della vasca = 10,1 min

$W_{0,sole\ piogge}$ = volume critico della vasca di laminazione = 358,02 m³

Il volume utile della batteria di n.4 pozzi perdenti di altezza utile di 5,00 m è pari a:

$$392,70 \text{ m}^3 > 358,02 \text{ m}^3 = W_{0,sole\ piogge}$$

Verifica dei requisiti minimi art. 12 del R.R. Lombardia n. 7/2017:

Volume minimo di invaso = Art. 12, l. a) = 800 m³/ha x 1,005 ha = 804 m³

Riduzione del 30% art. 11, c.2, l.e = 562,80 m³

$$562,80 \text{ m}^3 > 358,02 \text{ m}^3 = W_{0,sole\ piogge}$$

Si adotta il volume minimo di 562,80m³

Pozzi sistema n. 1 = n.3 pozzi Ø500 h_{utile} = 5 m = 194,37 m³

$$= n.6 pozzi Ø350 h_{utile} = 4 \text{ m} = 236,76 \text{ m}^3$$

Pozzi sistema n.2 = n.4 pozzi Ø200 h_{utile} = 3,5 m = 43,96 m³

Totale **569,09 m³ > 562,80 m³ V min invaso**

In merito all'impianto n.3 afferente alla strada esistente

$Q_{u,max}$ = portata di uscita massima corrispondente alla portata specifica di filtrazione

$$Q_{u,max} = 12,56 \text{ l/s}$$

Θ_w = durata critica della vasca = 3,7 min

$W_{0,sole\ piogge}$ = volume critico della vasca di laminazione = 8,29 m³

Il volume utile della batteria di n.1 pozzo perdente di altezza utile di 3,50 m è pari a:

$$11,00 \text{ m}^3 > 8,29 \text{ m}^3 = W_{0,sole\ piogg}$$