

# autostrade // per l'italia

## AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

### AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA TRATTO : MONSELICE – PADOVA SUD

## PROGETTO DEFINITIVO

### FASI COSTRUTTIVE E CANTIERIZZAZIONE

#### AREE DI CANTIERE

#### Relazione idraulica

#### IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Paolo De Paoli  
Ord. Ingg. Pavia N.1739  
**RESPONSABILE IDROLOGIA  
E IDRAULICA**

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Ilaria Lavander  
Ord. Ingg. Milano N. 29830

#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza  
Ord. Ingg. Pavia N. 1496  
**PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI**

#### CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:											
Codice	Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	—											
1	1	1	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	D	R	0	2	9	9	—	—	SCALA: —

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE				
	Ing. Ilaria Lavander Ord. Ingg. Milano N. 29830				n.	data			
					0	SETTEMBRE 2016			
					1	—			
					2	—			
REDATTO:		—		VERIFICATO:		—		3	—
								4	—

#### VISTO DEL COMMITTENTE

**autostrade // per l'italia**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Antonio Tosi

#### VISTO DEL CONCEDENTE



**Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

## INDICE

1	GENERALITA' .....	3
2	AREA DI CANTIERE CB01 .....	4
2.1	Campo Base.....	4
2.2	Cantiere Operativo .....	5
2.3	Area di Caratterizzazione Terre .....	5
2.4	Area di Deposito .....	6
3	AREA DI CANTIERE CO01 .....	7
4	ACQUE REFLUE PRODOTTE ALL'INTERNO DEI CANTIERE .....	8
4.1	Fasi del cantiere che originano lo scarico .....	8
4.2	Descrizione delle attività che originano scarichi e loro quantità .....	8
4.2.1	Acque reflue industriali e meteoriche .....	8
4.2.2	Scarichi civili.....	11
4.2.3	Acque meteoriche di dilavamento e acque di versante.....	12
4.3	Caratteristiche delle acque di scarico.....	20
5	IMPIANTI DI DEPURAZIONE.....	21
5.1	Impianto di trattamento delle acque reflue industriali e meteoriche .....	21
5.1.1	Portata idraulica dell'impianto CB01 .....	21
5.1.2	Portata idraulica dell'impianto CO01 .....	21
5.1.3	Descrizione dell'impianto di trattamento .....	22
5.1.4	Dimensionamento dell'impianto .....	23
5.2	Impianto di trattamento prime piogge.....	24
5.2.1	Descrizione dell'impianto .....	24
5.2.2	Dimensionamento dell'impianto .....	24
5.3	Impianto di depurazione scarichi civili .....	26
5.3.1	Descrizione dell'impianto .....	26
5.3.2	Dimensionamento dell'impianto .....	26
5.4	Impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo chiuso.....	27
6	STIMA CARATTERISTICHE QUALI-QUANTITATIVE DELLO SCARICO PRIMA E DOPO DEPURAZIONE .....	28
7	FREQUENZA DELLO SCARICO .....	29
8	TUTELA DELLA FALDA E DEL CORPO IDRICO.....	30
9	QUANTITA' E TIPOLOGIA DI REFLUI NON SCARICATI.....	31

10	MODALITA' DI GESTIONE NELLA MOVIMENTAZIONE DI SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE .....	32
11	CONSUMI D'ACQUA DEL CANTIERE .....	33
11.1	Acque sanitarie .....	33
11.2	Acque nere .....	33
11.3	Acque industriali .....	34
12	SISTEMA DEL RICIRCOLO DELLE ACQUE.....	37

# 1 GENERALITA'

---

Il progetto di ampliamento alla terza corsia del tratto dell'autostrada A13 tra Padova e Monselice, prevede due aree di cantiere, una per il Campo Base ed il Cantiere Operativo denominato CB01 ed una dedicata alle lavorazioni di caratterizzazione delle terre, produzione calcestruzzo e conglomerati bituminosi, denominata CO01.

Il primo campo sarà situato in prossimità del Cavalcavia della S.P. 9 Via Mincana, nel Comune di Carrara San Giornio, e vi si accederà dall'autostrada e dalla Strada Provinciale.

Il secondo campo è situato in prossimità della stessa Strada Provinciale, da cui avviene l'accesso, ma è situato più a est rispetto al precedente.

## 2 AREA DI CANTIERE CB01

---

Il cantiere CB01, che occupa complessivamente una superficie di circa 45.600 mq, è costituito da varie zone con differenti funzioni:

- campo base;
- cantiere operativo;
- area di caratterizzazione terre;
- area di deposito.

Nel cantiere CB01 verrà posto un impianto di depurazione degli scarichi civili, dimensionato cautelativamente per trattare le acque generate da 300 persone, due impianti per il trattamento delle prime piogge dotati di correttore di pH ed un impianto di chiariflocculazione con sedimentatore finale, disoleazione e correzione di pH.

### 2.1 Campo Base

Il Campo Base occupa una superficie di circa 12.000 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere. L'area è stata suddivisa in due parti distinte, una destinata ad ospitare gli alloggi e l'altra dedicata agli uffici di cantiere. L'area sarà delimitata da recinzioni e completamente asfaltata.

Nel campo sono collocati:

- dormitori per le maestranze per un numero ipotizzato di 100 posti letto, realizzati con box ampliabili secondo le necessità;
- spogliatoi per le maestranze comprensivi di una zona destinata alla pulizia di scarpe e stivali;
- parcheggi;
- uffici dell'Impresa e della Direzione Lavori comprensivi di servizi igienici;
- infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi;
- cucina e refettorio, trasformabile in zona ricreativa e/o sala per la formazione del personale/sala riunioni;
- container per lo stoccaggio dei rifiuti;
- container per lo stoccaggio della documentazione di cantiere.

## **2.2 Cantiere Operativo**

Il cantiere operativo, di superficie pari a 15.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici, parcheggi e tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni. La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti, conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76.);
- box locale spogliatoi e wc;
- magazzino;
- officina;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- pesa con cabina di strumentazione.

## **2.3 Area di Caratterizzazione Terre**

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale, è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 5.000 mq. Tale area verrà pavimentata in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate  $\frac{1}{2}$ .

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

## **2.4 Area di Deposito**

Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 9.000 mq, che in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

### 3 AREA DI CANTIERE CO01

---

Il cantiere CO01 occupa una superficie di circa 27000 mq e sarà suddiviso tra le seguenti aree:

- area per impianti di produzione calcestruzzi;
- area per impianti di produzione di conglomerati bituminosi;
- area di deposito.

In quest'area di cantiere verrà posto un impianti di depurazione degli scarichi civili, dimensionato cautelativamente per trattare le acque generate da 50 persone, un impianto per il trattamento delle prime piogge dotato di correttore di pH ed un impianto di chiariflocculazione con sedimentatore finale, disoleazione e correzione di pH.

## 4 ACQUE REFLUE PRODOTTE ALL'INTERNO DEI CANTIERE

### 4.1 Fasi del cantiere che originano lo scarico

L'esecuzione dei lavori comporta la generazione diretta o indiretta di acque reflue che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.

Le origini delle acque reflue sono relative a:

- acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere;
- lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo;
- lavaggio delle canale delle autobetoniere;
- lavaggio manuale degli automezzi;
- scarichi civili.

Per ogni singolo tipo di acque reflue è stata prevista una rete distinta di raccolta e convogliamento con immissione nel relativo impianto di depurazione.

Le acque reflue industriali e meteoriche trattate saranno riutilizzate per le attività di cantiere, e le acque in esubero saranno convogliate nel punto di scarico.

### 4.2 Descrizione delle attività che originano scarichi e loro quantità

Di seguito vengono descritte le fasi del cantiere che producono gli scarichi con riferimento alle quantità delle acque reflue prodotte, necessarie per il dimensionamento degli impianti di trattamento. Le portate delle acque reflue stimate, sono relative alle condizioni di massimo carico.

#### 4.2.1 Acque reflue industriali e meteoriche

##### Acque meteoriche

Le acque meteoriche provenienti dalle aree esterne ("acque pulite") e che non interferiscono con l'area di cantiere, verranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e convogliate direttamente al recapito finale.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche dell'area di cantiere sono state previste tre reti distinte. Le acque meteoriche che ricadono nelle aree degli edifici (tetti e superfici intorno agli edifici) saranno raccolte mediante le canalette ed i collettori ed immesse direttamente nel collettore di scarico.

Le acque meteoriche che ricadono nelle aree del piazzale di betonaggio e di stoccaggio inerti saranno raccolte mediante collettori ed immesse in un pozzetto selezionatore da dove le acque meteoriche relative alla quantità di "prima pioggia" saranno inviate nell'Impianto Prime Piogge. Le

acque meteoriche successive alla “prima pioggia”, insieme a quelle trattate, saranno convogliate mediante un collettore allo scarico.

Le acque di dilavamento del piazzale di cantiere relative alle aree di passaggio, manovra e sosta mezzi (percorsi “sporchi”), saranno raccolte e convogliate nella vasca di stoccaggio (che dovrà contenere il volume di AMPP ed di un’ulteriore aliquota di AMD, specificate di seguito) e successivamente, nell’arco di 24 ore, inviate all’impianto di trattamento. Una volta trattate, queste acque saranno riutilizzate per le attività di cantiere.

Si fa notare che anche le acque prodotte durante il lavaggio piazzali saranno recapitate nella rete di smaltimento delle acque meteoriche e di conseguenza saranno trattate.

Di seguito viene descritta la modalità di determinazione dei volumi delle acque meteoriche di prima pioggia e dei volumi di ulteriori aliquote delle acque meteoriche dilavanti, che saranno temporaneamente stoccati negli appositi manufatti e di seguito trattati.

A valle dell’impianto è previsto un pozzetto per prelievo campioni.

#### Acque meteoriche relative alla prima pioggia – percorsi sporchi

Come indicato sopra, le acque meteoriche di “prima pioggia” provenienti dall’area del piazzale di betonaggio e dall’area di stoccaggio inerti saranno immesse in una vasca di stoccaggio.

Per prima pioggia si intende un evento meteorico di altezza di pioggia pari a 5 mm che avviene in un tempo di 15 minuti. A favore di sicurezza è stato considerato un coefficiente di deflusso unitario. Si ricorda che dal trattamento sono escluse le acque ricadenti sui tetti delle palazzine che, in quanto acque pulite, vengono inviate direttamente a recapito.

Il volume dell’acqua meteorica generato dalla prima pioggia risulta pari a:

$$V_{pp} = 5845 \text{ mq} \cdot 0.005 \text{ m} = 29.22 \text{ mc (CB01);}$$

$$V_{pp} = 22260 \text{ mq} \cdot 0.005 \text{ m} = 92.94 \text{ mc (CO01).}$$

Ipotizzando circa 80 giorni piovosi all’anno, risulta che annualmente sarà accumulato, trattato ed inviato allo scarico un volume pari a:

$$V_{ar_{pp}} = 30.0 \text{ mc} \cdot 80 = 2400 \text{ mc (CB01);}$$

$$V_{ar_{pp}} = 93.0 \text{ mc} \cdot 80 = 7440 \text{ mc (CO01).}$$

#### Volumi delle acque meteoriche relativi alle piogge successive alla prima pioggia

Ipotizzando lo stoccaggio di 20 mm di pioggia complessivi sarà necessaria una vasca di accumulo di volume:

$$V_{CB01} = 5845 \text{ mq} \cdot 0.020 \text{ m} = 116.9 \text{ mc.}$$

$$V_{CO01} = 22260 \text{ mq} \cdot 0.020 \text{ m} = 445.2 \text{ mc.}$$

In questo modo viene previsto lo stoccaggio della quota meteorica relativa alla AMPP (Acque Meteoriche di Prima Pioggia) di 5 mm ed una ulteriore aliquota di Acque Meteoriche Dilavanti (AMD) di 15 mm.

Ipotizzando lo svuotamento della vasca di accumulo in 24 ore si ha una portata da inviare all'impianto di trattamento pari a:

$$Q_{CB01} = 116900 \text{ l/g} / 86400 \text{ s/g} = 1.35 \text{ l/s.}$$

$$Q_{CO01} = 445200 \text{ l/g} / 86400 \text{ s/g} = 5.15 \text{ l/s.}$$

### Funzionamento della vasca di accumulo

A monte della vasca di accumulo è stato previsto un pozzetto separatore circolare diviso in due parti (camere) da uno stramazzo livellatore.

All'inizio della precipitazione, le acque meteoriche di dilavamento, che si immettono nel pozzetto separatore defluiscono nella vasca di accumulo, inizialmente vuota, attraverso la tubazione di comunicazione. Durante la precipitazione la vasca si riempie fino al livello massimo. Da questo momento, le acque risultanti delle piogge successive (superiori all'altezza di pioggia di 20 mm), sfiorano attraverso lo stramazzo livellatore (che divide il pozzetto separatore in due parti) e confluiscono in un secondo pozzetto, nel quale è ubicato un sistema di rilevazione delle piogge eccedenti, costituito da una sonda segnalatrice.

La vasca di accumulo è dotata di una pompa di svuotamento con interruttore di livello.

Il quadro elettrico è attrezzato per il comando ed il controllo della pompa di svuotamento e per la segnalazione luminosa/acustica che indica il superamento dell'altezza di pioggia oltre i 20 mm.

Sul collettore di smaltimento delle piogge superiori ai 20 mm, a valle del pozzetto separatore, è stato previsto un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

### Lavaggio ruote

Per il periodo dei lavori, si stima un numero di mezzi in uscita dal cantiere di circa 45 unità al giorno per il CO01 e 15 unità al giorno per il CB01. Durante ogni operazione di lavaggio viene utilizzato un volume d'acqua di circa 2.5 mc. Una piccola parte di questo volume viene persa, considerando che il mezzo uscendo dal manufatto di lavaggio rilascia acqua. Comunque per la stima della quantità delle acque di scarico, in via cautelativa, viene considerato un volume d'acqua di circa 2.5 mc. Di conseguenza, il volume giornaliero delle acque reflue provenienti dal manufatto di lavaggio ruote ( $V_{gr_i}$ ) risulta pari a:

$$V_{gr_i CB01} = 45 \text{ mezzi /giorno} * 2,5 \text{ mc/mezzo} = 112.5 \text{ mc/giorno.}$$

$$V_{gr_i CO01} = 15 \text{ mezzi /giorno} * 2,5 \text{ mc/mezzo} = 37.5 \text{ mc/giorno.}$$

Questa quantità d'acqua corrisponde ad una portata media giornaliera pari a:

$$Q_{CB01} = 112.5 \text{ mc/g} / 86400 \text{ s/g} = 1.3 \text{ l/s.}$$

$$Q_{CO01} = 37.5 \text{ mc/g} / 86400 \text{ s/g} = 0.43 \text{ l/s.}$$

I lavaggi non saranno distribuiti in modo uniforme durante la giornata (situazioni di picco), e durante i singoli lavaggi in breve tempo verranno scaricati notevoli volumi di acque da trattare. Tali acque di lavaggio saranno scaricate nelle vasche, con funzione di accumulo, laminazione e sedimentazione grossolana, e di seguito inviate all'impianto di trattamento.

Sono state previste 2 vasche di decantazione (una relativa ad ogni impianto di lavaggio nei due cantieri), una di 60 mc per l'impianto del CB01 ed una da 20 mc per l'impianto del CO01. Si assume che ogni vasca possa essere svuotata in 3 ore inviando le acque all'impianto di trattamento con una portata di circa 5.5 l/s per la vasca del CB01 e 1.85 l/s per il CO01.

#### **Lavaggio canale delle betoniere**

Per il lavaggio delle canale sarà realizzata una vasca dotata di un pozzetto decantatore per i fanghi. L'acqua di sfioro dal pozzetto decantatore sarà inviata all'impianto di trattamento.

Per il lavaggio delle canale verranno utilizzate quantità d'acqua limitate.

#### **Lavaggio manuale dei mezzi**

Le acque utilizzate dall'impianto di lavaggio mezzi saranno scaricate in un pozzetto di raccolta ed inviate all'impianto di trattamento delle acque reflue industriali.

Si stima lo scarico di circa 2 mc al giorno per il CB01 e di 1 mc al giorno per il CO01.

Questa volume corrisponde ad una portata media giornaliera pari a:

$$Q_{CB01} = 2000 \text{ l} / 86400 \text{ s} = 0.023 \text{ l/s}$$

$$Q_{CO01} = 1000 \text{ l} / 86400 \text{ s} = 0.012 \text{ l/s}$$

### **4.2.2 Scarichi civili**

Per il cantiere CB01 si stima una presenza di 300 lavoratori, che corrispondono a 60 abitanti equivalenti.

Considerando la dotazione idrica media giornaliera pari a 200 l/ab/g risulta un volume giornaliero delle acque di scarico ( $V_{gs}$ ) pari a:

$$V_{gs} = 60 \text{ AE} * 200 \text{ l/ab/g} = 12000 \text{ l/g} = 12 \text{ mc/g}$$

Per il cantiere CO01 si stima una presenza di 50 lavoratori, che corrispondono a 10 abitanti equivalenti.

Considerando la dotazione idrica media giornaliera pari a 200 l/ab/g risulta un volume giornaliero delle acque di scarico (Vgs) pari a:

$$V_{gs} = 10 \text{ AE} * 200 \text{ l/ab/g} = 2000 \text{ l/g} = 2 \text{ mc/g}$$

### **4.2.3 Acque meteoriche di dilavamento e acque di versante**

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche, quelle provenienti dai versanti (“acque pulite”) e che non interferiscono con l’area di cantiere, verranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e mandate direttamente al ricettore finale.

Le acque meteoriche di dilavamento dei piazzali, dove non avvengono movimentazioni di materiali che possano aggravare le condizioni qualitative delle acque di dilavamento, quali inerti e calcestruzzi, vengono raccolte mediante caditoie con griglia e inviate all’impianto di prima pioggia.

#### Dimensionamento collettori acque meteoriche di dilavamento

Come premesso, nei cantieri in esame si è prevista l’installazione di sedimentatori – disoleatori prefabbricati. Per maggior dettaglio vedere il paragrafo specifico.

A valle di ogni impianto sarà ubicato il pozzetto per il prelievo campioni.

Le acque meteoriche e le acque trattate in esubero saranno convogliate mediante un collettore con scarico sul reticolo idrico superficiale.

#### CANTIERE CB01

La raccolta delle acque meteoriche è suddivisa in 2 impianti, in esse si sono individuate le relative aste principali di raccolta delle figure di seguito riportate.

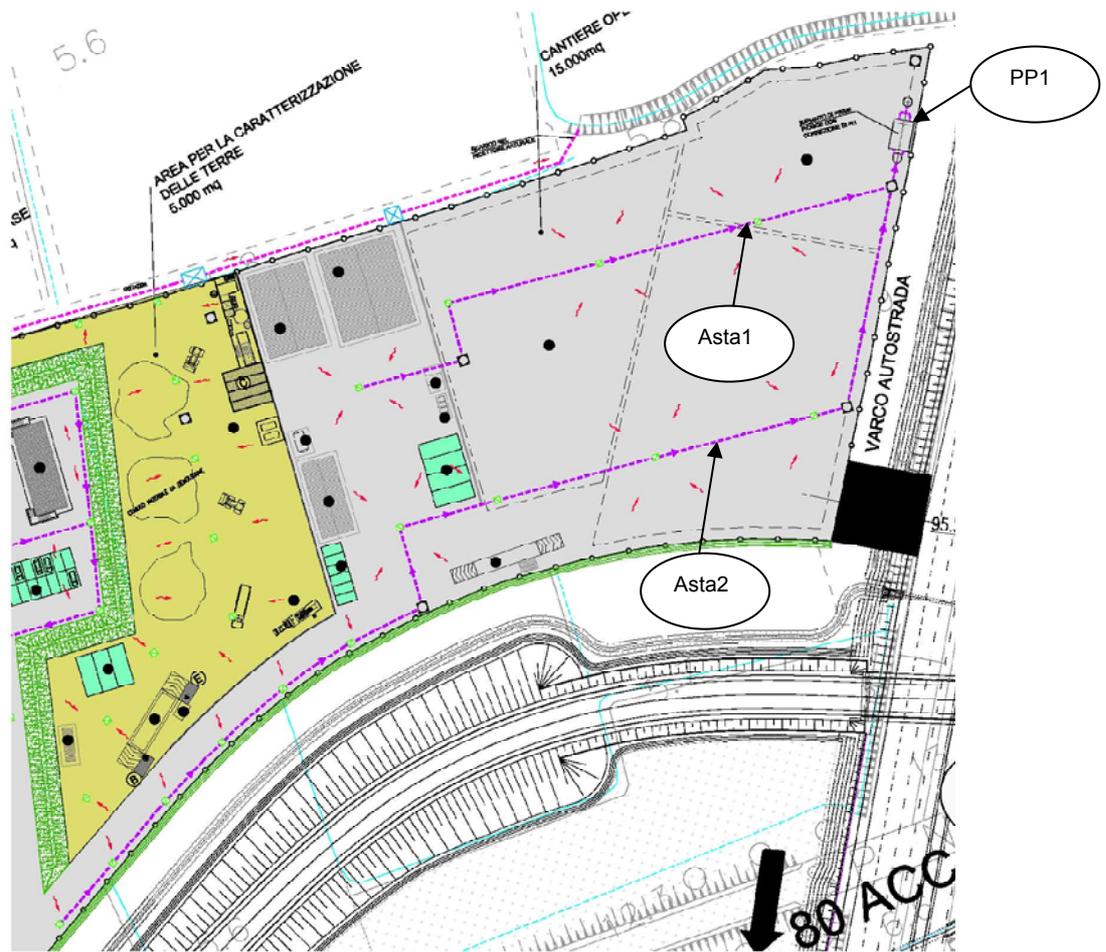


Figura 1: Schematizzazione delle superfici di bacino asta 1-2 CB01

Si hanno le aste 01-02 per l'impianto PP1.

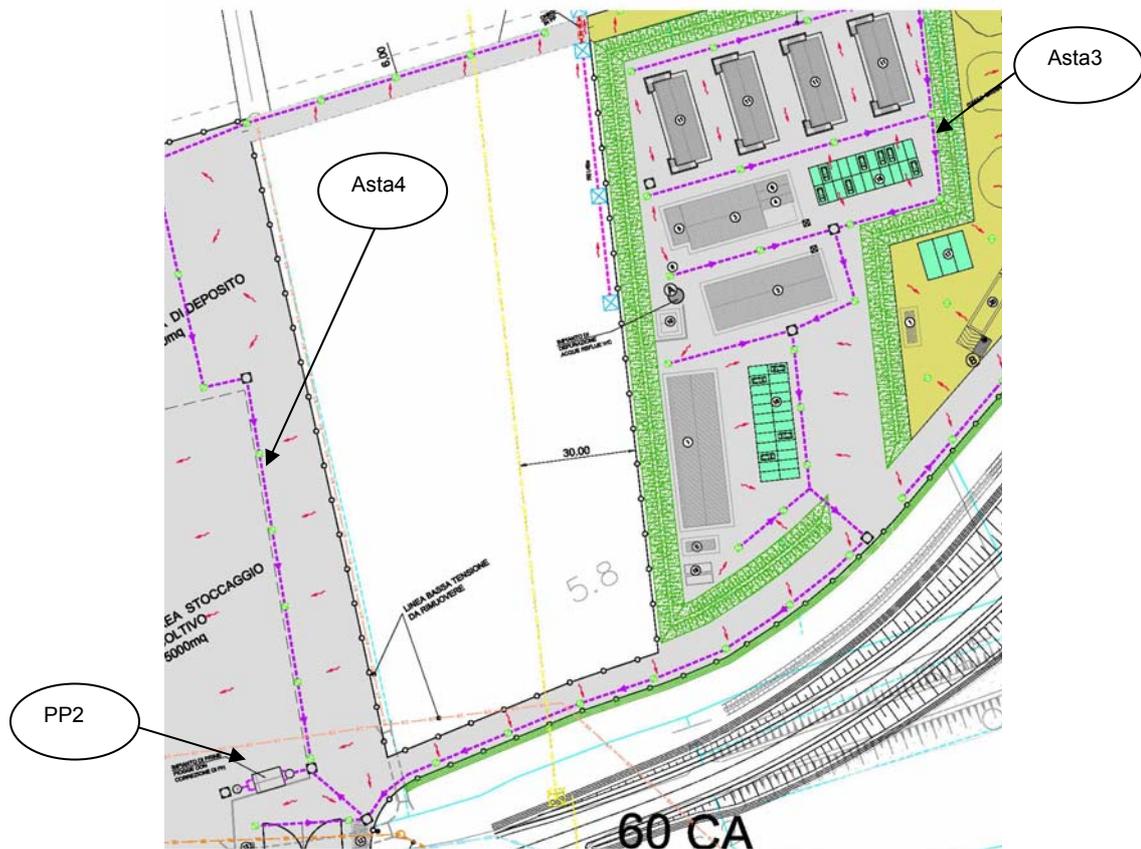


Figura 2: Schematizzazione delle superfici di bacino asta3-4 CB01

Si hanno le aste 03-04 per l'impianto PP2.

Si è proceduto calcolando per ogni asta il ramo dal percorso idraulico più lungo e imponendo una pendenza minima del collettore di 0.5%, il dimensionamento delle condotte nella sezione finale del tratto di rete è riportato di seguito.

Il calcolo delle portate delle aree di cantiere utilizza la formula razionale:

$$Q = \phi A i$$

dove:

- $\phi$  coefficiente di afflusso pari a 1,
- $i = h/t$  [mm/h] intensità di pioggia calcolata per valori di  $n < 1h$ ,
- $A$  [mq] area da drenare;

Si ricorda che l'altezza di pioggia  $h$  è data dalla seguente relazione:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

I valori di a, b e c sono assunti, con tr = 10 anni:

Tr 10 anni		
a	b	c
31.6	12.9	0.834

**Tabella 1: Parametri curve di possibilità climatica**

Date le dimensioni ridotte del bacino, si è ipotizzato un tempo di corrivazione fisso pari a 10 minuti per il calcolo della portata con cui dimensionare i singoli collettori, mentre per il calcolo della portata allo scarico finale (considerando quindi l'area totale della zona di cantiere) si è utilizzato  $t_c$  pari a 20 minuti.

In termini di calcolo globale si ha:

$$i_{(0.3h)} = 31.6 / (20 + 12.9)^{0.834} = 1.71 \text{ mm/min, } 102.92 \text{ mm/h}$$

in termini di calcolo relativo alle condotte invece si ha:  $t = 0.6 \text{ h}$ , da cui

$$i_{(0.6h)} = 31.6 / (10 + 12.9)^{0.834} = 2.32 \text{ mm/min, } 139.23 \text{ mm/h}$$

Per l'impianto PP1:

$$Q_1 = 1 * 7850 * 139.23 / 100 / 3600 = 0.303 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_2 = 1 * 7385 * 139.23 / 100 / 3600 = 0.286 \text{ [mc/s]}$$

L'impianto di trattamento PP1 racchiude il bacino di acque meteoriche comprendente le aste 1 e 2:

$$Q_{t1-2} = 1 * 15235 * 102.92 / 3600 / 1000 = 0.435 \text{ [mc/s]}$$

Per l'impianto PP2:

$$Q_3 = 1 * 3252 * 139.23 / 100 / 3600 = 0.126 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_4 = 1 * 10808 * 139.23 / 100 / 3600 = 0.418 \text{ [mc/s]}$$

L'impianto di trattamento PP2 racchiude il bacino di acque meteoriche comprendente le aste 2 e 3:

$$Q_{t3-4} = 1 * 14060 * 102.92 / 3600 / 1000 = 0.402 \text{ [mc/s]}$$

La portata nelle condotte circolari è valutata con la classica formula razionale di Chezy:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

- $K = 1/n$  (con n che assume per il Pead 0.0125) coefficiente Strickler [ $m^{1/3}/s$ ],
- A sezione liquida [mq],

- C contorno bagnato [m],
- j pendenza [m/m].

Asta 1 DN 630, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = 0.303 mc/s riempimento 75%

Asta 2 DN 630, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = 0.286 mc/s riempimento 71%

Collettore di ingresso al PP1 DN 800, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = **0.435** mc/s riempimento 61%

Asta 3 DN 500, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = 0.126 mc/s riempimento 60%

Asta 4 DN 800, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = 0.418 mc/s riempimento 60%

Collettore di ingresso al PP2 DN 800, p<sub>min</sub> =0.5%, Q = **0.402** mc/s riempimento 58%

### CANTIERE CO01

La raccolta delle acque meteoriche di prima pioggia è relativa ad un'unica asta principale di come si vede nella figura di seguito riportata:

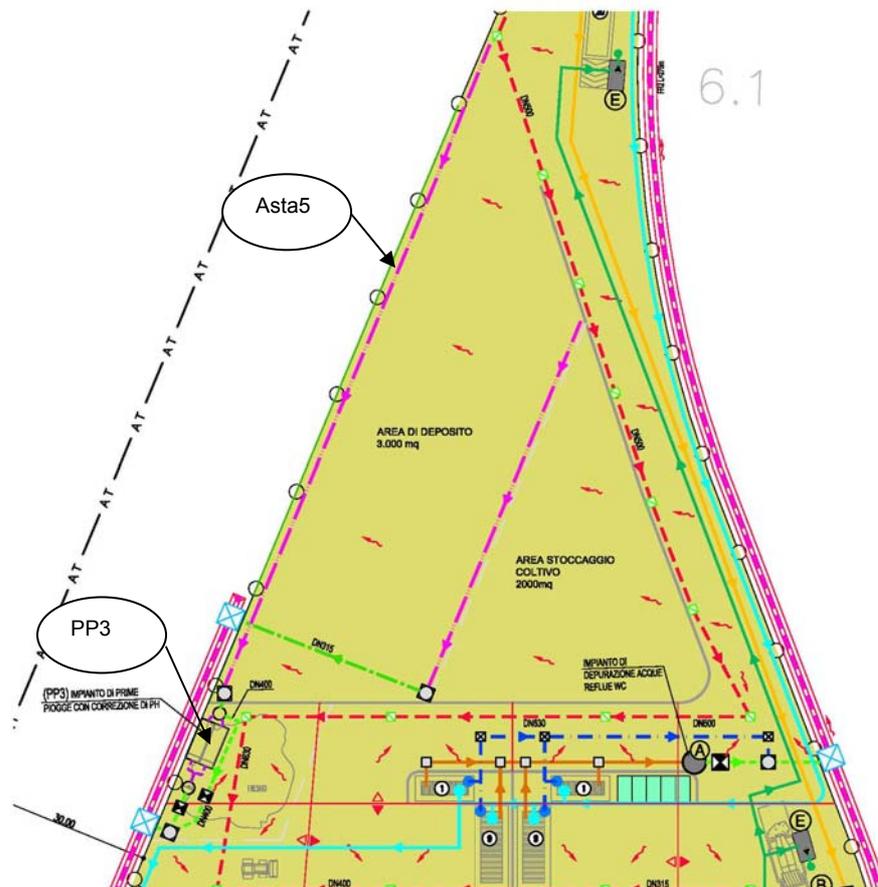


Figura 3: Schematizzazione delle superfici di bacino asta 5 CO01

Imponendo una pendenza minima del collettore dello 0.5%, e procedendo nei calcoli come descritto nel paragrafo precedente, in termini di calcolo globale si ha:

$$i_{(0.3h)} = 31.6/(20+12.9)^{0.834} = 1.71 \text{ mm/min, } 102.92 \text{ mm/h}$$

in termini di calcolo relativo alle condotte invece si ha:  $t = 0.6 \text{ h}$ , da cui:

$$i_{(0.6h)} = 31.6/(10+12.9)^{0.834} = 2.32 \text{ mm/min, } 139.23 \text{ mm/h}$$

Per l'impianto PP3:

$$Q_5 = 1 \cdot 3000 \cdot 139.23 / 100 / 3600 = 0.116 \text{ [mc/s]}$$

L'impianto di trattamento PP3 racchiude il bacino di acque meteoriche comprendente la sola asta 5, essa è costituita da un solo ramo per cui computiamo la portata alla sezione finale direttamente con il  $t_c$  pari a 20 minuti:

$$Q_{t5} = 1 \cdot 3000 \cdot 102.92 / 3600 / 1000 = 0.086 \text{ [mc/s]}$$

Come riportato nel paragrafo precedente, la portata nelle condotte circolari è valutata con la classica formula razionale di Chezy:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

Quindi il collettore di ingresso al PP3 DN 400 con  $p_{min} = 0.5\%$  e  $Q = 0.08 \text{ mc/s}$  avrà riempimento 69%.

#### Dimensionamento collettori acque meteoriche di dilavamento percorsi sporchi

Alla stregua di quanto fatto per i collettori delle acque di dilavamento, vengono dimensionati i collettori acque meteoriche dei percorsi sporchi. Anche per essi si presenta il calcolo delle aste idraulicamente più sfavorite, considerando un tempo di corrivazione fisso pari a 10 minuti per il calcolo della portata con cui dimensionare i singoli collettori, mentre per il calcolo della portata allo scarico finale  $t_c$  è stato posto pari a 20 minuti.

La raccolta delle acque meteoriche è suddivisa in 2 impianti (uno per ogni area di cantiere) per ognuno dei quali si sono individuate le relative aste principali di raccolta nelle figure di seguito riportate.

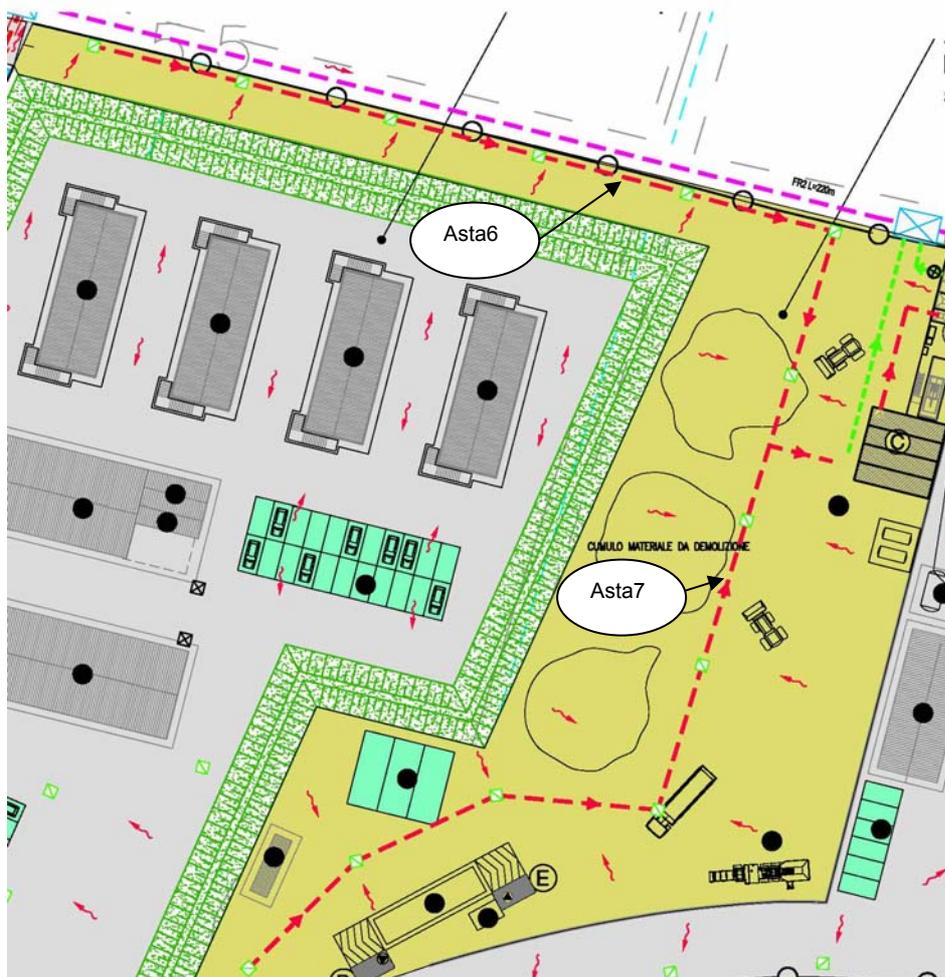


Figura 4: Schematizzazione delle superfici di bacino aste 6-7 CB01

Per l'impianto C1 (CB01):

$$Q_6 = 1 \cdot 2000 \cdot 139.23 / 1000 / 3600 = 0.077 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_7 = 1 \cdot 3843 \cdot 139.23 / 1000 / 3600 = 0.149 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_{6-7} = 1 \cdot 5843 \cdot 102.92 / 1000 / 3600 = 0.167 \text{ [mc/s]}$$

Asta 6 DN 400,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = 0.077 \text{ mc/s}$  riempimento 64%

Asta 7 DN 500,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = 0.149 \text{ mc/s}$  riempimento 67%

Collettore di ingresso al C<sub>1</sub> DN 500,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = \mathbf{0.167 \text{ mc/s}}$  riempimento 73%

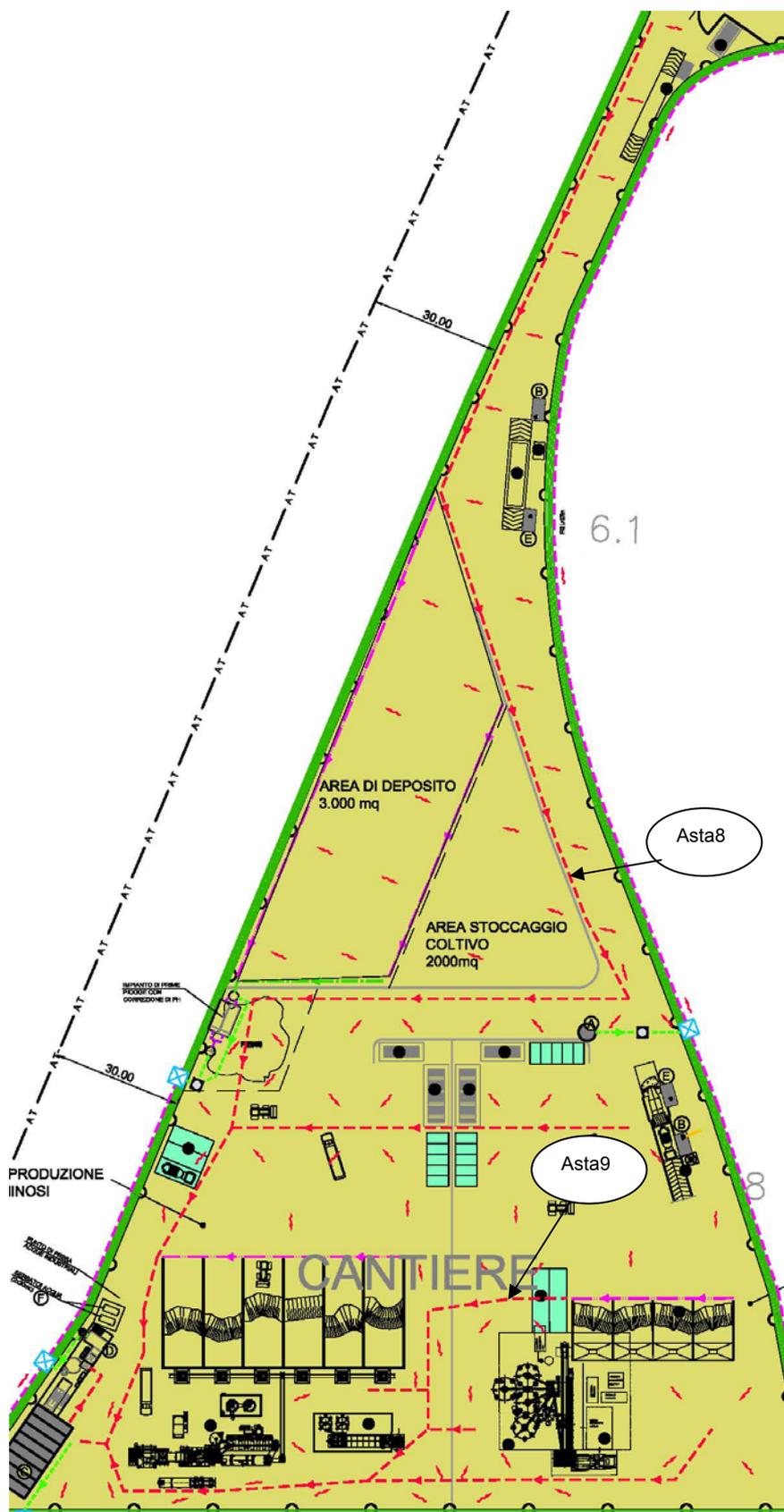


Figura 5: Schematizzazione delle superfici di bacino aste 8-9 CO01

Per l'impianto C2 (CO01):

$$Q_8 = 1 \cdot 10788 \cdot 139.23 / 1000 / 3600 = 0.417 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_9 = 1 \cdot 11872 \cdot 139.23 / 1000 / 3600 = 0.459 \text{ [mc/s]}$$

$$Q_{8-9} = 1 \cdot 22260 \cdot 102.92 / 1000 / 3600 = 0.647 \text{ [mc/s]}$$

Asta 8 DN 800,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = 0.417$  mc/s riempimento 60%

Asta 9 DN 800,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = 0.459$  mc/s riempimento 64%

Collettore di ingresso al C2 DN 800,  $p_{min} = 0.5\%$ ,  $Q = \mathbf{0.647}$  mc/s riempimento 85%

### **4.3 Caratteristiche delle acque di scarico**

Le acque reflue industriali da trattare saranno caratterizzate soprattutto da solidi sospesi contenuti nelle acque prodotte dalle attività di avanzamento, dai manufatti di lavaggio ruote, lavaggio canale e lavaggio automezzi e dal dilavamento delle aree di passaggio mezzi. Per il dimensionamento dell'impianto di trattamento delle acque reflue industriali e meteoriche viene considerata la concentrazione di solidi sospesi pari a 15 g/l.

Oltre ai solidi sospesi nelle acque reflue saranno presenti olii ed idrocarburi in tracce, non quantificabili, dato il movimento dei mezzi all'interno dell'area di cantiere. Considerando le lavorazioni con l'impiego di calcestruzzo viene tenuto conto di possibili residui dello stesso e di conseguenza di alterazioni del pH delle acque reflue.

Le acque meteoriche, che saranno trattate nell'impianto di prima pioggia, saranno caratterizzate soprattutto da solidi sedimentabili con la presenza di olii ed idrocarburi in tracce.

## 5 IMPIANTI DI DEPURAZIONE

Per il trattamento delle acque reflue prodotte all'interno del cantiere sono stati previsti tre tipologie di impianti di depurazione: la prima prevede la depurazione delle acque reflue industriali e meteoriche che tratterà i solidi sospesi e gli oli con la correzione del pH delle acque (v. di seguito Par. 5.1); la seconda prevede il trattamento delle prime piogge di una parte dell'area di cantiere (v. Par. 5.2); infine la terza prevede la depurazione delle acque degli scarichi civili (v. Par. 5.3) che consiste in un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale".

Sul collettore in uscita da ogni impianto di depurazione è stato previsto un pozzetto per prelievo campioni.

Si fa notare che è stato previsto, nelle aree di cantiere, un impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo delle acque chiuso. Di conseguenza le acque trattate, provenienti da questo impianto, non saranno scaricate ma riutilizzate esclusivamente per la operazione di lavaggio delle autobetoniere e delle autopompe.

Prima delle attività previste presso il cantiere dovranno essere realizzate le opere di regimazione delle acque (reti di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche e reflue e le reti di adduzione, riciclo e di scarico delle acque) e gli impianti di depurazione.

### ***5.1 Impianto di trattamento delle acque reflue industriali e meteoriche***

#### **5.1.1 Portata idraulica dell'impianto CB01**

Per l'impianto di trattamento delle acque industriali e meteoriche vengono considerati i seguenti valori delle portate generate all'interno del cantiere:

- lavaggio ruote: 1.3 l/s;
- acque meteoriche di dilavamento (relativa alle aree di passaggio mezzi 5+15mm): 1.35 l/s;
- lavaggio dei mezzi: portata trascurabile.

Di conseguenza viene assunta la portata dell'impianto di trattamento pari a circa 3 l/s.

#### **5.1.2 Portata idraulica dell'impianto CO01**

Per l'impianto di trattamento delle acque industriali e meteoriche vengono considerati i seguenti valori delle portate generate all'interno del cantiere:

- lavaggio ruote: 0.43 l/s;

- acque meteoriche di dilavamento (relativa alle aree di passaggio mezzi 5+15mm): 5.15 l/s;
- lavaggio dei mezzi: portata trascurabile.

Di conseguenza viene assunta la portata dell'impianto di trattamento pari a circa 6 l/s.

### 5.1.3 Descrizione dell'impianto di trattamento

L'impianto di trattamento verrà ubicato all'interno delle aree di cantiere, nell'area dove è facilitato l'accesso da parte dei mezzi per il rifornimento dei materiali e per l'allontanamento dei fanghi.

Le portate di progetto dei due impianti saranno difficilmente raggiunte in quanto le attività sopra elencate non avvengono in contemporanea ed inoltre i pozzetti e le vasche di decantazione previsti costituiscono un volume di accumulo e laminazione.

#### Ciclo di trattamento

Le acque torbide vengono convogliate nella vasca di raccolta che sarà additivata con coagulante. Mediante una pompa sommersa le acque vengono travasate nella seconda vasca nella quale avviene il dosaggio del prodotto di flocculazione mediante una pompa dosatrice. Il flocculante permette l'aggregazione delle sostanze solide in sospensione, aumentandone il raggio e quindi accelerandone la sedimentazione. Nella vasca è presente una elettropompa sommersa che provvede ad inviare l'acqua al decantatore statico.

Il separatore ha la funzione meccanica di separazione dei liquidi (olio-acqua).

Dallo sfioro del decantatore, l'acqua viene convogliata nel filtro a coalescenza con funzione di separatore di oli e idrocarburi in sospensione e di seguito nella vasca di raccolta acque trattate. I fanghi si depositano nel cono di fondo del decantatore e vengono estratti per gravità in modo discontinuo ed inviati, tramite tubazione, nella vasca di raccolta e di omogeneizzazione.

Successivamente il fango viene convogliato nelle camere della filtropressa da una pompa antiabrasiva ad alta pressione. La parte solida viene trattenuta dalle tele filtranti all'interno delle piastre, mentre il liquido ancora presente viene separato e riportato nella vasca delle acque reflue.

Un'apposita automazione, inserita nel quadro elettrico, controlla le varie fasi di lavoro dell'impianto.

Dalla vasca di acque trattate dell'impianto, l'acqua viene prelevata per il riuso nel cantiere. Le quantità d'acqua eccedenti vengono convogliate nel punto di scarico. Sulla tubazione in uscita dalla vasca è stato previsto un misuratore di portata ed un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

Ai fini della sicurezza dell'impianto di depurazione è stato previsto un pozzetto scolmatore (sfioratore per by pass) per le portate eccedenti la capacità dell'impianto. Il pozzetto scolmatore è



## 5.2 Impianto di trattamento prime piogge

### 5.2.1 Descrizione dell'impianto

Ciascun presidio è costituito da un manufatto prefabbricato composto da uno scolmatore in ingresso, che sfiora la portata in eccesso avviandola al by pass, un primo comparto sedimentatore ed un secondo disoleatore. La sedimentazione è ottenuta mantenendo l'acqua in condizioni di calma nella prima vasca al fine di favorire il deposito dei solidi sospesi. La disoleazione avviene nella seconda vasca, attraverso filtri a coalescenza che favoriscono l'aggregazione delle piccole particelle oleose portandole a separarsi dall'acqua per effetto della gravità: la frazione oleosa si porta in superficie mentre l'acqua si separa sul fondo. L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza (galleggiante in apposito cilindro in PEAD) che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima di olio stoccata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero nell'effluente. La portata depurata, unitamente a quella che eventualmente deriva dal by pass, viene avviata al reticolo idrografico superficiale.

Tali presidi sono carrabili ed ispezionabili mediante torrini e chiusini d'ispezione. Pertanto, potranno essere posizionati sia in aree ad essi dedicate, appositamente ricavate, sia in piattaforma nella quale compariranno, a filo pavimentato, i chiusini d'ispezione classe D400.

La condotta di by-pass, che si stacca dal pozzetto scolmatore posto all'ingresso, permette di isolare il presidio consentendo sia interventi di manutenzione (spurgo dei solidi sedimentati e degli oli, riparazioni, ...) sia l'intercettazione degli sversamenti accidentali. L'isolamento del bacino avviene mediante la chiusura di un organo manuale come una valvola che, all'occorrenza, potrà essere dotata di sistema per il comando a distanza. L'asportazione di eventuali liquidi immagazzinati a seguito di uno sversamento accidentale dovrà avvenire a mezzo di auto spurgo.

### 5.2.2 Dimensionamento dell'impianto

Le superfici del cantiere, relativa al trattamento di prima pioggia (quello non sporco), vengono riassunte nella tabella seguente:

Area di Cantiere	Impianto	A[mq]
CB01	PP1	15235
CB01	PP2	14060
CO01	PP3	3000

**Tabella 2: Aree afferenti prima pioggia**

La prima pioggia viene considerata come un evento meteorico di altezza di pioggia pari a 5 mm in un tempo di 15 minuti. Pertanto la portata relativa alla prima pioggia, ovvero quella in ingresso all'impianto, risulta pari a:

$$Q = A \cdot i$$

Dove:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{5}{15/60} = 0.0055 \text{ mm/h}$$

Il volume dell'acqua meteorica generato dalla prima pioggia risulta pari a:

$$V = A \cdot 0.0055 \text{ mc}$$

Ipotizzando circa 80 giorni piovosi all'anno, risulta che annualmente sarà trattato e scaricato un volume di:

$$Var_{pp} = V \text{ mc} \cdot 80$$

Riassumendo questi procedimenti per ogni impianto avremo quindi:

Impianto	A[mq]	Q [l/s]	V [mc]	Var <sub>pp</sub> [mc]
PP1	15235	83.79	76.18	6094
PP2	14060	77.33	70.30	5624
PP3	3000	16.50	15.00	1200

**Tabella 3: Dati impianti di prima pioggia**

Come premesso, nei cantieri in esame si è prevista l'installazione di sedimentatori – disoleatori prefabbricati. Si tratta di manufatti modulari di produzione industriale, ormai molto diffusi, le cui dimensioni e i cui volumi sono facilmente determinabili in funzione della sola superficie stradale afferente.

GN	Area massima trattabile (mq)
40	7273
50	9091
80	14545

**Tabella 4: Aree trattabili per tipo di impianto**

Impianto	A [mq]	Tipologia impianto
PP1	15235	2 x 50
PP2	14060	80
PP3	3000	40

**Tabella 5: Tipologie di impianti in progetto**

Alcuni presidi sono dotati di un impianto singolo, alcuni, data l'ampiezza del bacino tributario, necessitano di due manufatti in parallelo ai quali la portata giunge a seguito di un pozzetto partitore che suddivide uniformemente la portata. Tale pozzetto è, semplicemente, un manufatto prefabbricato in cui giunge il collettore da piattaforma e da cui ripartono 2 tubi che adducono la portata ai presidi suddetti.

A valle di ogni impianto sarà ubicato il pozzetto per il prelievo campioni.

Le acque meteoriche e le acque trattate in esubero saranno convogliate mediante un collettore con scarico sul reticolo idrico superficiale.

### **5.3 Impianto di depurazione scarichi civili**

#### **5.3.1 Descrizione dell'impianto**

E' stato previsto un impianto di 60 ab/eq per il CB01 e 10 ab/eq per il CO01 che consiste in un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale".

Il liquame viene prima inviato alla fossa Imhoff e successivamente introdotto nella zona di ossidazione. La miscela acqua-fango attivo in seguito viene immessa nella zona di sedimentazione, dove permane il tempo sufficiente affinché le sostanze solide sospese possano depositarsi sul fondo, permettendo all'acqua di uscire chiarificata, mentre i fanghi sedimentati tornano attraverso il ricircolo fanghi nella zona di ossidazione.

#### **5.3.2 Dimensionamento dell'impianto**

Il dimensionamento del depuratore è stato effettuato sulla base delle indicazioni fornite dalle Piano di Tutela delle acque e sulla base delle indicazioni fornite dalle ditte costruttrici di impianti prefabbricati. Di seguito si riportano i dimensionamenti dei due impianti.

Carico idraulico specifico: 200 l/abxgiorno

CB01 200 l/abxgiorno x 60 AE = 12000 l/giorno = 0.500 mc/h

CO01 200 l/abxgiorno x 10 AE = 2000 l/giorno = 0.083 mc/h

Carico organico specifico: 60 g BOD<sub>5</sub>/abxgiorno

CB01 60 g BOD<sub>5</sub>/abxgiorno x 60 AE = 3600 g BOD<sub>5</sub>/giorno

CO01 60 g BOD<sub>5</sub>/abxgiorno x 10 AE = 600 g BOD<sub>5</sub>/giorno

In entrambi i casi la concentrazione di BOD<sub>5</sub> in ingresso è pari a 300 mg/l.

## **5.4 Impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo chiuso**

Per il lavaggio autobetoniere è stato previsto un impianto di trattamento a ciclo delle acque chiuso. Di conseguenza, le acque trattate provenienti da questo impianto non saranno scaricate ma riutilizzate esclusivamente per l'operazione di lavaggio delle autobetoniere e delle autopompe. L'impianto è stato dimensionato per il CB01 per il lavaggio di nr. 45 autobetoniere al giorno e per il CO01 per il lavaggio di nr. 15 autobetoniere al giorno.

### Ciclo di trattamento

Le acque torbide e i sedimenti grossolani, provenienti dal lavaggio, vengono convogliate nella macchina separatrice dell'inerte. Il materiale inerte depositato sul fondo della tramoggia viene prelevato da una coclea inclinata e portato all'esterno.

Le acque reflue vengono mandate in una vasca di raccolta in cui avviene una prima sedimentazione dei solidi in sospensione mediante flocculazione. L'acqua torbida entra quindi nel decantatore attraverso il canale cilindrico interno mentre l'acqua che per sua natura si dispone negli strati alti sfiora nell'apposita vasca di raccolta. L'acqua dalla vasca viene riutilizzata per il lavaggio autobetoniere.

I fanghi si depositano nel cono di fondo del decantatore e vengono estratti per mezzo di una valvola pneumatica e inviati alla filtro-prensa mediante una pompa antiabrasiva.

Nella filtro-prensa, del tipo a piastre con camere, viene separato il liquido ancora trattenuto nei fanghi che viene inviato nella vasca di raccolta (a monte del decantatore). La parte solida dei fanghi viene trattenuta dalle reti filtranti della filtro-prensa. I fanghi disidratati sono scaricati sotto la filtroprensa e si presentano in forma palabile.

## **6 STIMA CARATTERISTICHE QUALI-QUANTITATIVE DELLO SCARICO PRIMA E DOPO DEPURAZIONE**

---

Le caratteristiche delle acque reflue generate nell'area di cantiere sono state già descritte nei paragrafi precedenti.

L'impianto di trattamento delle acque reflue industriali scelto e sopra descritto, consente di rimuovere dai liquami le sostanze di natura sospesa e colloidale tramite il procedimento di chiariflocculazione che provoca l'agglomerazione di tali sostanze in fiocchi che vengono separati dall'acqua per sedimentazione e rimossi sotto forma di fango. Oltre al processo di chiariflocculazione viene prevista la correzione del pH, la separazione olii e la filtrazione di idrocarburi sospesi a coalescenza.

L'acqua in uscita dall'impianto viene accumulata in appositi serbatoi e solo la parte eccedente viene scaricata.

Trattandosi dello scarico dell'acqua industriale in un corpo idrico superficiale è stato scelto un impianto in grado di ridurre i parametri di inquinamento entro i limiti di emissione previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del D.Lgs. n.152/2006.

## 7 FREQUENZA DELLO SCARICO

---

Le portate delle acque reflue in arrivo agli impianti di trattamento saranno variabili nel tempo: dipenderanno dalle stagioni, dalle condizioni meteoriche, dalle varie fasi e condizioni di attività del cantiere ecc. Le acque industriali trattate e stoccate nei serbatoi saranno riutilizzate per il lavaggio ruote, per le attività di avanzamento, per l'abbattimento delle polveri ecc.

Come risultato della variabilità delle portate in arrivo agli impianti di trattamento e come risultato del riciclo e del riutilizzo delle acque industriali trattate anche lo scarico sarà di tipo discontinuo, con portate variabili.

## 8 TUTELA DELLA FALDA E DEL CORPO IDRICO

---

L'area del cantiere in oggetto sarà completamente impermeabilizzata per evitare che gli eventuali sversamenti accidentali possano inquinare il terreno, dato che una parte dell'area sarà destinata al transito ed alla sosta dei mezzi di lavoro.

L'eventuale zona di rifornimento carburanti avrà la soletta in cls, ed i serbatoi saranno dotati di una adeguata vasca di contenimento.

Gli eventuali sversamenti accidentali di olii dovranno essere assorbiti con panni speciali, che saranno raccolti e depositati all'interno di contenitori o sacchi chiusi e di seguito consegnati alla ditta specializzata per lo smaltimento.

Al fine di ridurre la produzione e la propagazione delle polveri sarà attivo un servizio di spazzatura giornaliero, integrato con un servizio di lavaggio piazzali con frequenza ogni 48 ore.

Le acque utilizzate per il lavaggio dei piazzali del cantiere saranno raccolte e trattate come le acque meteoriche di prima pioggia.

Per il controllo delle acque trattate sono stati previsti dei pozzetti per il prelievo, situati a valle degli impianti di depurazione. Da questi pozzetti potranno essere prelevati i campioni per le analisi chimico-fisiche e biologiche.

## 9 QUANTITA' E TIPOLOGIA DI REFLUI NON SCARICATI

Durante i processi di decantazione e di trattamento acque verranno prodotti i reflui ed i rifiuti che dovranno essere smaltiti e dovranno essere gestiti in modo conforme alla specifica normativa di settore:

- le vasche di accumulo e di decantazione dell'impianto di lavaggio ruote e delle acque meteoriche dovranno essere ripulite, quando necessario, dal fango e dal materiale sedimentato che sarà trasportato con le autocisterne alla discarica autorizzata;
- la vasca di decantazione del manufatto lavaggio canale autobetoniere dovrà essere periodicamente ripulita ed il materiale trasportato in discarica autorizzata;
- i fanghi prodotti dall'impianto di depurazione acque industriali, e stoccati temporaneamente nell'area dell'impianto, dovranno essere trasportati alla discarica autorizzata. Dal dimensionamento dei due impianti di trattamento risulta una produzione oraria di fango complessiva pari a 486 kg/h. Si fa notare che questa quantità corrisponde al funzionamento dei due impianti a capacità piena relativa alle portate di trattamento di 3 e 6 l/s. Questa quantità di fango prodotto potrà essere raggiunta solo durante alcuni orari di lavoro in concomitanza con un numero elevato delle operazioni di lavaggio ruote.
- gli olii residui del separatore olii e del filtro a coalescenza dovranno essere trasportati alla discarica autorizzata;
- i fanghi dal depuratore scarichi civili (fossa Imhoff e vasca di ossidazione totale) dovranno essere rimossi periodicamente mediante autospurgo dalla ditta specializzata.

Oltre ai reflui prodotti dagli impianti di cantiere dovranno anche essere smaltiti:

- eventuale carburante sversato nella vasca di contenimento dall'eventuale zona di rifornimento carburanti; tale inquinante dovrà essere prelevato, quando necessario, e smaltito dalle ditte autorizzate;
- eventuali accidentali sversamenti di oli nell'area del cantiere dovranno essere assorbiti per mezzo di panni speciali che saranno raccolti e stoccati nei contenitori o sacchi chiusi e consegnati alla ditta specializzata per lo smaltimento adeguato;
- dovrà essere predisposto un piano di gestione e smaltimento degli eventuali bagni chimici in galleria ed in area del cantiere.

## **10 MODALITA' DI GESTIONE NELLA MOVIMENTAZIONE DI SOSTANZE CHIMICHE PERICOLOSE**

---

Gli agenti necessari per il funzionamento dell'impianto di depurazione, come coagulante, flocculante e acido e/o qualsiasi altro materiale di lavorazione considerato pericoloso o dannoso per persone o ambiente, dovranno essere forniti al cantiere in contenitori chiusi, dove dovranno essere immagazzinati e utilizzati in modo adeguato.

## 11 CONSUMI D'ACQUA DEL CANTIERE

### 11.1 Acque sanitarie

I consumi delle acque sanitarie sono relativi ai consumi dei bagni del cantiere. I volumi idrici necessari saranno prelevati dall'acquedotto.

Si stima una presenza di 200 lavoratori nel cantiere CB01 e 50 lavoratori nel CO01, che corrispondono rispettivamente a 60 e 10 abitanti equivalenti.

Per il calcolo del fabbisogno delle acque sanitarie del cantiere vengono usati i seguenti valori:

- numero abitanti equivalenti, N;
- dotazione idrica media giornaliera DI = 200 l/ab/g = 0.20 mc/ab/g

Il fabbisogno giornaliero delle acque sanitarie Vsg risulta:

$$V_{sg} = N \cdot DI$$

Di conseguenza il fabbisogno medio annuo Vsa risulta:

$$V_{sa} = V_{sg} \cdot 365g$$

Nella tabella seguente si riportano i valori corrispondenti a ciascun cantiere:

Area di Cantiere	Vsg [mc/g]	Vsa [mc/anno]
CAP300	12	4380
CAP301	2	730

**Tabella 6: Parametri acque sanitarie**

### 11.2 Acque nere

Per la determinazione del fabbisogno fognario si prende come riferimento di partenza la dotazione idrica acquedottistica, in quanto ovviamente i reflui prodotti provengono direttamente dalle acque immesse nella rete idrica potabile e non potabile.

#### Scelta dei diametri delle condotte

La dotazione idrica indica la richiesta d'acqua di un centro abitato rapportata ad ogni singolo abitante dello stesso. Il fabbisogno si riferisce al giorno di massimo consumo.

Per il caso in oggetto possiamo considerare come dotazione idrica 200 l/ab\*d

Per quanto riguarda gli effettivi afflussi in fognatura, si è applicato un coefficiente di 0,8, per tenere conto del consumo assoluto dell'acqua di provenienza acquedottistica.

Per la determinazione della portata di nera di progetto si è proceduto valutandola come quota parte dei consumi potabili, rispetto alla fognatura maggiormente sovraccaricata, per cui quella

relativo al cantiere CB01.

I fabbisogni del giorno di max. consumo sono stati ottenuti incrementando quelli medi annui con un coefficiente  $C_{24}$  dipendente dalla classe demografica.

Per valutarlo è stata utilizzata la relazione di Giffit da cui:

$C_{24}=5/P^{(1/6)}$  che nel nostro caso è quindi 6.11

P rappresenta il numero di abitanti espressi in migliaia.

La portata di acque nere sarà quindi data dalla formula:

$$Q = \frac{(d \times P \times C_{24} \times a)}{(3600 \times B)}$$

Dove

d dotazione idrica media giornaliera, pari a 200 lt. / abitante;

P = numero di abitanti equivalenti, pari a 60 abitanti;

a = coefficiente di assorbimento, pari a 0,80;

$C_{24}$  = coefficiente per il massimo consumo annuo, pari a 6.11;

B = coefficiente di utilizzazione pari a 8 ore;

3600 = coefficiente per passare dalla portata di 1/ora a 1/sec.

Nel tronco fognatura in esame si è quindi ottenuto il valore di portata come indicato nella seguente tabella:

Ab Equiv. Medi	Dotazione [l/ab g]	Q nera [l/s]
60	200	2,03

**Tabella 7: Portata acque nere**

Per la fognatura in esame si è prevista una tubazione in PVC di 250 mm.

### **11.3 Acque industriali**

Per quanto riguarda l'acqua necessaria per le attività di cantiere, come lavaggio ruote, avanzamento cantiere, bagnatura aree o altro, potrà essere usata quella della riserva di cantiere, alimentata dal ciclo di trattamento delle acque di cantiere stesse o quella stoccata nelle apposite cisterne.

Le cisterne saranno alimentate dall'acquedotto ubicato nelle zone prossime al cantiere o tramite autobotti.

Di seguito vengono valutate le quantità giornaliere ed annue necessarie per le attività di cantiere.

### Produzione calcestruzzo

Considerando una produzione media di circa 150 mc di calcestruzzo al giorno, si prevede un consumo medio giornaliero di acqua pari a:

$$V_{gc} = 28 \text{ mc/giorno.}$$

Di conseguenza il fabbisogno medio annuo  $V_{ca}$  risulta:

$$V_{ac} = 28 \text{ mc/g} * 365 \text{ g} = 10220 \text{ mc/anno}$$

### Lavaggio ruote

Il fabbisogno di acqua necessaria per il lavaggio ruote dei mezzi all'uscita dal cantiere è stato ipotizzato considerando un transito di 45/15 mezzi al giorno e considerando che il consumo d'acqua per un lavaggio è pari a 2500 l. Di conseguenza il consumo giornaliero dell'acqua risulta:

$$V_{gl} = 2.5 \text{ mc/mezzo} * 45 \text{ mezzi/g} = 112.5 \text{ mc/g}$$

$$V_{gl} = 2.5 \text{ mc/mezzo} * 15 \text{ mezzi/g} = 37.5 \text{ mc/g.}$$

Si fa notare che l'acqua utilizzata per il lavaggio ruote viene raccolta nella vasca delle acque reflue ed inviata all'impianto di trattamento e di seguito completamente riutilizzata. Durante l'operazione di lavaggio vengono "persi" circa 100 l (il mezzo uscendo dall'impianto rilascia acqua).

Pertanto si assume che il vero fabbisogno sia la quantità d'acqua che va reintegrata per eseguire le operazioni di lavaggio.

Il fabbisogno giornaliero risulta:

CB01

$$V_{gl}' = 0.1 \text{ mc/mezzo} * 45 \text{ mezzi/g} = 4.5 \text{ mc/g}$$

e quello annuo:

$$V_{al}' = 4.5 \text{ mc/g} * 365 \text{ g} = 1642.5 \text{ mc/anno}$$

CO01

$$V_{gl}' = 0.1 \text{ mc/mezzo} * 15 \text{ mezzi/g} = 1.5 \text{ mc/g}$$

e quello annuo:

$$V_{al}' = 1.0 \text{ mc/g} * 365 \text{ g} = 547.5 \text{ mc/anno}$$

### Bagnatura e pulizia piazzali, piste cantiere, aree di lavoro

Il fabbisogno d'acqua per questa attività è stato stimato, supponendo l'uso di una autocisterna al giorno, di capacità di 10000 l..

Pertanto il fabbisogno giornaliero risulta pari a  $V_{gb}=10$  mc/g, e il fabbisogno annuo risulta pari a:

$$V_{ab} = 10 \text{ mc/g} * 365 \text{ g} = 3650 \text{ mc/anno.}$$

#### Lavaggio canale autobetoniere

Il lavaggio delle canale delle betoniere sarà eseguito dalla riserva in dotazione della betoniera.

#### Lavaggio mezzi

Il fabbisogno giornaliero d'acqua per questa attività è stato stimato a:

$$V_{gm} = 2 \text{ mc/g.}$$

Il fabbisogno annuo risulta pari a:

$$V_{am} = 2 \text{ mc/g} * 365 \text{ g/anno} = 730 \text{ mc/anno}$$

#### Consumo totale acque industriali

Il fabbisogno totale annuo per le attività del cantiere risulta pari a:

$$V_a = V_{ac} + V_{al} \text{ (cap300-cap301)} + V_{ab} + V_{am} = 16790 \text{ mc/anno,}$$

ed il fabbisogno giornaliero:

$$V_g = V_{gc} + V_{gl} + V_{gb} + V_{gm} = 46.0 \text{ mc/g}$$

Questa quantità d'acqua corrisponde ad una portata media annua pari a  $Q = 0,53$  l/s ed è relativa alla portata media di consumo del cantiere.

## 12 SISTEMA DEL RICIRCOLO DELLE ACQUE

L'acqua reflua industriale trattata sarà riutilizzata nel processo produttivo e solo in caso di esubero verrà convogliata nel punto di scarico.

Infatti a valle dell'impianto di trattamento delle acque reflue è ubicata la vasca delle acque trattate. Da questa vasca è stata prevista l'alimentazione degli impianti di lavaggio ruote e l'alimentazione dei serbatoi di accumulo del cantiere (v. Planimetria ciclo acque di cantiere). Da questi serbatoi sarà prelevata l'acqua per le varie attività di cantiere come: avanzamento cantiere, lavaggio piazzali, riserva antincendio, lavaggio ruote ecc.

Ai fini di valutazione dei volumi d'acqua di scarico si fa riferimento alle condizioni seguenti:

- per il lavaggio ruote di 45/15 mezzi al giorno, viene prodotto un volume giornaliero pari a  $V_{gr_1} = (2.5-0.1) \cdot (45+15) = 144 \text{ mc/g}$   $Var_1 = 52560 \text{ mc/anno}$ ;
- le acque meteoriche dilavanti (relative alle aree di percorso mezzi): Considerando circa 80 giorni piovosi all'anno, la precipitazione media di 10 mm e la superficie dell'area di cantiere pari a 28000 mq, risulta il volume annuo accumulato e trattato delle acque meteoriche di  $Var_p = 22400 \text{ mc/anno}$ . Da qui risulta un volume medio giornaliero (ovviamente distribuito in modo disomogeneo nell'arco dell'anno)  $V_{gr_p} = 61.37 \text{ mc/g}$ ;
- le acque reflue di lavaggio mezzi: viene prodotto un volume giornaliero pari a  $V_{gr_m} = 2 \text{ mc/g}$  ed annuo pari a  $V_{ar_m} = 730 \text{ mc/anno}$ .

Di conseguenza risulta che giornalmente viene prodotto un volume di acque reflue ( $V_{pr}$ ) pari a:

$$V_{gr} = V_{gr_1} + V_{gr_p} + V_{gr_m} = 207.37 \text{ mc/g},$$

ed annualmente pari a:

$$V_{ar} = Var_1 + Var_p + Var_m = 75690.05 \text{ mc/anno}.$$

Si considera che giornalmente ed annualmente vengono usati i volumi seguenti:

- Lavaggio ruote in totale nei due cantieri  $V_{gr} = 150 \text{ mc/g}$ ,  $Var = 54750 \text{ mc/anno}$ ;
- Bagnatura, pulizia piazzali, aree di lavoro  $V_{gb} = 10 \text{ mc/g}$ ,  $V_{ab} = 3650 \text{ mc/anno}$ ;
- Lavaggio mezzi  $V_{gm} = 2 \text{ mc/g}$ ,  $V_{am} = 730 \text{ mc/anno}$ .
- 

Di conseguenza risulta che giornalmente viene utilizzato per l'attività di cantiere un volume pari a:

$$V_g = V_{gr} + V_{gb} + V_{gm} = 162 \text{ mc/g},$$

ed annualmente pari a

$$V_a = Var + V_{ab} + V_{am} = 59130 \text{ mc/anno}.$$

Dal rapporto tra i valori dell'acqua industriale riutilizzata e dell'acqua reflua prodotta, si ha la percentuale dell'acqua riciclata pari a:

$$V_a/Var = 59130 \text{ mc/anno}/75690.05 \text{ mc/anno} = 0.78 = 78\%$$

In caso di prolungati periodi di assenza di eventi piovosi l'acqua necessaria al cantiere verrà prelevata dall'acquedotto, dai punti di presa così come indicati nella planimetria delle acque di cantiere.

Si fa notare che la valutazione sopra indicata è stata effettuata con alcune semplificazioni: sono stati considerati 365 giorni lavorativi all'anno e non si è tenuto conto di alcuni volumi minori di acque reflue come lavaggio piazzali e lavaggio canale.