

## Aeroporto "Marcello Arlotta" di Taranto Grottaglie



### **Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030** **INTEGRAZIONI PER PROCEDIMENTO VIA**

*Relazione idraulica – Gestione acque  
meteoriche*

*Relazione Tecnica*



Committente



## AEROPORTI DI PUGLIA

Direttore Generale/Accountable Manager: Dott. Marco Franchini  
Responsabile del Procedimento: Ing. Donato D'Auria

Progettista



### Progettista

Ing. Gianluca CALACE  
Ord. Ing. Padova  
Sez. A - n. 3605



### Studio di impatto ambientale

Ing. Alessandra LISIERO  
Ord. Ing. Venezia  
n. 3517



### Consulente

Ing. Mauro DI PRETE  
Ord. Ing. Roma  
n. 14624





## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>ASPETTI FUNZIONALI E DIMENSIONALI</b> .....	<b>13</b>
5.1	Caratteristiche funzionali .....	13
5.1.1	Articolazione aree funzionali – Intervento 51: "Ovest 10" .....	13
5.1.2	Articolazione aree funzionali – Intervento 52: "Ovest 6" .....	13
5.1.3	Articolazione aree funzionali – Intervento 53: "Ovest 5" .....	14
	L'impianto di trattamento e la trincea drenante verranno dimensionate con la stessa metodologia utilizzata per gli interventi precedentemente descritti, in funzione della superficie afferente al recapito interessato. ....	14
5.2	Caratteristiche dimensionali .....	14
5.3	Dotazione impiantistica .....	15
<b>6</b>	<b>INTERVENTI FASE 1- IDRAULICA DI PROGETTO</b> .....	<b>17</b>
6.1	Rete di raccolta e smaltimento delle acque .....	17
6.1.1	Drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate .....	17
6.1.2	Opere di allontanamento e conferimento a trattamento e recapito .....	19
6.1.3	Impianti di trattamento acque di "prima pioggia" .....	19
6.1.4	Invaso e dispersione delle acque raccolte .....	20
<b>7</b>	<b>INTERVENTI FASE 1- CALCOLI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA</b> .....	<b>22</b>
7.1	Rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche .....	22
7.1.1	Pluviometria .....	22
7.1.2	Dimensionamento della rete .....	24
7.1.2.1	Metodo Cinematico .....	25
7.1.2.2	Criteri di dimensionamento .....	26
7.1.3	Verifica dimensionale delle vasche di sedimentazione .....	26
7.1.4	Verifica dimensionale delle trincee disperdenti .....	27
7.1.4.1	Trincea disperdente "Ovest 10" .....	28
<b>8</b>	<b>TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA</b> .....	<b>30</b>
8.1	Premesse – Inquadramento normativo .....	30
8.2	Descrizione del processo di trattamento .....	35
8.3	Tipologia costruttiva dei manufatti di trattamento .....	35
8.3.1	Vasche di accumulo .....	36
8.3.2	Sedimentatore .....	37
8.3.3	Separatore di olii/Disoleatore .....	38
8.3.4	Processo di filtrazione passiva dei metalli solidi disciolti .....	38
8.3.4.1	Dimensionamento secondo norma UNI EN 858:2003 .....	40
8.3.4.2	Dimensionamento secondo Stokes .....	41
8.3.4.3	Manutenzione del sistema .....	42

## **1 PREMESSA**

La presente relazione idraulica fa riferimento al Piano di Sviluppo Aeroportuale 2030 dell'Aeroporto "Marcello Arlotta" di Taranto - Grottaglie denominato "Infrastrutturazione destinata all'insediamento di attività industriali orientate alla sperimentazione e test di nuove soluzioni aerospaziali sull'Aeroporto di Grottaglie (TA)".

Per quanto concerne il sistema di gestione delle acque meteoriche, gli interventi previsti nell'ambito del Piano di Sviluppo Aeroportuale sono finalizzati ad una ottimizzazione e razionalizzazione del sistema di raccolta, trattamento e allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici impermeabili attraverso la riconfigurazione della rete e la realizzazione di tre trincee disperdenti (Ovest 10, Ovest 11 e Ovest 5) con le relative vasche di trattamento e dello spostamento di una esistente (Ovest 6).

Il nuovo assetto infrastrutturale induce una necessaria riconfigurazione della rete di raccolta, sia in ragione dell'incremento delle superfici pavimentate, sia delle interferenze delle opere stesse con l'attuale sistema di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la progettazione degli interventi in seguito descritti si farà riferimento alla vigente normativa nazionale e regionale in materia di LL.PP., nonché alle disposizioni nazionali e internazionali in materia di infrastrutture aeronautiche ed aeroportuali, con specifico riguardo alle leggi, norme, regolamenti e circolari tecniche di seguito elencate:

### ENAC

- "Regolamento per la Costruzione e L'Esercizio degli Aeroporti" dell'ENAC, Edizione 2 del 21 ottobre 2003. – Emendamento 9 del 23/10/2014;
- Circolari della serie Aeroporti (APT);
- Nota del Dipartimento Sicurezza - Area Infrastrutture Aeroportuali – Ufficio Pianificazione Aeroportuale prot. N° 4820/UPA del 22/11/2001, inerente "Linee guida per la redazione dei Piani di sviluppo Aeroportuali";

### ICAO

- Annesso 14 – Volume 1, Aerodromes e Volume 2, Heliport con le pertinenti parti degli Allegati Tecnici DOC 9137-AN/898 Manuale dei Servizi di Aeroporto e DOC 9157-AN/901 Manuale per la Progettazione degli Aeroporti - terza Ed. Luglio 1999 ed aggiornamento n°4 del 1 nov. 2001;
- Annesso 17 (Security), Misure di Sicurezza a tutela dell'Aviazione Civile Internazionale contro gli Atti di Interferenza Illecita;

### EASA

- Reg.UE 139/14. Decision 2014/013/R; Decision 2014/012/R

### FAA (Federal Aviation Administration)

- AC 150/5070-6B Airport Master Plans
- AC 150/5300-13 Airport Design
- AC 150/5360-9 Planning and Design of Airport Terminal Facilities at NONhub Locations
- AC 150/5360-13 Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities Reprint
- AC 150/5320-6D Airport Pavement Design and Evaluation

### IATA

- Airport Development Reference Manual – Edizione 2004 per gli impianti elettrici, per le parti ad esso applicabili

### Normativa Nazionale

- **ENAC** - Programma Nazionale Sicurezza per l'Aviazione Civile Ed. 2 del 9 giugno 2015
- **C.E.I.** - Comitato Elettrotecnico Italiano - per quanto riguarda le «Norme Generali»
- **Norma UNI EN 858-1**: "Impianti di separazione per liquidi leggeri: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto marcatura e controllo qualità";
- **Norma UNI EN 858-2**: "Impianti di separazione per liquidi leggeri: Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione";
- **Norma UNI 7447-1**: "Tubi e raccordi di in Poli-cloruro di vinile rigido per condotte di scarico interrate .Tipi, dimensioni e requisiti";
- **Norma UNI EN 1916**: Normativa europea di riferimento per l'accettazione l'impiego e la posa in opera delle Tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso armato;
- **Norma UNI EN 1433**: "Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità";
- **Legge n° 265/2004**, con cui è stato convertito in legge, con modificazioni, il D.L. 8 settembre 2004, n. 237, recante "interventi urgenti nel settore dell'aviazione civile";

- **Decreto Legislativo 9 Maggio 2005, n° 96** recante la "Revisione della parte aeronautica del Codice della Navigazione, a norma dell'articolo 2 della legge 9 novembre 2004, n° 265";
- **Decreto Legislativo 15 Marzo 2006, n° 151** recante "Disposizioni correttive ed integrative al D.lgs. 9 maggio 2005, n° 96 recante la revisione della parte aeronautica del Codice della Navigazione;
- **Decreto Legislativo 3 Aprile 2006 n° 152** "Testo unico ambientale";
- **Decreto Legislativo 12 Aprile 2006, n° 163** "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture";
- **D.P.R. n. 207 del 05/10/2010**, "Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto legislativo 12 Aprile 2006, n° 163 recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»;
- **Decreto Legislativo 8 aprile 2008 n. 81 e s.m.i** - "Attuazione all'art.1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Decreto Legislativo 3 agosto 2009 n. 106**- Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- **D.M. Infrastrutture del 14.01.2008 e s. m. e i** - Nuove norme tecniche per le costruzioni
- **Legge 25 febbraio 2008, n. 34** "Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alla Comunità Europea"

### **Normativa Regione Puglia**

- LEGGE REGIONALE 29 luglio 2008, n. 21.
- LEGGE REGIONALE 27 luglio 2001, n. 20.
- L.R. n° 3 del marzo 2009
- REGOLAMENTO REGIONALE 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.Lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.)

E, in più generale, alla normativa ed alle direttive comunitarie sui Lavori Pubblici ed alla normativa di sicurezza vigenti dello Stato Italiano.

### **Norme Tecniche per gli impianti**

#### **Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico, Norme Tecniche di Attuazione – Autorità di Bacino della Puglia - novembre 2005;**

- D. Lgs. 11 Maggio 1999, n° 152; "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/721CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole";
- D. Lgs. 18 Agosto 2000, n° 258; "Disposizioni correttive e integrative del D. Lgs. 11 Maggio 1999, n° 152 in materia di tutela delle acque dall'inquinamento a norma dell'articolo 1 comma 4, della legge 24 Aprile 1998, n°128";
- "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature – Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento".

### 3 INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI

La realizzazione delle opere infrastrutturali previste nel PSA comportano la dismissione di alcuni impianti di gestione delle acque meteoriche, con la conseguente realizzazione di nuove opere volte a sostituire le opere dismesse e a gestire i maggiori volumi in ingresso dovuti all'aumento delle superfici impermeabili. Gli interventi sulla rete delle acque meteoriche sono localizzati nella parte Ovest dell'area aeroportuale, e prevedono la realizzazione di tre trincee drenanti, con i relativi impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e dissabbiamento, denominate intervento 51, 52 e 53.

Le due trincee di dimensioni maggiori saranno realizzate a Nord dell'apron "D" (intervento 51 – trincea Ovest 10) e a Sud della bretella "A" tra le trincee esistenti Ovest 3 e Ovest 4 (intervento 53 – trincea Ovest 5). La terza trincea ha dimensioni più ridotte ed è localizzata a Nord del parcheggio A (intervento 52 – trincea Ovest 6).

Le opere principali di nuova costruzione previste, rappresentate nella figura successiva, sono:

- a) vasca di prima pioggia e trincea disperdente con dissabbiatore "Ovest 10";
- b) vasca di prima pioggia e trincea disperdente con dissabbiatore "Ovest 6";
- c) vasca di prima pioggia e trincea disperdente con dissabbiatore "Ovest 5" e "Ovest 11"

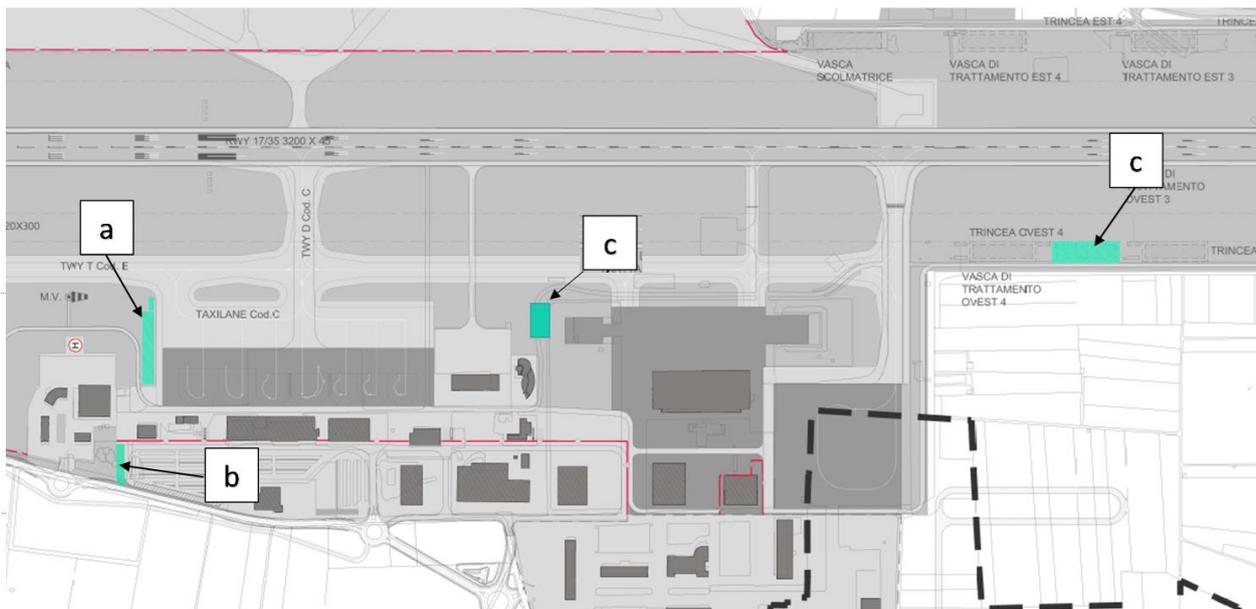


Figura 3-1 – Planimetria con ubicazione dei nuovi interventi afferenti la gestione delle acque meteoriche

IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E TRINCEE DISPERDENTI CON DISSABBIATORI		
Codifica SIA	Codifica PSA	
a.	1	Vasca di prima pioggia e trincea disperdente con dissabbiatore a nord dell'Apron "D"
b.	52	Vasca di prima pioggia e trincea disperdente con dissabbiatore a servizio del piazzale del parcheggio A
c.	53	Vasca di prima pioggia e trincea disperdente "Ovest 5" con dissabbiatore
c.	53.2	Vasca di prima pioggia e trincea disperdente "Ovest 11" con dissabbiatore

Tabella 1 – Codifica interventi

#### 4 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

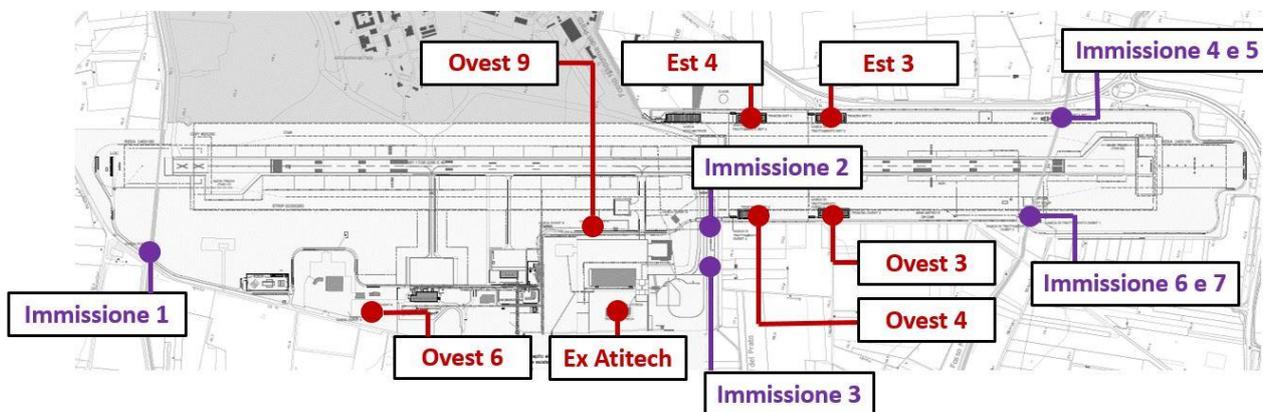
Secondo l'assetto aeroportuale individuato dal PSA, unitamente agli interventi previsti dallo stesso specificatamente alla rete di raccolta delle acque meteoriche, il modello di gestione prevede che tutte le acque meteoriche ricadenti sul sedime dell'aeroporto vengano convogliate in una rete di raccolta.

Tale modello di gestione, analogamente a quanto in esercizio allo stato attuale, prevede per ciascun punto di scarico la separazione delle acque di prima pioggia, il loro trattamento e il conseguente scarico nel corpo ricettore unitamente a quelle di dilavamento successive. Questo corpo ricettore può essere un corpo idrico superficiale, ovvero la rete idrica territoriale, o sotterraneo, attraverso una trincea disperdente nel sottosuolo.

Il complesso delle opere idrauliche previste svolgono le seguenti funzioni:

- drenare le acque meteoriche afferenti alle aree pavimentate in ragione delle nuove conformazioni che assumeranno in seguito agli interventi di adeguamento e/o rifacimento e/o nuova realizzazione previsti dal progetto;
- garantire che le acque meteoriche di "prima pioggia" (caratterizzate dalla presenza di sabbie, oltre che di liquidi leggeri - quali olii, idrocarburi, grassi, ecc.) vengano sottoposte a trattamento di dissabbiatura, disoleatura e filtrazione passiva dei metalli sospesi e/o disciolti prima di essere convogliate al recapito finale;
- recapitare le acque meteoriche al recapito finale.

Attualmente, l'assetto degli scarichi finali della rete delle acque meteoriche è illustrato nella seguente figura; per completezza si rimanda alla tavola grafica I02\_02 Gestione acque meteoriche.



- Punto di scarico superficiale
- Punto di scarico sotterraneo (trincea disperdente)

Figura 4-1 - Rete di raccolta e trattamento delle acque meteoriche: localizzazione dei punti di scarico secondo l'assetto attuale

L'attuazione degli interventi previsti dal Masterplan comporta la dismissione di alcune vasche di trattamento e punti di scarico ad oggi esistenti.

A seguito dello studio di compatibilità idraulica svolto è prevista la dismissione della trincea drenante e del trattamento denominato Ovest 9, la dismissione dei trattamenti Ovest 5 e Ovest 8, lo **spostamento** e rifacimento della trincea drenante e trattamento **Ovest 6**. In sostituzione di tali impianti, e per far fronte ai maggiori volumi di acque meteoriche in ingresso – dovute all'aumento delle superfici impermeabili, verranno **realizzate** le trincee drenanti – con i rispettivi trattamenti – denominate **Ovest 5 e Ovest 10 e Ovest 11**.

Nel caso di accadimento di un evento meteorico eccezionale verrà prevista l'installazione di uno scolmatore di troppo pieno su Fosso Madonna del Prato in grado di evacuare tutta la portata che la trincea Ovest 5 non sarebbe in grado di scaricare nel sottosuolo.

Da quanto esposto si evince che tutte le acque meteoriche sono quindi ricondotte o direttamente ai corpi idrici superficiali o nel sottosuolo, non modificando così gli apporti idrici attuali, se non in misura solo marginale. Conseguentemente si può affermare che l'impatto dovuto alla potenziale variazione quantitativa delle acque è nulla, grazie al modello di gestione previsto.

Per quanto concerne invece la potenziale variazione qualitativa delle acque, occorre considerare che a monte di tutti i nuovi punti di scarico è previsto il trattamento delle acque di prima pioggia e pertanto l'impatto si può considerare trascurabile.

Vale comunque la pena evidenziare che il modello di gestione previsto consiste in una integrazione dell'attuale, già configurato secondo i caratteri esposti e che lo stesso è provvisto di autorizzazione allo scarico n. 19 del 02/03/2011 per lo scarico delle acque di prima pioggia e di dilavamento successive delle superfici aeroportuali, previo trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione.

La rete di raccolta e gestione delle acque meteoriche secondo il layout aeroportuale definito dal Masterplan PSA 2030 è riportata nella tavola allegata, il cui stralcio è evidenziato nel seguito.

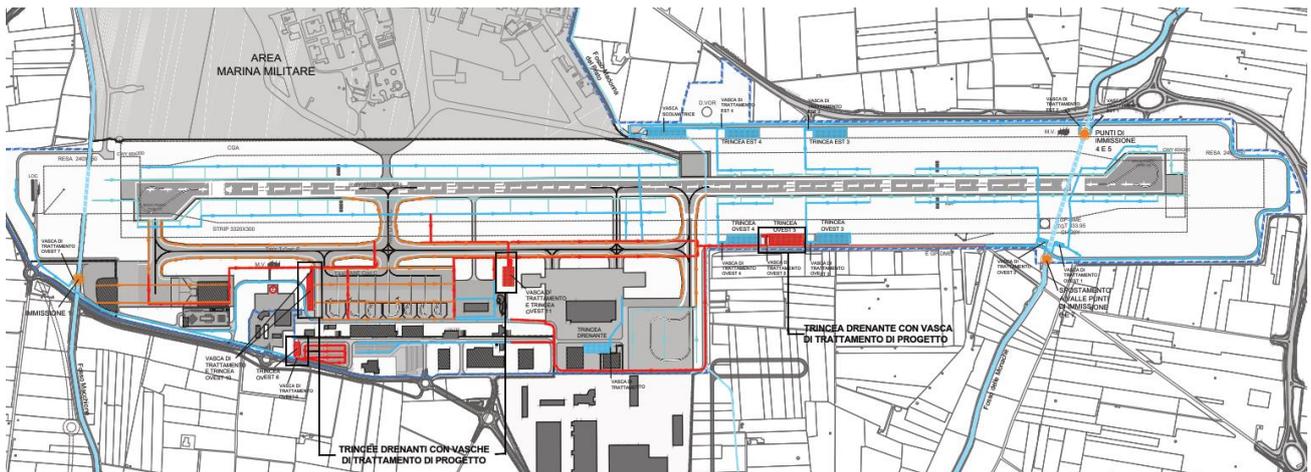
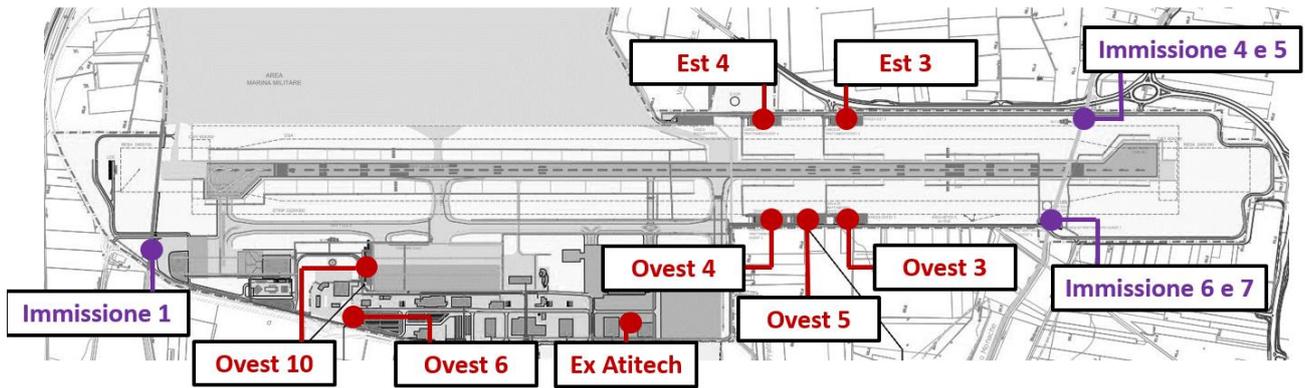


Figura 4-2 Rete di raccolta e gestione delle acque meteoriche secondo il layout aeroportuale al 2030; in blu la rete allo stato attuale, in rosso la rete di progetto

L'assetto finale relativo ai punti di scarico è invece illustrato nella figura seguente.



- Punto di scarico superficiale
- Punto di scarico sotterraneo (trincea disperdente)

Figura 4-3 Rete di raccolta e trattamento delle acque meteoriche: localizzazione dei punti di scarico secondo l'assetto individuato dal PSA 2030

## 5 ASPETTI FUNZIONALI E DIMENSIONALI

### 5.1 *Caratteristiche funzionali*

Le acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate costituite dalla taxiway "T" Nord e dall'ampliamento del piazzale "D" Nord (si veda scheda A.1 – Vie di rullaggio e piazzale Area Nord) vengono raccolte dalla rete di drenaggio e conferite nell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia "Ovest 10"; le acque trattate vengono recapitate all'interno della trincea disperdente contigua. Le acque che eccedono il volume di prima pioggia, per cui sono dimensionate le vasche, bypassano l'impianto di trattamento e vengono direttamente scaricate all'interno della trincea, preceduta dal dissabbiatore.

L'impianto di trattamento e la trincea "Ovest 5", con relativo dissabbiatore, si vanno ad aggiungere e affiancare alle trincee esistenti Ovest 3 e 4 posizionate a Sud della bretella "A" e rientrano nell'ambito del sistema di smaltimento delle acque di drenaggio dell'area Sud del sedime aeroportuale.

L'impianto di trattamento e la trincea con relativo dissabbiatore "Ovest 6" sono a servizio del parcheggio autoveicoli "A" e hanno dimensioni significativamente inferiori a quelle degli impianti sopra descritti, considerata la minore estensione della superficie afferente.

L'impianto di trattamento e la trincea con relativo dissabbiatore "Ovest 11" viene realizzata per compensare la dismissione della trincea drenante in conflitto con la realizzazione della TWY sud.

#### 5.1.1 **Articolazione aree funzionali – Intervento 51: "Ovest 10"**

L'impianto di trattamento è costituito da n. 4 vasche di accumulo dimensionate per contenere il volume relativo alle acque di prima pioggia. Dopo l'accumulo le acque vengono immesse, tramite un impianto di sollevamento, prima nel comparto di sedimentazione e poi nel comparto di separazione degli olii; a valle della disoleatura le acque vengono addotte all'interno di una vasca entro cui sono disposte delle cartucce che assolvono alla funzione di filtrazione dei metalli pesanti, trattenimento del particolato e adsorbimento di sostanze inquinanti come metalli disciolti, nutrienti e idrocarburi.

Le acque in uscita dal trattamento, assieme a quelle di seconda pioggia che lo bypassano, vengono recapitate nella trincea disperdente, preceduta da un dissabbiatore con funzione di prevenire l'apporto di materiale fine e la possibile riduzione dell'effetto drenante della trincea stessa.

La trincea verrà realizzata mediante uno scavo di 5-6 m all'interno dello strato di calcarenite: all'interno di tale volume verrà realizzato un riempimento drenante con materiale arido proveniente da cava di prestito.

Ciascuna trincea sarà attraversata da una tubazione centrale con DN variabile da 1400 mm a 600 mm in PEAD che scaricherà le acque nei n. 20 pozzi perdenti  $\phi 1000$  mm di lunghezza 15 m immorsati nei calcari di Altamura, che garantiscono una maggiore permeabilità ai fini dell'infiltrazione, e da una rete di tubazioni forate in PEAD con la funzione di reimmettere nella tubazione centrale le acque invase all'interno del riempimento drenante della trincea.

#### 5.1.2 **Articolazione aree funzionali – Intervento 52: "Ovest 6"**

L'impianto di trattamento è costituito da una vasca di accumulo per la prima pioggia, a valle della quale le acque vengono pompate al comparto di sedimentazione, separazione degli olii e filtrazione, analogamente a quanto descritto sopra. Le acque in uscita dal trattamento, assieme a quelle di seconda pioggia che lo bypassano, vengono recapitate nella trincea disperdente preceduta da un dissabbiatore.

La trincea verrà realizzata mediante uno scavo di 5-6 m all'interno dello strato di calcarenite: all'interno di tale volume verrà realizzato un riempimento drenante con materiale arido proveniente da cava di prestito.

La stessa sarà attraversata da una tubazione centrale con DN 800 mm in PEAD che scaricherà le acque nei n. 6 pozzi perdenti  $\phi 1000$  mm di lunghezza 15 m immersi nei calcari di Altamura, e da una rete di tubazioni forate in PEAD.

### 5.1.3 Articolazione aree funzionali – Intervento 53: "Ovest 5" e "Ovest 11"

L'impianto di trattamento e la trincea drenante verranno dimensionate con la stessa metodologia utilizzata per gli interventi precedentemente descritti, in funzione della superficie afferente al recapito interessato.

## 5.2 Caratteristiche dimensionali

Le principali grandezze relative alle opere in progetto sono riportate nelle seguenti tabelle.

INTERVENTO 51			
Opere	Dimensione	Dati dimensionali	
Trincee drenanti	Lunghezza (m)	114	
	Larghezza (m)	16	
	Volume utile (m <sup>3</sup> )	9120	
Dissabbiatore a monte delle trincee disperdenti	Lunghezza (m)	8.6	
	Larghezza (m)	2.5	
	Altezza interna (m)	3.5	
Impianto trattamento acque di prima pioggia	Vasche di accumulo (n.4)	Lunghezza (m)	8.6
		Larghezza (m)	2.3
		Altezza interna (m)	2.5
	Sedimentatore e disoleatore	Lunghezza (m)	3.1
		Larghezza (m)	2.2
		Altezza interna (m)	2.6
	Vasca con sistema di filtrazione	Lunghezza (m)	4.0
		Larghezza (m)	1.6
		Altezza interna (m)	2.05

Tabella 2 – Caratteristiche dimensionali principali delle opere in progetto relative all'intervento 51 – "Ovest 10"

INTERVENTO 52			
Opere	Dimensione	Dati dimensionali	
Trincea drenante	Lunghezza (m)	37	
	Larghezza (m)	10	
	Volume utile (m <sup>3</sup> )	1850	
Dissabbiatore a monte della trincea disperdente	Lunghezza (m)	8.6	
	Larghezza (m)	2.5	
	Altezza interna (m)	3.5	
Impianto trattamento acque di prima pioggia	Vasca di accumulo	Lunghezza (m)	8.6
		Larghezza (m)	2.3
		Altezza interna (m)	2.5
	Sedimentatore e disoleatore	Lunghezza (m)	3.1
		Larghezza (m)	2.2
		Altezza interna (m)	2.6
	Vasca con sistema di filtrazione	Lunghezza (m)	4.0
		Larghezza (m)	1.6
		Altezza interna (m)	2.05

Tabella 3 – Caratteristiche dimensionali principali delle opere in progetto relative all'intervento 52

Le vasche di accumulo sono costituite da strutture prefabbricate monolitiche in c.a., con soletta carrabile per carichi pesanti, con dimensioni di ingombro esterno di 2.3m x 8.6m x 2.8m (H).

I dissabbiatori a monte delle trincee sono costituiti da vasche prefabbricate in c.a. con dimensioni di ingombro esterno di 2.5m x 8.6m x 3.8m (H).

### 5.3 Dotazione impiantistica

Nel pozzetto immediatamente a monte delle vasche di prima pioggia è prevista la realizzazione del dispositivo di by-pass che consente di avviare direttamente alla trincea drenante le acque di seconda pioggia; la chiusura del collettore in ingresso alle vasche di accumulo è assicurato da una valvola a galleggiante che, alla chiusura attiva un orologio a quadro.

Lo svuotamento delle vasche è previsto attraverso un impianto di sollevamento il cui funzionamento è asservito ad un segnale di consenso proveniente dall'orologio a quadro: in questo modo si assicura uno svuotamento regolare, in un tempo non superiore alle 10 ore circa, con una portata media di scarico pari a ~ 5 l/s; il tutto con un ritardo prestabilito rispetto al momento in cui la vasca si è riempita.

Il disoleatore a valle delle vasche di accumulo è dotato di:

- filtro a coalescenza composto da cellule in polipropilene con canali a sezione a nido d'ape atti ad aggregare le microparticelle di liquido leggero onde favorirne la risalita in superficie e dunque la separazione completa degli oli;
- otturatore automatico a galleggiante: sistema di sicurezza atto ad impedire la fuoriuscita dallo scarico degli idrocarburi accumulatisi nel separatore.

In uscita al disoleatore le acque vengono convogliate all'interno di una vasca dove è prevista l'installazione di un sistema di cartucce filtranti StormfilterTM, in grado di rimuovere il particolato e

gli inquinanti disciolti presenti nelle acque meteoriche. E' una tecnologia basata su un sistema di filtrazione passiva attraverso una cartuccia a riempimento che consente di trattare in linea l'intera portata afferente senza necessità di volumi di accumulo.

## 6 INTERVENTI FASE 1- IDRAULICA DI PROGETTO

A titolo esemplificativo si riporta di seguito il dimensionamento ai principali interventi di fase 1. Tutti gli interventi del masterplan saranno oggetto di specifiche progettazioni.

### 6.1 Rete di raccolta e smaltimento delle acque

Il complesso delle opere idrauliche previste in progetto svolge le seguenti funzioni:

- drenare le acque meteoriche afferenti le aree pavimentate e i tetti degli edifici degli ambiti d'intervento in ragione delle nuove conformazioni plano-altimetriche che tali sovrastrutture assumeranno in seguito agli interventi di adeguamento e/o rifacimento e/o nuova realizzazione previsti dal progetto;
- garantire che le acque meteoriche di "prima pioggia" (caratterizzate dalla eventuale presenza di liquidi leggeri sversati accidentalmente durante le fasi manutentive e/o di boarding operation degli aeromobili e/o per incidenti verificatisi nello svolgimento delle operazioni di rullaggio, take-off (decollo) o landing (atterraggio), quali olii, idrocarburi, grassi, ecc.) vengano sottoposte a trattamento di sedimentazione, dissabbiatura, disoleatura, filtrazione passiva dei metalli sospesi e/o disciolti prima di essere convogliate al recapito finale;
- recapitare le acque meteoriche al recapito finale;
- garantire l'invaso e la dispersione nel terreno delle acque raccolte;
- proteggere i piazzali di progetto dalle acque meteoriche che dovessero eventualmente ruscellare dalle adiacenti aree a verde in seguito ad eventi piovosi eccezionali tramite le trincee drenanti poste a protezione dei piazzali medesimi.

Le opere di sistemazione idraulica sono state concepite in base alla nuova configurazione geometrica, così da seguire la pendenza del bacino idrografico oggetto degli interventi. Tale assunto consente il conseguimento di un duplice, obiettivo ovvero tanto la notevole riduzione dei movimenti di materia connessi alla messa in opera dei manufatti (soprattutto alla posa in opera delle tubazioni interrato costituenti la rete di allontanamento e conferimento a recapito) quanto la funzionalità idraulica complessiva della rete.

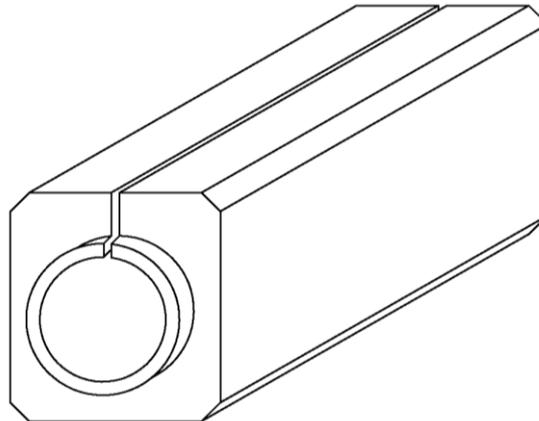
Il funzionamento della rete di progetto risulta del tutto indipendente ed autonomo dalla rete esistente.

A pagina seguente si riporta una planimetria schematica che illustra la conformazione dello stato di progetto e degli ambiti di intervento.

#### 6.1.1 Drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate

Le specifiche opere idrauliche di raccolta sono costituite da fognoli asolati DN 600 mm in c.a. da realizzarsi lungo i bordi della pista di rullaggio, delle bretelle e dei piazzali, così da captare la totalità delle portate provenienti dalle superfici pavimentate.

Figura 6-1 - Fognolo asolato



Tali scelte progettuali sono finalizzate al raggiungimento di un triplice obiettivo, ovvero:

1. garantire da un punto di vista tecnico/funzionale tanto la rapida raccolta delle acque meteoriche quanto il celere smaltimento delle stesse;
2. garantire sotto l'aspetto gestionale/manutentivo l'immediato controllo ispettivo delle condizioni di funzionalità dei manufatti, oltre che consentire rapidi interventi di ripristino mediante espurghi e/o puliture interne con l'utilizzo di lance idrogetto;
3. tempistiche di realizzazione dell'opera contenute in quanto trattasi di monoblocchi prefabbricati la cui posa in opera e successivo accoppiamento può essere eseguito celermente una volta sistemato opportunamente il piano di posa, senza che via sia la necessità di realizzare casseri, armature e quant'altro.

Nel processo di ruscellamento superficiale le acque vengono dunque captate dai fognoli e dalle zanelle e successivamente addotte all'interno dei pozzetti d'intercettazione della rete di allontanamento e conferimento a recapito.

Il funzionamento idraulico di fognoli, canalette e zanelle prefabbricati è stato dimensionato per un tempo di ritorno pari a 5 anni.

Figura 6-2 - Fognolo asolato posato in opera



### 6.1.2 Opere di allontanamento e conferimento a trattamento e recapito

Dai pozzetti di intercettazione le acque vengono allontanate mediante tubazioni in c.a. a sezione circolare, intervallate da pozzetti di ispezione ogni 50-60 m fino agli impianti di trattamento della prima pioggia e alle trincee disperdenti.

Figura 6-3 - Tubazioni in c.a.

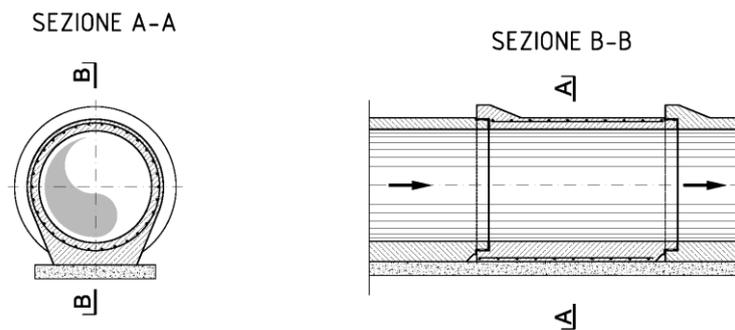
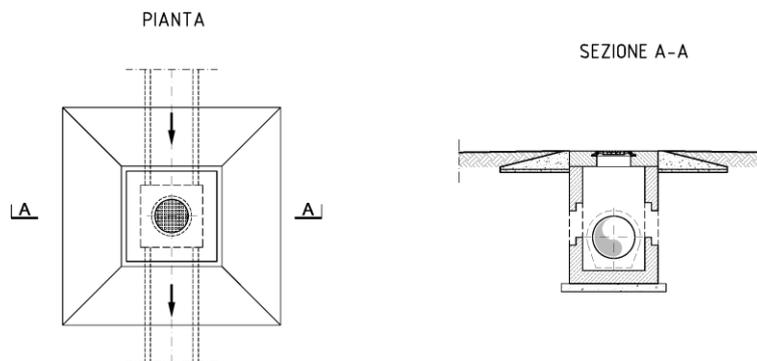


Figura 6-4- Pozzetti prefabbricati in c.a.



Una rete di questo tipo si rende necessaria per garantire una sufficiente capacità idraulica per il collettamento delle notevoli portate drenate dalle superfici pavimentate. Il funzionamento idraulico delle tubazioni è stato verificato per un tempo di ritorno pari a 5 anni.

### 6.1.3 Impianti di trattamento acque di "prima pioggia"

Si riportano di seguito la pianta e le sezioni tipologiche dell'impianto.

Figura 6-5 - Impianto di trattamento acque di prima pioggia – Pianta

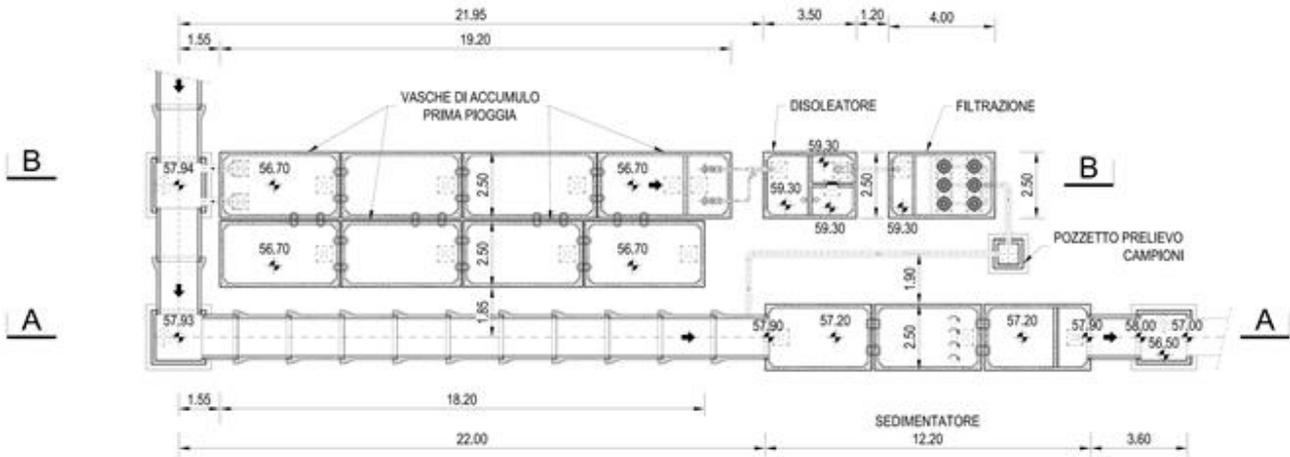
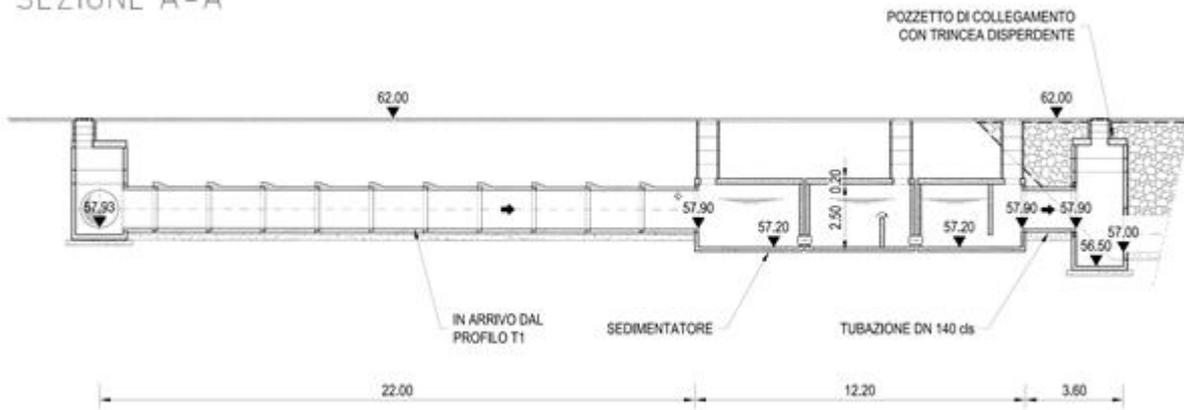
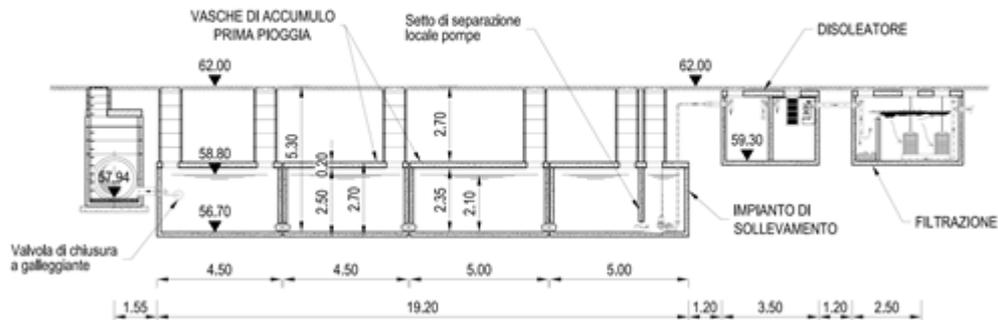


Figura 6-6 - Impianto di trattamento acque di prima pioggia – Sezioni A-A e B-B

SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



Per la descrizione dettagliata dell'impianto e del suo funzionamento si rimanda al capitolo specifico "Trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia".

### 6.1.4 Invaso e dispersione delle acque raccolte

Il recapito finale delle acque meteoriche, sia di "prima pioggia" (dopo il trattamento) che di "seconda pioggia", è costituito da una trincea disperdente localizzata a Nord dell'Apron "D".

Tali opere costituiscono un volume di invaso che lamina le portate in arrivo prima di disperderle nel suolo per infiltrazione. Il funzionamento idraulico della trincea è stato verificato per un tempo di ritorno pari a 15 anni.

La trincea è realizzata con uno scavo che attraversa i primi 5-6 metri di calcareniti fino ad immorsarsi nei sottostanti calcari di Altamura, che garantiscono una maggiore permeabilità ai fini dell'infiltrazione. Lo stesso materiale di scavo, opportunamente vagliato e selezionato, viene riutilizzato come riempitivo drenante dello scavo medesimo.

La trincea è attraversata da una rete di tubazioni forate in PEAD e da 20 pozzi perdenti, che uniti garantiscono una pronta e uniforme distribuzione dell'acqua. Sono previsti dei pozzetti d'ispezione prefabbricati in c.a. per poter verificare lo stato della trincea.

A monte della trincea medesima è previsto un dissabbiatore al fine di prevenire una possibile riduzione nel tempo dell'effetto drenante a causa dell'apporto di materiale fine.

Figura 6-7 - Trincea disperdente - Pianta

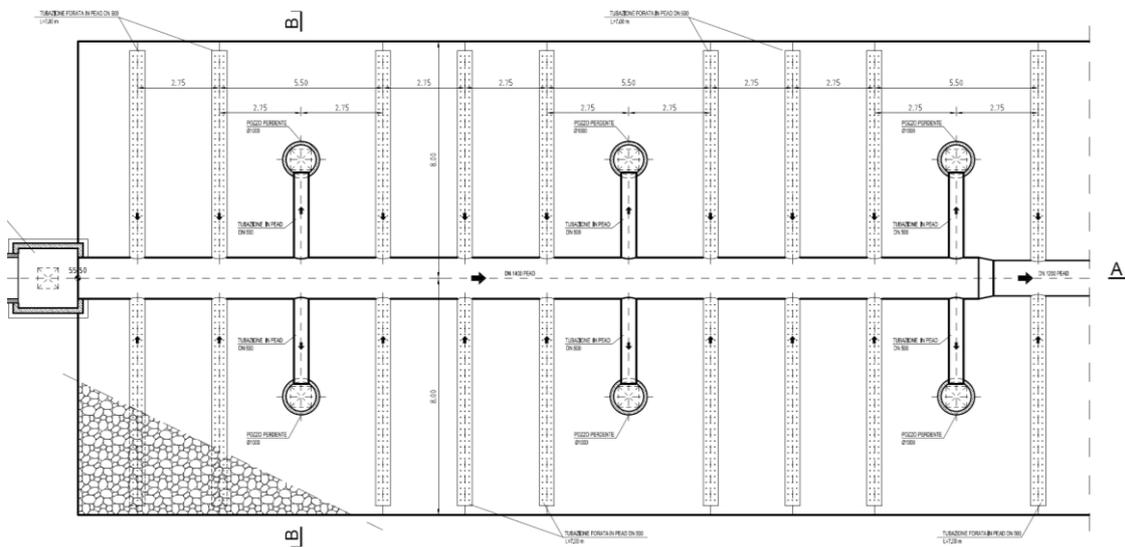
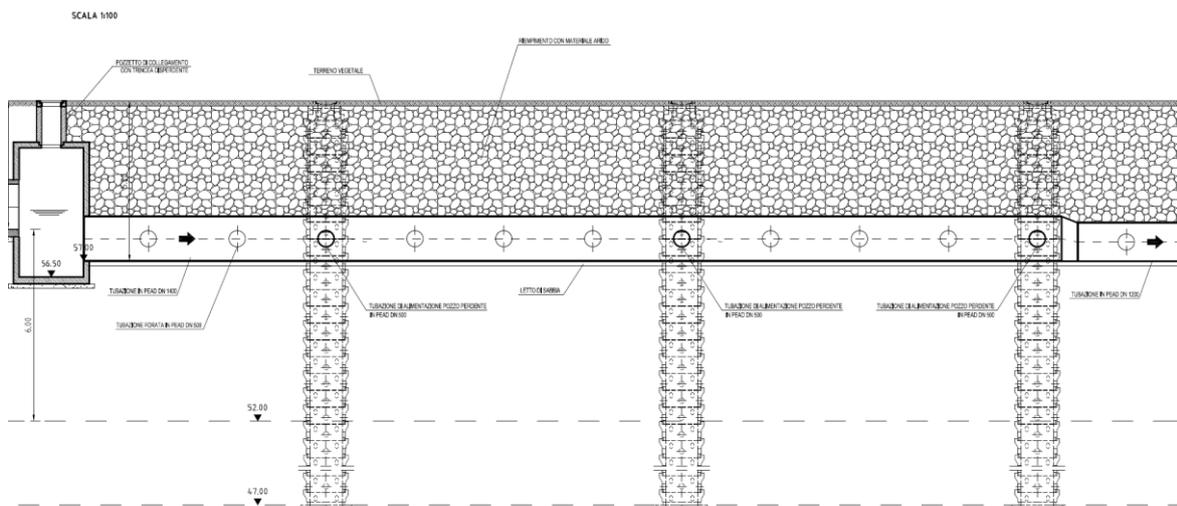


Figura 6-8 - Trincea disperdente - Sezione



## 7 INTERVENTI FASE 1- CALCOLI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA

A titolo esemplificativo si riporta di seguito il dimensionamento degli interventi di fase 1. Tutti gli interventi del masterplan saranno oggetto di specifiche progettazioni.

### 7.1 Rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche

#### 7.1.1 Pluviometria

Per la determinazione delle curve di pioggia con prefissato tempo di ritorno si è fatto riferimento al *Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)* dell'Autorità di Bacino della Puglia, che si rifà a tale proposito alla metodologia proposta dal *Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI)* del *Consiglio Nazionale delle Ricerche* nell'ambito degli studi per la "*Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale*".

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV con regionalizzazione di tipo gerarchico.

In definitiva il territorio di competenza della regione Puglia è stato suddiviso in sei aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

- Zona 1:  $X(t,z) = 28,66 t^{(0.000503z+0.720/3.178)}$
- Zona 2:  $X(t,z) = 22,23 t^{0.247}$
- Zona 3:  $X(t,z) = 25,325 t^{(0.696+0.000531z)/3.178}$
- Zona 4:  $X(t,z) = 24,70 t^{0.256}$
- Zona 5:  $X(t,z) = 28,2 t^{(0.628+0.0002z)/3.178}$
- Zona 6:  $X(t,z) = 33,7 t^{(0.488+0.0022z)/3.178}$

dove:

$t$  = durata della precipitazione;  
 $z$  = quota media del sito s.l.m.

Figura 7-1 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello di regionalizzazione



Noto il valore di  $X(t)$  è possibile ricavare il valore della pioggia massima per prefissato tempo di ritorno moltiplicandolo per il fattore probabilistico di crescita  $K_T$ .

Per la valutazione del fattore di crescita si è utilizzata la seguente relazione:

$$K_T = a + b \ln(T_R)$$

dove  $T_R$  è il tempo di ritorno e  $a$  e  $b$  sono due parametri che variano in funzione della zona considerata e per la Puglia centro-meridionale assumono i valori riportati nel seguito.

Tabella 4 - Valori dei parametri  $a$  e  $b$

Zona omogenea	a	b
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166

L'applicazione della metodologia Vapi sopra descritta all'area oggetto di studio, determinati tutti i parametri necessari, ha portato alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica per l'area di intervento.

Tale area ricade all'interno della **zona 6** della suddivisione sopra indicata; la quota sul livello del mare è stata assunta pari a 60,00 metri s.l.m.

I valori assunti dal fattore di crescita calcolati per i tempi di ritorno 5, 10, 15 anni sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 5 - Valori del Fattore di crescita

Tempo di ritorno	$K_T$
5 anni	0.99
10 anni	1.35
15 anni	1.56

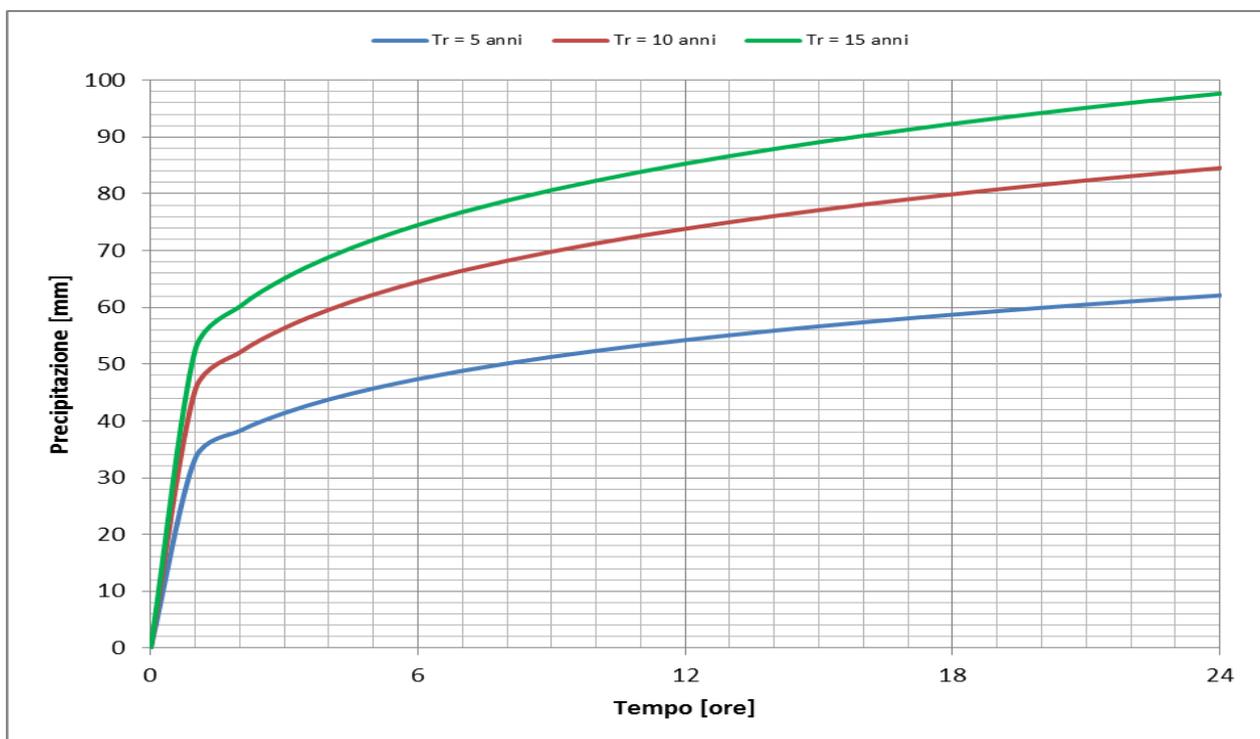
Ne risultano i seguenti coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica:

Tabella 6 – Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica

Tr [anni]	a [mm ore <sup>-n</sup> ]	n
5	33.408	0.1951
10	45.475	0.1951
15	52.534	0.1951

Di seguito i grafici delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno:

Figura 7-2 - Curve di possibilità pluviometrica



### 7.1.2 Dimensionamento della rete

La rete di tubazioni è stata **dimensionata** applicando, per la sua semplicità di utilizzo, il **metodo cinematico**, correggendo però i valori delle portate di picco con un coefficiente riduttivo, per tenere conto dell'effetto degli invasi nelle condotte e nei bacini afferenti.

Tale coefficiente è stato determinato sulla base della teoria dell'Ing. **De Martino** (*Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche di Napoli, settembre 1949*), che ha valutato l'effetto di sovrastima delle portate da parte del metodo cinematico rispetto al metodo dell'invaso ed ha fornito i coefficienti correttivi in diversi casi di applicazione, in funzione dell'estensione dei bacini sottesi e dei tempi di corrivazione.

Nel caso in esame si è fatto riferimento ad **coefficiente di riduzione del 30%**.

Il dimensionamento della rete è stato eseguito con **tempo di ritorno pari a 5 anni**, si provvederà durante la successiva fase progettuale alla **verifica** delle condotte con un più raffinato **modello idraulico a moto vario, per tempi di ritorno pari a 5, 10 e 15 anni**.

### 7.1.2.1 Metodo Cinematico

Per il calcolo delle portate di piena partendo dalle precipitazioni efficaci ci si è avvalsi dell'uso di metodi di tipo concettuale ovvero dati da modelli matematici.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura, il più pratico in considerazione del grado di indeterminatezza di alcuni elementi progettuali è apparso il metodo razionale o cinematico.

L'espressione per il calcolo della portata di deflusso del bacino usata nel metodo cinematico, anche detto metodo razionale, è la seguente:

$$Q_{\max} = \frac{S \cdot \varphi \cdot h(T_c)}{T_c}$$

in cui  $S$  è la superficie del bacino,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso,  $T_c$  è il tempo di corrivazione, (ovvero il tempo che una goccia d'acqua caduta nel punto più lontano del bacino arriva alla sezione di chiusura dello stesso) mentre infine  $h(T_c)$  è l'altezza di precipitazione considerata.

In termini di volume l'espressione sopra riportata diventa:

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot h(T_c)$$

Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione di un bacino è inteso come il tempo teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino alla sezione di chiusura.

Tale tempo è stato calcolato con la seguente formula:

$$\tau = \tau_R + \tau_C$$

dove:

$$\tau_R = 1 \div 5 \text{ minuti}$$

tempo di ruscellamento

$$\tau_C = L/v$$

tempo di percorrenza nel collettore

essendo  $L$  la lunghezza del collettore calcolata dal suo inizio fino alla sezione di chiusura e  $v$  la velocità media nel tratto di collettore considerato.

$\tau_R$ , definito come tempo di ruscellamento o tempo di ingresso in rete, è inteso come il tempo massimo che impiegano le particelle di pioggia a raggiungere il condotto principale a partire dal punto di caduta. In questo caso è stato assunto come valore di default un tempo di ingresso in rete compreso tra 60 e 300 secondi, in dipendenza dalle caratteristiche dimensionali dei sottobacini scolanti interessati.

### Coefficienti di deflusso

I bacini scolanti che serviti dalla rete sono costituiti da aree completamente pavimentate o dalle coperture degli edifici, pertanto impermeabili. Ciò premesso, il coefficiente di deflusso  $\phi$  adottato per i calcoli è pari a 1,00.

### 7.1.2.2 Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento delle condotte è stato effettuato rispettando i seguenti criteri:

- individuazione della superficie del bacino o sottobacino necessaria a calcolare la portata che la condotta deve smaltire;
- calcolo del coefficiente udometrico (dato dal rapporto tra portata nella sezione finale del bacino e superficie del bacino stesso) utilizzando la curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno di 5 anni ed un coefficiente di deflusso pari 1,00;
- calcolo della portata che deve smaltire la condotta, determinata come prodotto tra il coefficiente udometrico predetto ed il bacino o sottobacino di competenza della condotta stessa (tenendo conto di un coefficiente riduttivo del 30% seconda la teoria di De Martino);
- calcolo della massima portata ammissibile in ciascuna condotta in regime di moto uniforme utilizzando la relazione di Chezy:

$$Q = A \cdot K_s \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

con:

$Q$  = portata massima ammissibile nella condotta ( $m^3/s$ );

$A$  = sezione idraulica utile ( $m^2$ );

$K_s$  = coefficiente di resistenza di Gaukler-Strickler ( $70 m^{1/3}/s$  per CLS);

$P$  = perimetro bagnato (m);

$i$  = pendenza del tratto (m/m).

**Le condotte sono costituite da tubazioni a sezione circolare in cls, di diametro variabile tra 800 e 1400 mm.**

## 7.1.3

### 7.1.3 Verifica dimensionale delle vasche di sedimentazione

Nella verifica dimensionale delle vasche di sedimentazione la procedura seguita è stata quella di individuare le particelle con una velocità limite di sedimentazione (componente verticale della velocità delle particelle in ingresso vasca) pari a quella determinabile mediante la cosiddetta legge di *Stokes*, valida nell'ipotesi di particelle di forma qualunque in regime di moto laminare (si ricorda che il setto deflettore in ingresso vasca prefabbricata ha lo scopo di rendere il moto prossimo al moto laminare oltre che di rallentare il moto delle particelle di fluido in ingresso vasca).

Pertanto, dimensionalmente si verifica che tutte le particelle solide sospese e separabili che presentano una velocità limite di sedimentazione maggiore o uguale a quella determinata tramite legge di Stokes sono rimosse per sedimentazione gravimetrica.

Nella sedimentazione dunque, si sfrutta la forza di gravità per separare le particelle solide sedimentabili caratterizzate da peso specifico maggiore rispetto al fluido trasportante (acqua) e che possono depositarsi sul fondo in tempi accettabili.

Nell'ipotesi di particelle di forma qualunque in regime di moto laminare è valida la nota legge di *Stokes* (velocità limite di sedimentazione):

$$V_{\lim s} = \frac{g}{18} \times \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_s} \times \frac{d^2}{\nu}$$

in cui:

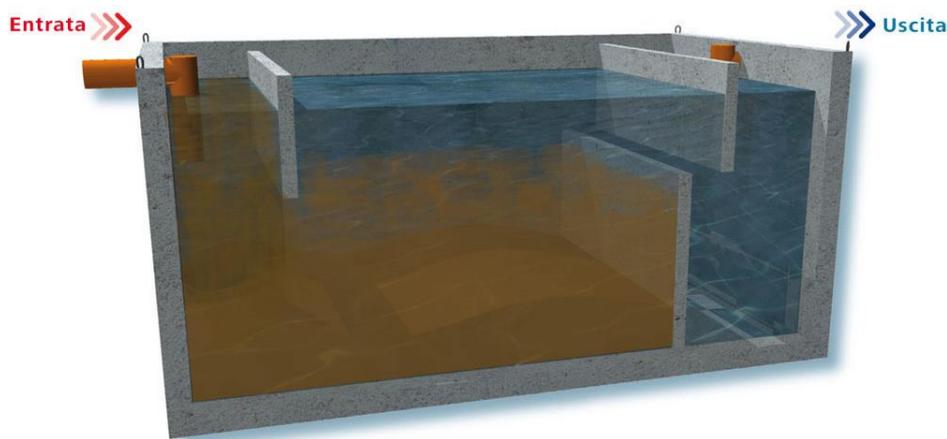
- $\gamma_s$  = peso specifico delle particelle  
 $\gamma_a$  = peso specifico dell'acqua  
 $d$  = diametro equivalente delle particelle  
 $\nu$  = viscosità cinematica dell'acqua

Tale velocità può definirsi come la velocità limite di sedimentazione di tutte quelle particelle che presentano la più lenta velocità di sedimentazione tra tutte quelle rimosse al 100% dentro la vasca. Noto il tirante idraulico nella vasca a regime è possibile desumere il tempo massimo disponibile affinché la generica particella in ingresso possa sedimentare. Per avere la sedimentazione di una particella di assegnato diametro e peso specifico, il suo tempo di caduta verticale deve essere inferiore o al più uguale al tempo di percorrenza orizzontale o in alternativa possedere una velocità di sedimentazione  $\geq$  a quella limite  $V_{lim}$  calcolata con legge di *Stokes*. Si è assunto di voler far sedimentare, in acqua a temperatura di 15 °C (viscosità cinematica  $=1.138 \cdot 10^{-6}$ ) particelle di diametro equivalente pari a 0,5 mm aventi peso specifico relativo pari a 15 KN/m<sup>3</sup> corrispondente a quello medio per solidi sedimentabili presenti nei liquami.

Tabella 7 - Parametri di calcolo della vasca di trattamento delle acque meteoriche

$\gamma_s$	$\gamma_a$	n (cm <sup>2</sup> /sec)	D (mm)	$v_s$ (m/sec)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Larghezza vasca (m)	Tirante vasca	$t_s$ (s)	L. Dissabbiatore (m)
1.50	1.00	1.138	0.5	0.059	1.20	2.50	1.00	17	8.16

Figura 7-3 – Vasca dissabbiatrice prefabbricata



#### 7.1.4 Verifica dimensionale delle trincee disperdenti

La trincea costituisce il recapito finale della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Il suo funzionamento è quello di un bacino di invaso che lamina le portate in arrivo dalla rete, accumulando un certo volume d'acqua e rilasciando per infiltrazione una portata minore di quella di picco in arrivo.

Il dimensionamento si basa sull'individuazione dell'evento meteorico che massimizza il volume di stoccaggio e la verifica che tale volume risulti inferiore a quello effettivamente disponibile all'interno della trincea.

Si è utilizzato il metodo delle piogge, che tiene conto della curva di possibilità pluviometrica, del coefficiente di deflusso e della portata in uscita dal sistema.

Il massimo volume di invaso ( $V_a$ ), per una data durata  $t$  della precipitazione, viene calcolato come differenza fra il volume entrato ( $V_p$ ) ed il volume uscito ( $V_i$ ) dal sistema nel tempo  $t$ :

$$V_a = V_p - V_i \rightarrow \text{volume di accumulo da garantire allo scopo della laminazione delle portate}$$

$$V_p = A \cdot \varphi \cdot h(t)$$

con:  $A$  = area del bacino afferente

$\varphi$  = coefficiente di deflusso medio costante del bacino afferente

$h$  = altezza di pioggia in funzione della durata  $t$  secondo le curve di possibilità pluviometrica

$$V_i = Q_{out} \cdot t$$

con:  $Q_{out}$  = portata costante in uscita dal sistema

$t$  = tempo per il quale vale il valore  $Q_{out}$  è:

La portata in uscita  $Q_{out}$  (portata di infiltrazione) è stata calcolata in base alla seguente formula, suggerita da *L. Da Deppo, C. Datei - Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali - Seconda edizione (1999) - Pagg. 200-207*, per la portata dispersa da pozzi:

$$q = C \cdot K \cdot r_0 \cdot H \rightarrow \text{portata specifica di infiltrazione}$$

dove:

$K$  = coefficiente di permeabilità del terreno intorno alla trincea

$b$  = larghezza della trincea

$H$  = carico idraulico

$r_0$  = raggio del pozzo

$$C = 2 \times \pi \times \frac{H}{r_0} / \ln \frac{H}{r_0} =$$

formula di Carnwell (1953)

$$C = 2.364 \times \frac{H}{r_0} / \log \left( \frac{2 \times H}{r_0} \right) =$$

formula di Nasbery (1951)

#### 7.1.4.1 Trincea disperdente "Ovest 10"

Con le formule di cui sopra, è stata dimensionata la trincea drenante denominata "Ovest 10".

In maniera analoga verranno dimensionate anche le trincee "Ovest 5" e "Ovest 6".

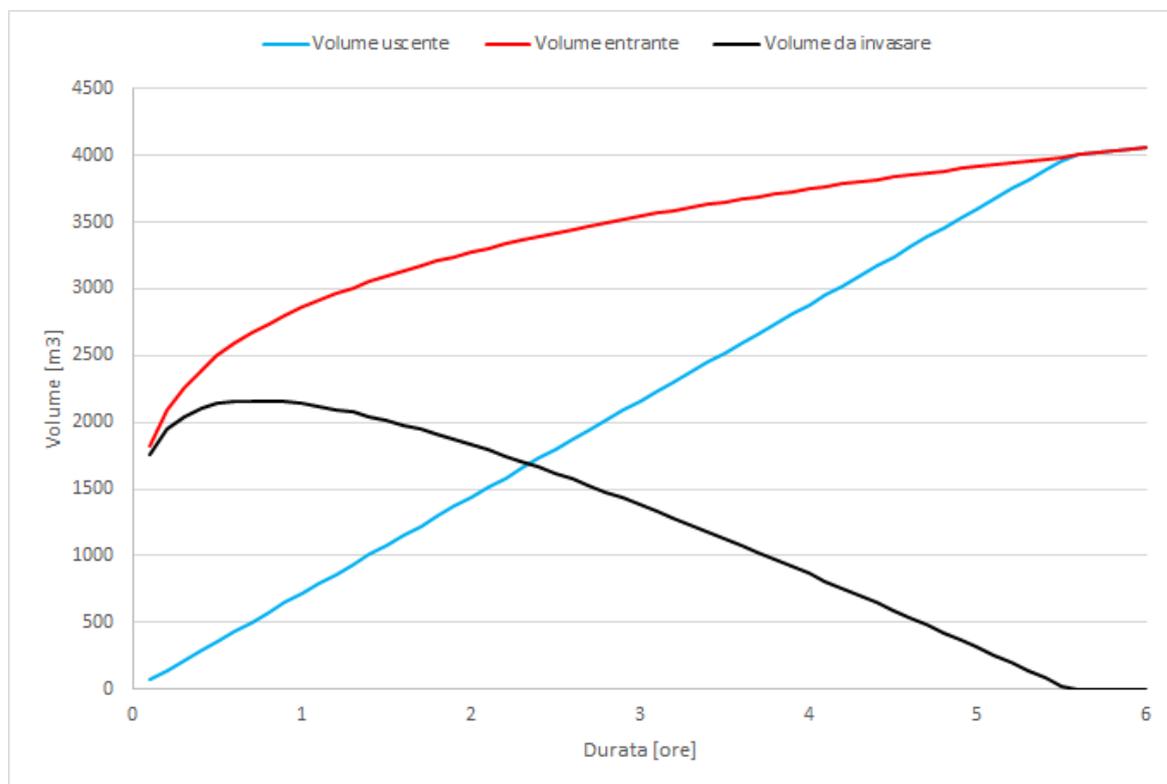
Sono di seguito riportati i risultati ottenuti, per un **tempo di ritorno  $T_r=15$  anni**.

<b>K</b>	5.E-05	m s <sup>-1</sup>	coefficiente di permeabilità idraulica	<b>T<sub>r</sub></b>	<b>15</b>	anni	tempo di ritorno
<b>b</b>	16.00	m	larghezza trincea				
<b>H</b>	5.00	m	carico idraulico				
<b>L</b>	114.00	m	lunghezza trincea	<b>V</b>	9 100	m <sup>3</sup>	volume utile trincea
<b>p</b>	0.35		indice dei vuoti	<b>V<sub>TRINCEA</sub></b>	<b>3 185</b>	m <sup>3</sup>	volume d'invaso trincea
				<b>V<sub>INV</sub></b>	<b>2 162</b>		volume da invasare

<b>H</b>	11.00	m	Carico idraulico pozzi perdenti	<b>N pozzi</b>	<b>20</b>		Numero di pozzi perdenti
<b>r<sub>0</sub></b>	0.5	m	Raggio del pozzo	<b>C</b>	<b>44.71</b> <b>31.64</b>		Metodo di Carnwell Metodo di Nasbery
<b>Q</b>	0.0123	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	portata d'infiltrazione 1 pozzo perdente Metodo di Carnwell	<b>Q</b>	0.0087	l s <sup>-1</sup>	portata d'infiltrazione 1 pozzo perdente Metodo di Nasbery
<b>Q</b>	0.200	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	portata d'infiltrazione pozzi perdenti di progetto	<b>Q</b>	<b>200</b>	l s <sup>-1</sup>	portata d'infiltrazione pozzi perdenti di progetto

<b>S</b>	54 425	m <sup>2</sup>	area equivalente	<b>Q<sub>IN MAX</sub></b>	<b>1884</b>	l s <sup>-1</sup>	portata massima entrante (Tr 15 anni)
----------	--------	----------------	------------------	---------------------------	-------------	-------------------	---------------------------------------

Figura 7-4 – Parametri di dimensionamento trincea disperdente Ovest 10



## 8 TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA

### 8.1 Premesse – Inquadramento normativo

Al fine di ottemperare a quanto previsto dalle vigenti norme in materia di disciplina degli scarichi, depurazione delle acque reflue e protezione ambientale da inquinamento delle risorse idriche (Testo Unico Ambiente D.Lgs. n. 152/2006), nell'ambito del progetto si è previsto il **trattamento delle cosiddette acque di "prima pioggia" di dilavamento delle superfici pavimentate.**

Con riferimento al Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n.26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia", per acque di prima pioggia devono intendersi "le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:

- di 5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superficie stesse, inferiori o uguale a 10'000 mq;
- compresa tra 5 mm e 2,5 mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10'000 mq e 50'000 mq valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superficie stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia;
- di 2,5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superficie stesse, superiori a 50'000 mq."

Trattandosi principalmente di acque meteoriche di dilavamento, ed essendo le superfici pavimentate interessate da solo movimenti di aeromobili e mezzi di rampa, in via del tutto qualitativa l'inquinamento assorbito da tali acque può essere costituito dalle seguenti sostanze:

- solidi sospesi
- eventuale presenza di liquidi leggeri

Difatti, il dilavamento generato dal ruscellamento sulle superfici pavimentate produce prevalentemente la presenza nel refluo di particelle di granulometria piccola e di solidi grossolani. La eventuale presenza di liquidi leggeri e/o sostanze oleose, grassi, all'interno delle acque di dilavamento, può essere causata solo e soltanto in seguito a sversamenti accidentali.

Difatti alcuni approfonditi studi in materia fanno rilevare come, precipitazioni di rilevanti intensità, rimuovano solo parzialmente il carico di inquinanti che si accumulano sulle superfici pavimentate durante il periodo secco e come il carico inquinante sia peraltro fortemente variabile in funzione del numero di giorni secchi intercorrenti tra due precipitazioni.

Alla luce di tali considerazioni lo studio fa rilevare, per avere un ordine di grandezza, che le acque meteoriche di dilavamento, possono presentarsi con le concentrazioni di inquinanti riportate nella seguente tabella A:

TABELLA A	
CONCENTRAZIONI MEDIE DI INQUINANTI IN ACQUA PIOVANA DILAVANTE	
PARAMETRO	CONCENTRAZIONE (mg/l)
Solidi Sospesi Totali	10 ÷ 12
COD	10 ÷ 15
Azoto Inorganico	0.5
Azoto totale	1.0

Fosforo totale	0.3
Cloro	0.3

I limiti indicati nella Tabella "A" risultano dunque mediamente già inferiori ai limiti di emissione trascritti nelle tabelle 1, 2 e 3 (sotto riportate) di cui all'allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 e pur tuttavia si è ritenuto opportuno prevedere dei sistemi di trattamento per le acque di prima pioggia.

Tabella 1 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152: Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane.

Potenzialità impianto in A.E. (abitanti equivalenti)	2.000 – 10.000		>10.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD5 (senza nitrificazione) mg/L (2)	< 25	70-90 (5)	< 25	80
COD mg/L (3)	< 125	75	< 125	75
Solidi Sospesi mg/L (4)	< 35 (5)	90 (5)	< 35	90

Tabella 2 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152: Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili.

Parametri (media annua)	Potenzialità impianto in A.E.			
	10.000 – 100.000		>100.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Fosforo totale (P mg/L) (1)	< 2	80	< 1	80
Azoto totale (N mg/L) (2)(3)	< 15	70-80	< 10	70-80

Tabella 3 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs 152/2006: Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura.

Numero parametro	SOSTANZE	Unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico pubblica fognatura (*) in
1	pH		5,5-9,5	5,5-9,5
2	Temperatura	°C	(1)	(1)
3	colore		non percettibile con diluizione 1:20	non percettibile con diluizione 1:40
4	odore		non deve essere causa di molestie	non deve essere causa di molestie
5	materiali grossolani		assenti	assenti
6	Solidi sospesi totali (2)	mg/L	< 80	< 200
7	BOD5 (come O2) (2)	mg/L	< 40	< 250
8	COD (come O2) (2)	mg/L	< 160	< 500
9	Alluminio	mg/L	< 1	< 2,0
10	Arsenico	mg/L	< 0,5	< 0,5
11	Bario	mg/L	< 20	-
12	Boro	mg/L	< 2	< 4
13	Cadmio	mg/L	< 0,02	< 0,02
14	Cromo totale	mg/L	< 2	< 4
15	Cromo VI	mg/L	< 0,2	< 0,20
16	Ferro	mg/L	< 2	< 4
17	Manganese	mg/L	< 2	< 4
18	Mercurio	mg/L	< 0,005	< 0,005
19	Nichel	mg/L	< 2	< 4
20	Piombo	mg/L	< 0,2	< 0,3
21	Rame	mg/L	< 0,1	< 0,4
22	Selenio	mg/L	< 0,03	< 0,03
23	Stagno	mg/L	< 10	

24	Zinco	mg/L	< 0,5	< 1,0
25	Cianuri totali (come CN)	mg/L	< 0,5	< 1,0
26	Cloro attivo libero	mg/L	< 0,2	< 0,3
27	Solfuri (come S)	mg/L	< 1	< 2
28	Solfiti (come SO <sub>2</sub> )	mg/L	< 1	< 2
29	Solfati (come SO <sub>3</sub> ) (3)	mg/L	< 1000	< 1000
30	Cloruri (3)	mg/L	< 1200	< 1200
31	Fluoruri	mg/L	< 6	< 12
32	Fosforo totale (come P) (2)	mg/L	< 10	< 10
33	Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> ) (2)	mg /L	< 15	< 30
34	Azoto nitroso (come N) (2)	mg/L	< 0,6	< 0,6
35	Azoto nitrico (come N) (2)	mg /L	< 20	< 30
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	< 20	< 40
37	Idrocarburi totali	mg/L	< 5	< 10
38	Fenoli	mg/L	< 0,5	< 1
39	Aldeidi	mg/L	< 1	< 2
40	Solventi organici aromatici	mg/L	< 0,2	< 0,4
41	Solventi organici azotati (4)	mg/L	< 0,1	< 0,2
42	Tensioattivi totali	mg/L	< 2	< 4
43	Pesticidi fosforati	mg/L	< 0,10	< 0,10
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati) (5)	mg/L	< 0,05	< 0,05
tra cui:				
45	- aldrin	mg/L	< 0,01	< 0,01
46	- dieldrin	mg/L	< 0,01	< 0,01
47	- endrin	mg/L	< 0,002	< 0,002

48	- isodrin	mg/L	< 0,002	< 0,002
49	Solventi clorurati (5)	mg/L	< 1	< 2
50	Escherichia coli (6)	UFC/100mL	Nota	
51	Saggio di tossicità acuta (7)		Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 80% del totale

## **8.2 Descrizione del processo di trattamento**

Le acque di prima pioggia, in ottemperanza al D. Lgs. 152/2006 precedentemente descritto, saranno soggette ai seguenti trattamenti di:

- dissabbiatura mediante opportuna vasca di sedimentazione opportunamente dimensionata in relazione alla portata di pioggia da trattare, così da eliminare il carico trasportato di solidi sospesi sedimentabili;
- disoleatura mediante vasca dotata di opportuni filtri a coalescenza, disposti all'interno delle vasche di tipo prefabbricato, che consentono la separazione fisica del carico di liquidi leggeri, quali grassi e/o olii e/o idrocarburi che accidentalmente fossero presenti sulle aree pavimentate e dilavate dalle acque di prima pioggia;
- separazione dei metalli pesanti anche in forma disciolta (essi rappresentano la maggior criticità nelle acque di dilavamento) mediante vasca dotata di particolari filtri in grado di rimuovere il particolato e gli inquinanti disciolti presenti nelle acque meteoriche.

Nell'andamento naturale del processo di trattamento avremo che l'intera portata di acque meteoriche provenienti dalle dorsali di raccolta e allontanamento defluisce all'interno di un pozzetto collegato a delle vasche di accumulo, dimensionate per contenere il volume relativo alle acque di prima pioggia. Una volta riempito il volume delle vasche, opportune valvole a galleggiante interrompono il flusso in entrata; le acque in eccesso bypassano il sistema di trattamento e vanno a recapitare all'interno delle trincee disperdenti dopo aver subito un trattamento di dissabbiatura.

Dopo l'accumulo nelle vasche, le acque di prima pioggia vengono immesse, tramite un impianto di sollevamento, prima nel comparto di sedimentazione (geometricamente definito al fine di garantire la separazione gravimetrica dei solidi sospesi sedimentabili) e poi nel comparto di separazione degli olii. All'interno della vasca di disoleatura è presente un apposito filtro a coalescenza (di materiale oleofilo) che permette di trattenere le microgoccioline sfruttando il cosiddetto fenomeno della coalescenza che porta ad un addensamento delle stesse e ne garantisce la risalita verso la linea di galleggiamento. Un apposito galleggiante di sicurezza in acciaio inossidabile tarato con il peso specifico dell'olio (premontato nel separatore) evita - anche in caso di evento eccezionale (rovesciamento di autocisterne) - il riversamento degli stessi oli all'interno degli scarichi e di conseguenza nel recapito finale. Difatti, il galleggiante, munito di apposita piastra gommata, è in grado di rilevare l'accumulo degli oli in vasca e occludere (nel citato caso) la sezione di sbocco contenendo il riversamento di inquinanti.

A valle dell'unità di disoleatura, le acque vengono addotte all'interno di una vasca entro cui sono disposte delle cartucce che assolvono alla funzione di filtrazione dei metalli pesanti e che trattengono il particolato ed adsorbono le sostanze inquinanti come metalli disciolti, nutrienti e idrocarburi.

In uscita dalla vasca di filtrazione è ubicato un pozzetto prefabbricato in calcestruzzo per permettere il prelievo di campioni di refluo e l'analisi ambientale dello stesso.

## **8.3 Tipologia costruttiva dei manufatti di trattamento**

Gli impianti di trattamento sono pertanto costituiti da quattro comparti ovvero:

1. Vasche di accumulo delle acque di prima pioggia
2. Sedimentatore
3. Separatore di oli/Disoleatore
4. Sistema di filtrazione

### 8.3.1 Vasche di accumulo

Il dimensionamento delle vasche di prima pioggia è stato condotto per ogni singolo bacino idrografico della nuova rete di smaltimento delle acque meteoriche, sulla base della superficie dei bacini stessi e della relativa altezza di pioggia da considerare in base al Regolamento Regionale.

Le vasche sono state dimensionate in modo da assicurare la raccolta e l'accumulo di tutte le acque di prima pioggia cadute sul bacino afferente, con sfioro, invece, delle acque di "seconda pioggia", cioè quelle che cadono ad avvenuto riempimento della vasca stessa.

Le vasche, di tipo prefabbricato, monolitiche, con dimensioni di ingombro esterno di m 2,50 x 4,50 x 2,70 (H), realizzate in calcestruzzo armato, con soletta carrabile per carichi pesanti, sono disposte in prossimità delle trincee drenanti. Nel pozzetto immediatamente a monte delle vasche stesse è prevista la realizzazione del dispositivo di by-pass che consente di avviare direttamente alla trincea drenante le acque di seconda pioggia, una volta riempite le vasche di accumulo. Il controllo del livello ed in particolare la chiusura del collettore in ingresso alle vasche di accumulo è assicurato da un dispositivo a galleggiante che, alla chiusura, attiva un orologio a quadro. Lo svuotamento delle vasche è previsto attraverso un impianto di sollevamento il cui funzionamento è asservito ad un segnale di consenso proveniente dall'orologio a quadro. In questo modo si assicura uno svuotamento regolare, in un tempo non superiore alle 10 ore circa, con una portata media di scarico pari a  $\sim 5$  l/sec, il tutto con un ritardo prestabilito rispetto al momento in cui la vasca si è riempita.

Le acque in uscita dalle vasche di accumulo viene poi immessa nella vasca di sedimentazione e disoleazione.

Di seguito è riportato il dimensionamento del volume della vasca di prima pioggia (QUALE??):

Superficie bacino  $\approx 55\,000\text{ m}^2$

Altezza acque di prima pioggia = 2,5 mm

Volume acque di prima pioggia =  $137,50\text{ m}^3$

Volume di progetto vasche di prima pioggia =  $140,00\text{ m}^3$

Figura 8-1 – Posa in opera di vasche di accumulo prefabbricate



Figura 8-2 – Valvola a galleggiante di chiusura della vasca di accumulo



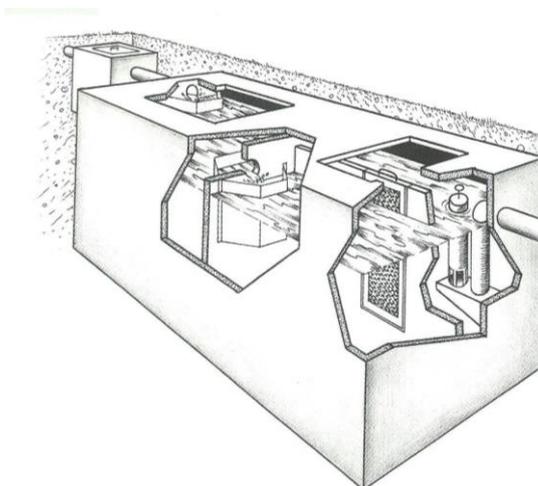
### 8.3.2 Sedimentatore

Il sedimentatore è adibito alla separazione dei solidi decantabili e alla regolarizzazione/egualizzazione del flusso in ingresso. La sezione di sedimentazione ha lo scopo di trattenere i cosiddetti solidi totali sospesi separabili, in modo da proteggere il separatore di oli da possibili intasamenti.

Tale manufatto è costituito da:

- setto deflettore in entrata: serve a distribuire il flusso in ingresso e rallentare ulteriormente le velocità, facendo sì che il flusso possa tendere il più possibile ad un regime di moto di tipo laminare, che consente una più efficace grigliatura nonché sedimentazione dei solidi sospesi;
- setto deflettore in uscita: serve a impedire il passaggio di eventuali sostanze galleggianti e a rallentare le portate in uscita, permettendo i corretti tempi di sedimentazione.

Figura 8-3 – Vasca monoblocco di sedimentazione e disoleazione



### 8.3.3 Separatore di olii/Disoleatore

Il disoleatore, adibito alla separazione degli idrocarburi in conformità con le norme DIN 1999 e assicurando un rendimento minimo del 99.88%; è costituito da:

- filtro a coalescenza: composto da cellule in polipropilene con canali a sezione a nido d'ape atti ad aggregare le microparticelle di liquido leggero onde favorirne la risalita in superficie e dunque la separazione completa degli oli;
- otturatore automatico a galleggiante: sistema di sicurezza atto ad impedire la fuoriuscita dallo scarico degli idrocarburi accumulatisi nel separatore.

Per i separatori a coalescenza, quali sono quelli previsti in progetto, la norma UNI 858 fissa i seguenti criteri:

- a) i separatori di classe 1 a coalescenza devono essere in grado di assicurare un limite di scarico di sostanze pari a 5 mg/l;
- b) il produttore dovrà altresì fornire i risultati delle prove di cui al punto 8.3.3.1 ai fini della determinazione della classe di separatore e dimensioni nominali.

Figura 8-4 – Filtro a coalescenza nella sezione di disoleazione



### 8.3.4 Processo di filtrazione passiva dei metalli solidi disciolti

La tecnologia di trattamento è costituita da un sistema progettato per l'abbattimento degli idrocarburi presenti nelle acque di prima pioggia di attività nelle cui acque meteoriche risultano presenti in quantità elevate rispetto alla normale concentrazione rinveniente dalle acque di dilavamento provenienti da superfici impermeabili urbane. Tale sistema si utilizza solitamente per depositi carburante, stazioni di servizio, autodemolizioni, autofficine, ecc..., ovvero dove è richiesto un elevato rendimento di abbattimento degli inquinanti per la tutela del corpo ricettore (suolo, corpi idrici superficiali sensibili, ecc..).

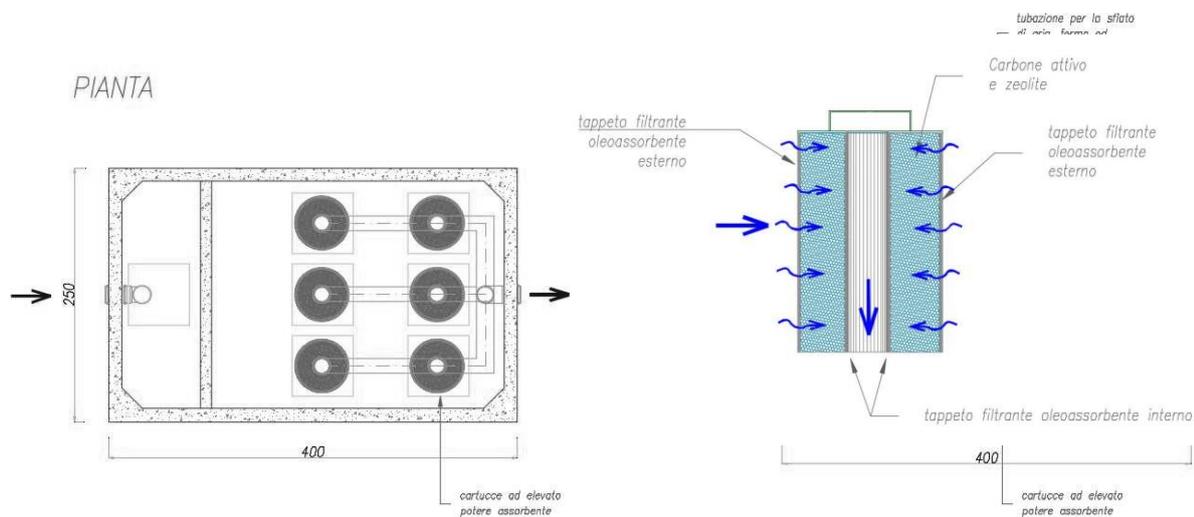
L'impianto è dimensionato per la separazione degli idrocarburi liberamente flottanti e per l'assorbimento su tessuto oleofilo finale, al fine di trattenere anche le particelle più pesanti che sfuggono alla libera separazione per fasi.

La flottazione è dimensionata sul tempo di ritenzione con controllo delle velocità ascensionali/discendenti in riferimento alla legge di Stokes. Un materiale oleofilo ha la caratteristica di fare aderire alla sua superficie gli oli e di respingere l'acqua. Fanno parte di questa categoria l'alluminio, il polietilene, il polipropilene e altri polimeri. Nel caso in oggetto è stato utilizzato un particolare tessuto in polipropilene.

L'impianto di trattamento modello OILBANK 5 è costituito da un manufatto in CAV all'interno del quale avviene una prima separazione degli oli liberamente flottanti sul pelo libero, e successivamente una filtrazione su tessuto oleofilo.

L'impianto dispone di opportuni setti verticali in CA che costringono l'acqua ad una prima discesa (dissabbiatura) nella quale le sostanze pesanti vengono depositate sul fondo, e ad una successiva fase di risalita tale da effettuare la disoleazione.

In questa fase gli oli rimangono imprigionati sul pelo libero, mentre le acque vengono "pescate" dal basso da delle cartucce filtranti estraibili, realizzate con rivestimento interno ed esterno con tappeto filtrante oleofilo in polipropilene e all'interno riempite con carbone attivo e zeolite.



In generale il polipropilene possiede elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici, è saldabile e si utilizza normalmente con temperature tra + 5 °C e + 90 °C. Grazie alle caratteristiche di non polarità, il PP è molto resistente dal punto di vista chimico: fino a 120 °C mantiene le proprie caratteristiche di resistenza in presenza di soluzioni acquose contenenti sali, acidi e alcali forti; inoltre presenta elevate proprietà oleofile e idrofile attive sugli idrocarburi e derivati, oli motore, fluidi idraulici, fluidi refrigeranti, oli minerali, solventi e acqua. Il tappeto filtrante consente il passaggio di grandi quantità d'acqua, assorbendo petrolio, oli animali e vegetali. Utile come separatore di olio/acqua, come sistema di filtraggio dell'acqua piovana e delle acque di scarico e adatto in tutti quei casi in cui sia richiesta una "raffinazione" dell'acqua. Quando si utilizza come filtro intermedio l'acqua passa liberamente, mentre l'assorbimento degli idrocarburi inizia al primo contatto col materiale. Lavora come un supporto fibroso per altri materiali come zeoliti selettive e carboni attivi. Non è dannoso da punto di vista ambientale.

La carica interna di carbone attivo e zeolite provvede all'adsorbimento della sostanza organica residua e dei metalli pesanti in quantità modeste.

Una volta compresso, il materiale filtrante permette di recuperare l'85/90% del materiale assorbito.

### 8.3.4.1 Dimensionamento secondo norma UNI EN 858:2003

L'impianto va dimensionato tenendo conto delle adduzioni degli scarichi (misurando il flusso di scarico in litri/secondo), del fattore di densità dei liquidi da separare e della quantità di fanghi presenti negli scarichi. Le SN 592000, le DIN 1999 che regolamentano in Europa il calcolo di dimensionamento degli impianti di separazione sono state armonizzate nella norma UNI EN 858:2003 Parte I e II.

Il calcolo di dimensionamento del separatore è dato dalla formula:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) f_d$$

Dove:

NS = taglia nominale del separatore

$Q_r$  = massima portata di pioggia, in l/s

$Q_s$  = massima portata di refluo, in l/s

$f_d$  = fattore di densità per il tipo di olio (varia da 1 a 2 a seconda della densità degli idrocarburi e della combinazione dei componenti del separatore)

Fattori di massa volumica  $f_d$

Massa volumica g/cm <sup>3</sup>	fino a 0,85	da 0,85, escluso, fino a 0,90	da 0,90, escluso, fino a 0,95
Combinazione	Fattore di massa volumica $f_d$		
S-II-P	1	2	3
S-I-P	1 <sup>a)</sup>	1,5 <sup>a)</sup>	2 <sup>a)</sup>
S-II-I-P	1 <sup>b)</sup>	1 <sup>b)</sup>	1 <sup>b)</sup>
a)	Solo per separatori di classe I che funzionano per gravità, utilizzare $f_d$ per un separatore di classe II.		
b)	Per separatori di classe I e classe II.		

Fattori minimi di impedimento  $f_x$

Tipo di scarico secondo 4.1	$f_x$
a)	2
b)	non pertinente in quanto $Q_s = 0$ (solo acqua piovana)
c)	1

La taglia nominale NS è un numero, espresso in unità, approssimativamente equivalente alla portata massima effluente in litri/sec del separatore sottoposto al test di cui al paragrafo 8.3.3. della norma. Una volta calcolato l'NS attraverso la formula si richiederà al fornitore un impianto avente la taglia nominale più vicina al valore ottenuto.

Per la raccolta del sedimento, che potrebbe portare ad occludere le condotte del separatore, si utilizza un'anticamera come parte integrante dello stesso, oppure un contenitore a sé stante.

Per il dimensionamento della "sludge trap" la EN 858, a seconda della prevedibile formazione di sedimento, richiede di moltiplicare la NS per un fattore 100, 200 o 300 e poi dividere il risultato per il  $f_d$ . Il fattore 200 è consigliato per autodemolitori, centrali energetiche, distributori di carburante.

Volume dei sedimentatori

Quantità di fango prevista, per esempio:		Volume minimo del sedimentatore
Nessuna	- condensato	Non richiesto
Ridotta	- 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	$\frac{100 \cdot NS^a}{f_d}$
Media	- 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	$\frac{200 \cdot NS^b}{f_d}$
Elevata	- impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole - aree di lavaggio autocarri	$\frac{300 \cdot NS^b}{f_d}$
	- autolavaggi automatici, vale a dire self-service	$\frac{300 \cdot NS^c}{f_d}$
a) Non per separatori uguali o minori di NS 10, salvo per autoparcheggi coperti. b) Volume minimo dei sedimentatori 600 l. c) Volume minimo dei sedimentatori 5 000 l.		

### 8.3.4.2 Dimensionamento secondo Stokes

La dissabbiatura è un trattamento finalizzato alla separazione delle particelle pesanti (sabbie). Dalla letteratura tecnica si evince che l'equazione che determina la velocità di risalita e di sedimentazione delle particelle è la Legge di Stokes:

$$v = \sqrt{\frac{8k}{f} g(y_s - 1) D}$$

dove:  $v$  = velocità di trascinarsi (cm/s)

$f$  = coefficiente di attrito Darcy – Weisbach (adimensionale) dipendente dal numero di Reynolds e dalla scabrezza della parete

$k$  = coefficiente dipendente dalle caratteristiche delle particelle

$g$  = accelerazione di gravità

$y_s$  = peso specifico del materiale

$D$  = diametro equivalente della particella

La dissabbiatura agisce di solito trattenendo particelle di peso specifico intorno a 2,65 kg/dm<sup>3</sup> e granulometria superiore a 0,2 mm, mentre la velocità dell'acqua in ogni punto dell'unità di trattamento non deve superare i 0,5 m/s, con velocità ottimale 0,3 m/s. Minore è la velocità in vasca e migliore è il rendimento del processo. Si adatterà pertanto un dissabbiatore dimensionato in maniera tale che la velocità verticale sia tale da consentire la sedimentazione delle sabbie e non farle trascinarsi una volta depositate.

Per quanto riguarda la disoleazione, la dinamica di separazione delle sostanze leggere è regolata anch'essa dalla Legge di Stokes, secondo la quale si ricava che la velocità di risalita degli olii aventi un peso specifico di 850 kg/mc con un diametro di particelle di 150 µm è di 0,10 cm/s. Secondo le norme e la letteratura tecnica del settore (norme API e norme UNI) il disoleatore dovrebbe avere una superficie minima che permetta, secondo la velocità orizzontale dell'acqua in vasca, un'adeguata risalita delle sostanze oleose e un loro accumulo sulla superficie del pelo libero. Applicando le norme API (a cui si rimanda la teoria) si calcola la superficie minima necessaria affinché una particella di olio di determinato diametro (150 µm) riesca a raggiungere la superficie del pelo libero. Data la presenza dei setti interni, la particella di olio presenta un'altezza di risalita libera di circa 0,50 m, in quanto nella prima fase è trasportata dalla corrente. Nel caso in questione, applicando le formulazioni empiriche di letteratura tecnica, ipotizzando un coefficiente di turbolenza pari a 1,74 si ottiene che la lunghezza massima prevista per la flottazione risulta pari a 1,20 m. L'impianto dispone di una lunghezza destinata alla flottazione pari a 3,00 m.

Al fine di implementare la separazione delle particelle di olio è stata prevista una batteria di filtri coalescenti all'uscita dell'impianto, in grado di intercettare a mezzo di particolare tessuto oleofilo in polipropilene le particelle di idrocarburi che non si sono fissate al pelo libero e che sono state trasportate dalla corrente. Il filtro è composto da una cartuccia appositamente studiata rivestita da tappeto filtrante (ad alta permeabilità) con riempimento di carbone attivo e zeolite. Le cartucce sono facilmente estraibili a mezzo di una tubazione di sfiato ancorata in sommità, la quale svitandola ne permette l'estrazione e la facile sostituzione.

#### 8.3.4.3 Manutenzione del sistema

La manutenzione del sistema di trattamento Stormfilter è molto semplice e può essere effettuata da qualsiasi ditta di espurghi. Consiste nell'aspirazione periodica del sedimento che si è depositato sul fondo della vasca, nel controllo visivo dell'integrità del sistema e nella sostituzione del materiale filtrante.

Le attività di gestione e manutenzione pertanto possono riassumersi in tre attività periodiche:

1. Audit di controllo visivo per la valutazione dell'efficienza del sistema
2. Periodica pulizia della vasca (CICLO DI MANUTENZIONE ORDINARIA)
3. Periodica sostituzione del materiale filtrante (MANUTENZIONE RIGENERATIVA)

Tre sono gli indizi di necessità di intervento:

- Presenza sedimenti accumulati sul fondo delle vasche per più di 10 cm
- Presenza di sedimenti accumulati sui cappucci delle cartucce per più di 1 cm
- Presenza di più di 10 cm di acqua stagnante nella vasca a 24 ore dalla fine dell'evento piovoso

È opportuno comunque tarare le tempistiche fra una manutenzione e la successiva in funzione della quantità di inquinante presente. In media si è verificato che la cadenza di 18 mesi, con la rigenerazione totale del sistema, mantiene alto il livello di efficienza del trattamento. Per garantire il corretto funzionamento dell'impianto e allungare i tempi fra una manutenzione rigenerativa e un'altra, è raccomandata una pulizia periodica della rete di raccolta e delle vasche (ogni 6 mesi) che compongono il sistema. Questa operazione permetterà di prevenire una parte dell'inquinamento delle acque di pioggia (quello costituito dai materiali più grossolani).

Il dettaglio delle attività periodiche risulta il seguente:

##### *Audit di controllo periodico*

Il controllo periodico dell'integrità del sistema di trattamento e della quantità di fanghi presenti nella vasca deve essere effettuato ogni sei mesi in modo da assicurare la persistenza delle efficienze di rimozione degli inquinanti da parte dell'impianto.

##### *Manutenzione Semestrale*

Mira alla rimozione dei sedimenti accumulati sul fondo della vasca di trattamento, costituiti da materiale palabile, e al loro smaltimento.

Le operazioni da effettuare consistono in:

- verifica efficienza idraulica dell'impianto di depurazione;
- verifica efficienza del pacco filtrante, mediante esame visivo dello stesso e verifica altezza sedimento;

- pulizia a mezzo di camion da espurgo, autorizzato al trasporto di rifiuti speciali, dei fanghi depositati all'interno dell'impianto;
- pulizia dell'impianto con acqua mediante utilizzo della canal-jet di cui è dotato il camion da espurgo;
- raccolta e trasporto in idoneo impianto di trattamento dei rifiuti sedimentati e delle acque derivanti da detta pulizia;
- smaltimento dei fanghi e dei liquidi di lavaggio presso idoneo impianto di trattamento dei rifiuti;
- compilazione rapporto finale.

#### *Manutenzione Rigenerativa*

Differisce dalla manutenzione semestrale poiché prevede la pulizia della vasca di pretrattamento e la sostituzione del materiale filtrante contenuto nelle cartucce.

Di seguito vengono elencate le operazioni da svolgere per tale sostituzione:

- verifica efficienza idraulica dell'impianto di depurazione;
- verifica efficienza del pacco filtrante, mediante esame visivo dello stesso;
- pulizia a mezzo di camion da espurgo, autorizzato al trasporto di rifiuti speciali (fanghi depositati all'interno dell'impianto);
- pulizia dell'impianto con acqua mediante utilizzo della canal-jet di cui è dotato il camion da espurgo;
- raccolta e trasporto in idoneo impianto di trattamento dei rifiuti sedimentati e delle acque derivanti da detta pulizia;
- smaltimento dei fanghi e dei liquidi di lavaggio presso idoneo impianto di trattamento dei rifiuti;
- sostituzione del pacco filtrante, con smaltimento in idoneo impianto di trattamento dei rifiuti prodotti nella sostituzione del pacco filtrante stesso;
- compilazione rapporto finale.

Ciascuna unità di trattamento sarà completata da pozzetti di campionatura/controllo di tipo prefabbricato ubicati in ingresso e uscita dall'unità di trattamento, oltre che da pozzetti di ispezione e manutenzioni posti sulla vasca delle dimensioni indicate negli elaborati grafici di progetto.