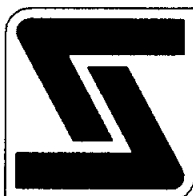


PROVINCIA DI BARI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

Aeroporto di "Bari Palese"

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA NUOVA AEROSTAZIONE DELL'AEROPORTO DI BARI-PALESE E RELATIVA VIABILITA' DI ACCESSO A SEGUITO DELLA RESCISSIONE IN DANNO DISPOSTA DALLA S.E.A.P. S.P.A. CON PROVVEDIMENTO N.3418 DEL 09/08/2002, AI SENSI E PER GLI EFFETTI DELL'ART.340 DELLA LEGGE 2248 - ALL. F DEL 20/03/1865, DEL CONTRATTO DI APPALTO STIPULATO IN DATA 14/09/2000 E ATTO DI SOTTOMISSIONE STIPULATO IN DATA 12/07/2001

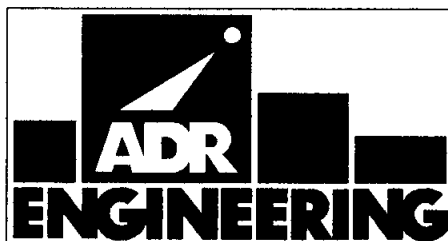


SEAP

s.p.a.

società esercizio
aeroporti puglia

AEROPORTO CIVILE 70057 BARI-PALESE
tel. 080/5835111 telefax. 080/5835225



SEAP s.p.a.

SEAP S.p.A.
Società Esercizio Aeroporti Puglia
IL DIRETTORE GENERALE
(Marco FRANCHINI)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Roberto SCARAVAGLIONE

IL PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI
Arch. Bartolomeo Carlo COLAPIETRO

L'IMPRESA

Associazione Temporanea di Imprese
EDIL CO. s.r.l. - DEBAR COSTRUZIONI s.r.l. - GUASTAMACCHIA s.p.a.

SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

RELAZIONE TECNICA

DATA

26/05/2004

SCALA

TAVOLA

ALL. R1

INDICE

PREMESSE	2
1. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI FOGNATURA PLUVIALE	2
2. STUDIO DEL REGIME PLUVIOMETRICO	4
3. LA RETE DI DRENAGGIO	10
3.1 RETE DI RACCOLTA E COLLETTAMENTO (RETI A, B, C, D ED E).....	10
3.2 RETE DI RACCOLTA E COLLETTAMENTO (RETE F).....	11
3.3 ELEMENTI DI CALCOLO.....	11
4. VASCA DI PRIMA PIOGGIA.....	16
5. VASCA DI IRRIGAZIONE.....	22
6. OPERA DI RESTITUZIONE (A SERVIZIO DELLE RETI A, B, C, D, E).....	24
7. VASCA DI TRATTAMENTO ED OPERA DI SMALTIMENTO (A SERVIZIO DELLE RETE F E DELLA NUOVA VIABILITA' DI ACCESSO).....	27
7.1 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DI GUARDIA.....	28
7.2 ANALISI DELLE PORTATE DI DRENAGGIO DEL FOSSO DI GUARDIA.....	29
7.3 VERIFICA DI FUNZIONAMENTO IDRAULICO DELL'ATTUALE FOSSO DI GUARDIA.....	31
7.4 INTERVENTI DI PROGETTO.....	33
7.5 VASCA DI TRATTAMENTO.....	34
7.6 OPERA DI RESTITUZIONE.....	36

PREMESSE

La presente relazione accompagna la richiesta di autorizzazione allo scarico relativa a n. 2 interventi da effettuarsi nell'area aeroportuale di Bari-Palese. In particolare, come diffusamente illustrato nei capitoli seguenti, si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Rete di drenaggio a servizio delle aree esterne (parcheggi e strade), della nuova aerostazione passeggeri e del nuovo parcheggio multipiano, con relativa opera di smaltimento costituita da vasca di prima pioggia, vasca di accumulo per uso irriguo, opera di smaltimento sul suolo, pozzi di soccorso recapitanti negli strati anidri del sottosuolo (con franco rispetto al livello della falda pari a 16 m circa)
- Adeguamento alla normativa vigente del recapito finale delle acque intercettate dal fosso di guardia posto a presidio della strada di accesso all'aerostazione, attualmente costituito da 13 pozzi recapitanti nella falda profonda, che verranno sostituiti da un'opera di smaltimento costituita da: vasca di prima pioggia e disoleazione, opera di restituzione sul suolo, n. 26 pozzi di soccorso recapitanti negli strati anidri del sottosuolo (con franco rispetto al livello della falda pari a 11 m circa)

1. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI FOGNATURA PLUVIALE

Il dimensionamento dei collettori e delle opere d'arte che costituiscono la rete di intercettazione, collettamento e smaltimento delle acque meteoriche, è stato condotto sulla base di una approfondita analisi del regime pluviometrico della zona entro cui ricadono le opere in progetto.

Nella presente relazione si riassumono i criteri seguiti per il dimensionamento e la verifica dei seguenti manufatti idraulici (la cui ubicazione planimetrica si evince sull'elaborato All. G3):

- **Rete di raccolta e collettamento (reti A, B, C, D ed E)**, a servizio delle aree esterne (parcheggi e strade), della nuova aerostazione passeggeri e del nuovo parcheggio multipiano;
- **Vasca di prima pioggia**, da realizzarsi per intercettare le acque di dilavamento, raccolte sul bacino nei primi periodi di pioggia e quindi potenzialmente inquinate;
- **Vasca di irrigazione**, da realizzarsi a valle della vasca di prima pioggia, per garantire un accumulo di acqua dalle caratteristiche idonee alla irrigazione delle aree da destinarsi a verde;
- **Vasca di smaltimento**, da realizzarsi per garantire lo smaltimento delle piogge raccolte su tutte le aree impermeabili, nei quantitativi eccedenti i volumi accumulati nelle vasche poste immediatamente a monte;
- **Rete di raccolta e collettamento (rete F)**, a servizio della nuova viabilità di accesso alla aerostazione passeggeri di nuova realizzazione (rotatoria e strada a doppio senso con spartitraffico centrale);
- **Vasca di trattamento ed opera di smaltimento**, da realizzarsi per garantire il trattamento (grigliatura, dissabbiatura e disoleatura) e lo smaltimento delle piogge raccolte sulla nuova strada di accesso alla aerostazione e sul bacino a monte del fosso di guardia esistente;

fornendo ogni elemento utile a comprenderne i criteri di dimensionamento adottati, le condizioni di funzionamento e gestionali.

2. STUDIO DEL REGIME PLUVIOMETRICO

Lo studio del regime pluviometrico è stato condotto analizzando le precipitazioni di notevole intensità e di breve durata rilevate nel corso degli ultimi 32 anni dal Servizio Idrografico e Mareografico Italiano.

In particolare si è fatto riferimento ai dati rilevati presso la stazione di Bari Osservatorio che risulta essere la più prossima all'area in esame.

Dagli Annali Idrologici sono stati rilevati, per la stazione pluviometrica di Bari Osservatorio, i valori massimi annuali (Tabella 1) delle altezze di precipitazione relative agli anni dal 1961 al 1993, di durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Stazione di:	BARI OSSERVATORIO				
	durate [ore]				
anni	1	3	6	12	24
1961	40,0	52,6	58,0	61,6	61,6
1962	34,4	51,2	53,0	56,2	81,2
1963	22,0	35,6	37,2	51,8	58,6
1965	29,4	30,0	30,2	39,2	52,6
1967	14,8	14,8	17,6	22,4	27,4
1969	45,4	47,2	61,2	73,0	85,0
1970	19,4	21,4	21,4	21,4	22,0
1971	64,0	114,4	123,0	132,2	143,2
1972	41,0	55,0	61,4	61,4	65,8
1973	50,0	51,6	56,8	57,4	65,2
1974	27,6	30,6	30,8	31,6	45,6
1975	18,2	21,6	31,4	41,2	59,6
1976	38,2	56,0	62,8	64,0	64,0
1977	24,0	34,4	36,0	38,4	43,4
1978	55,0	61,0	61,0	61,0	61,8
1979	40,6	41,6	41,6	41,6	41,6
1980	20,0	24,0	37,0	52,4	63,0
1981	20,8	20,8	24,2	32,8	37,8
1982	48,6	54,4	59,6	60,0	100,4
1983	22,2	25,6	30,0	34,0	50,6
1984	13,2	18,0	26,6	50,0	68,8
1985	22,4	24,4	31,0	37,0	38,8
1986	16,2	27,4	27,8	31,6	33,4
1987	29,6	40,8	41,8	42,0	48,6
1988	18,6	24,4	24,6	32,2	34,4
1989	23,4	23,4	23,4	23,4	25,4
1990	23,4	27,8	44,2	55,6	77,6
1991	21,8	27,2	39,6	49,2	53,0
1992	23,4	32,2	34,0	37,4	45,2
1993	17,2	17,8	23,6	33,4	33,4

Tabella 1: Stazione di Bari Osservatorio, valori delle altezze di pioggia rilevati

In base ai dati di pioggia raccolti, assumendo come legge di distribuzione probabilistica atta a rappresentare il fenomeno quella di Gumbel:

$$\phi(z) = e^{-e^{-z}}$$

in cui, con z si indica la variabile ridotta $z = \alpha(h-u)$

mentre $\alpha = 1.283/\sigma$ e $u = \mu - 0.577/\alpha$

con la media e lo scarto quadratico medio espressi dalle note relazioni

$$\mu = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{N} = \bar{x} \quad \sigma = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N} \right]$$

si ricavano i parametri rappresentativi delle diverse durate di pioggia riportati in Tabella 2.

	durate t [ore]				
	1	3	6	12	24
Xmed	29,49	36,91	41,69	47,51	56,30
Var(X)	173,55	397,02	433,32	441,92	613,04
a	0,10	0,06	0,06	0,06	0,05
b	23,57	27,95	32,33	38,06	45,16

Tabella 2: Parametri statistici delle le tre serie considerate

La correttezza della scelta arbitraria della distribuzione teorica (in questo caso Gumbel) è verificata quantitativamente mediante test di concordanza globale delle due distribuzioni (reale e teorica).

Poichè i dati relativi alle piogge di notevole intensità e breve durata raramente risultano molto numerosi, si preferisce usualmente ricorrere al test di Kolmogorov.

Tale test è basato sulla valutazione della massima differenza tra la $F(i)$ e la $\phi(z)$:

$$|F(i) - \phi(z)|_{\max} = D_0$$

In cui:
$$F(i) = \frac{i}{N+1}$$

i = numero d'ordine del valore osservato, nella serie ordinata degli N dati

Perchè l'ipotesi fatta, circa la validità della distribuzione teorica scelta a rappresentare i dati osservati, risulti accettabile viene verificato che il valore di D_0 risulti inferiore ad un valore critico D_c (funzione della dimensione N e del livello di significatività L_s).

Ponendo $L_s = 0.05$ (probabilità che l'ipotesi statistica controllata sia vera pari al 95%) si ricava D_c

$$D_c = \frac{1.3581}{\sqrt{N}} = \frac{1.3581}{\sqrt{39}} = 0.2174$$

Per effettuare il test, messi in ordine crescente i valori $h(i)$, si calcolano i relativi $z(i) = \alpha[h(i) - u]$ e di conseguenza i valori $\phi(z) = e^{-e^{-z}}$; poi, conosciuta la $F(i) = i/(N+1) = i/40$, si calcolano le differenze $|F(i) - \phi(z)|$ e si verifica quindi che $|F(i) - \phi(z)|_{\max} \leq D_c$.

Per tutti i tempi di pioggia è stato verificato l'adattamento della distribuzione teorica prescelta (Gumbel) in quanto $|F(i) - \phi(z)|$ risulta essere sempre minore di 0.2174 (D_c).

Appurata la rappresentatività della distribuzione di Gumbel a rappresentare l'evoluzione dei massimi di pioggia, la determinazione della curva di pioggia $h = a \cdot t^n$ (con

a ed n da stimare in base dei dati a disposizione) avente un assegnato tempo di ritorno T_r viene effettuata richiamando la relazione esistente tra il tempo di ritorno T_r e la funzione probabilità di non superamento $\phi(z)$:

$$\phi(z) = 1 - 1/T_r$$

In tale espressione, fissato T_r , viene valutato per ognuna delle serie di dati il corrispondente valore dell'altezza di pioggia con tempo di ritorno pari a quello prefissato.

Nel caso in questione il tempo di ritorno T_r viene fissato pari a 20 anni, per garantire alle opere di drenaggio e smaltimento un adeguato grado di sicurezza rispetto ad eventi eccezionali che possono presentarsi.

Quindi, fissato $T_r = 20$ anni, si ricava $\phi(z) = 1 - \frac{1}{20}$

(equivalente ad una probabilità del 95% che l'evento non superi il valore dato) quindi:

$$z = -\ln(-\ln(\phi(z))) = 3.38429$$

e, per le diverse durate, ovvero per le cinque serie considerate, si determinano i valori delle altezze di precipitazione (Tabella 3) con tempo di ritorno pari a 20 anni applicando la relazione:

$$h = \frac{z}{\alpha} + u$$

Tr	h				
	1	3	6	12	24
5	38,97	51,24	56,67	62,64	74,11
10	46,68	62,89	68,84	74,93	88,59
20	54,07	74,07	80,52	86,73	102,48
30	58,32	80,50	87,24	93,51	110,48
50	63,63	88,54	95,64	101,99	120,47

Tabella 3: Valori delle altezze di pioggia per $T_r = 5, 10, 20, 30, 50$ anni

In base ai valori di h ottenuti, si determinano quindi per regressione i parametri "a" ed "n" della curva di pioggia, applicando il principio dei minimi quadrati:

a = 56.39

n = 0.189

Curva di Probabilità Pluviometrica $h = a t^n$ $T_r=20$ anni

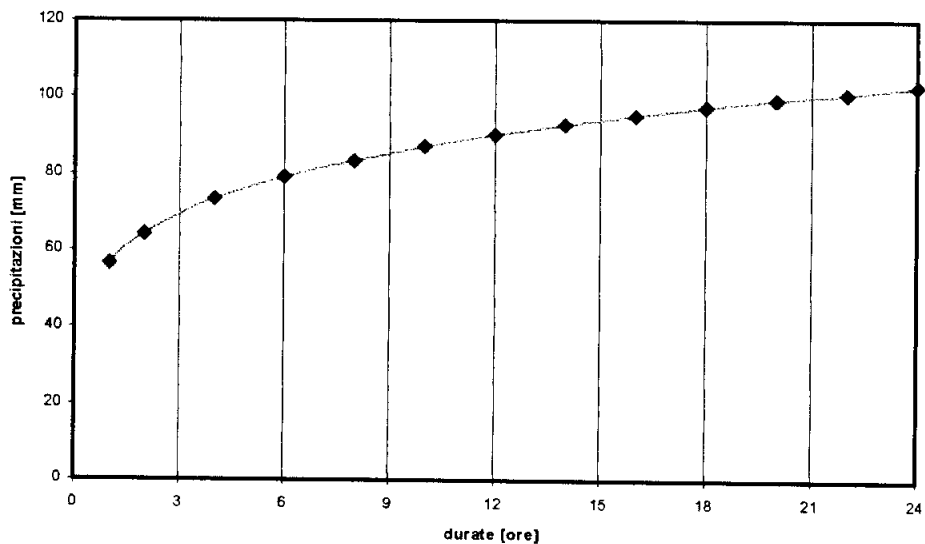


Figura 1: Curve di pioggia per la stazione di Bari Osservatorio ($T_r = 20$ anni)

é così perfettamente identificata la curva di pioggia di progetto avente tempo di ritorno di 20 anni (Figura 1).

3. LA RETE DI DRENAGGIO

3.1 Rete di raccolta e collettamento (reti A, B, C, D ed E)

La rete di drenaggio a servizio della nuova aerostazione dell'aeroporto di Bari-Palese è costituita da un sistema di raccolta e collettamento che interessa il nuovo parcheggio multipiano, la nuova aerostazione passeggeri e tutte le aree esterne (parcheggi, strade).

Il tracciato della rete è stato definito in modo da drenare in modo ottimale tutti i sottobacini e ricercando, tra le soluzioni possibili, quelle che garantiscono la massima economia e le migliori condizione operative di funzionamento della rete.

La rete è costituita da due collettori principali:

Il collettore A (cfr. all. G3) che ha origine nella zona situata a nord-ovest della nuova aerostazione passeggeri (quota media del terreno pari a 44,00 m s.l.m)

Il collettore B a servizio del nuovo parcheggio multipiano. Quest'ultimo raccoglie la portata proveniente dalla **rete D**, situata nella zona sud-ovest caratterizzata da una quota media del terreno pari a 46,50 m s.l.m, e confluisce nel **collettore C**, nei pressi del viadotto, ove il terreno ha una quota media pari a 43,00 m s.l.m.

Nel collettore C confluisce altresì il **collettore E**, che intercetta le portate provenienti dalle reti di drenaggio, già realizzate, a servizio dei parcheggi P.L.T. E P.O.A. situati nella zona ad est rispetto ad i nuovi corpi di fabbrica.

Le condotte fognarie saranno posate per lo più in sede stradale, con pendenze comprese tra lo 0,15% (minima) e il 0,85 % (massima), e diametri variabili da un minimo di 200 mm per i tratti a monte ad un massimo di 1000 mm per il tronco di immissione nella vasca di prima pioggia.

3.2 Rete di raccolta e collettamento (rete F)

Le acque meteoriche ricadenti sulla nuova rotatoria stradale di progetto, vengono avviate attraverso idonea rete di raccolta e collettamento (**rete F** cfr. All. G3) al fosso di guardia esistente.

La rete, posata in sede stradale, è costituita da condotte di diametro variabile da un minimo di 200 mm per i tratti a monte ad un massimo di 400 mm per il tronco di valle che, attraversata la strada, si immette nel fosso di guardia.

Quest'ultimo sarà interessato da un intervento di sistemazione idraulica, consistente nella realizzazione di una sezione scatolare in C.A. per una lunghezza di circa 650 m che sfocia in una vasca di trattamento e smaltimento finale, come sarà descritto in dettaglio nel seguito.

Nello stesso canale scatolare in C.A. si immetteranno le condotte trasversali provenienti dalle caditoie disposte lungo la nuova arteria stradale che collega la rotatoria di cui si è detto alla strada provinciale Cep-Palese esistente.

3.3 Elementi di calcolo

Nella progettazione dei differenti tronchi elementari è stata rivolta una particolare cura al funzionamento idraulico delle diverse diramazioni assicurandosi che il funzionamento a pelo libero avvenga con un rapporto di riempimento ottimale, in modo da scongiurare il pericolo di funzionamento in pressione e consentire l'autolavaggio e la conseguente rimozione del materiale eventualmente sedimentatosi.

Il calcolo delle portate addotte da ogni tronco è stato condotto applicando il metodo dell'invaso a tutti i differenti tronchi elementari, procedendo da monte verso valle.

In particolare, una volta definiti il tracciato e lo sviluppo dei singoli tronchi di fogna bianca, sono state individuate le aree servite (A) e le rispettive caratteristiche da introdurre nei calcoli (volume dei piccoli invasi w_0 , coefficiente di afflusso f , lunghezza L e pendenza dei collettori i).

In base ai dati descritti si è prefissato un primo valore di tentativo del coefficiente udometrico (u^*), in base al quale è stata stimata la portata $Q^* = u \cdot A$ da smaltire; imposta la condizione di riempimento ottimale (h/D) si è ricavato il corrispondente valore di Q^*/Q_{sp} , da cui, nota la Q^* si ricava la Q_{sp} .

Nota la portata a sezione piena Q_{sp} , è stato possibile ricavare il diametro del collettore, applicando Chezy

$$Q_{sp} = \Omega \chi \sqrt{R \cdot i} \quad \text{con } \chi = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

e quindi si è scelto un diametro commerciale, ricalcolando i relativi parametri geometrici e idraulici.

Successivamente si è valutato il coefficiente udometrico corretto attraverso l'espressione:

$$u = 2168 \frac{n(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{(1/n-1)}}$$

introducendo come n il valore dell'esponente della curva di probabilità pluviometrica moltiplicato per 4/3.

Iterando il procedimento fino a valutare l'effettivo valore di u e i corrispondenti valori di portata, velocità e riempimento, si sono ricavate la configurazione ottimale della rete e le rispettive condizioni di funzionamento critico.

Nelle tabelle che seguono si riassumono le principali caratteristiche dimensionali e di funzionamento dei tronchi costituenti la rete di drenaggio progettata, e in particolare:

- Tabella 4, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore A
- Tabella 5, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore B
- Tabella 6, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore C
- Tabella 7, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore D
- Tabella 8, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore E
- Tabella 9, caratteristiche dei sottobacini, dimensioni e verifiche del collettore F

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
1A-4A	900	0,005	200	0,74	0,0169	0,6764
4A-7A	2800	0,008	300	0,62	0,0523	1,1413
7A-10A	5100	0,008	400	0,54	0,0949	1,3740
10A-16A	6100	0,0016	500	0,70	0,1144	0,7743
16A-20A	6300	0,0015	500	0,74	0,1184	0,7553
20A-21A	9300	0,003	600	0,53	0,1748	1,1373
21A-23A	13760	0,003	600	0,70	0,2574	1,2135
23A-25A	14760	0,003	600	0,75	0,2772	1,2236
25A-26A	14760	0,003	600	0,75	0,2769	1,2235
26A-27A	15760	0,0035	700	0,54	0,2960	1,3828
32A-35A	700	0,0035	200	0,74	0,0140	0,5652
35A-38A	2200	0,0035	300	0,71	0,0413	0,7751
39A-42A	400	0,0015	200	0,66	0,0080	0,3637
42A-44A	1400	0,0085	300	0,40	0,0267	1,0231
44A-38A	2400	0,004	300	0,72	0,0450	0,8305
38A-27A	4600	0,005	500	0,40	0,0869	1,1677
27A-30A	30360	0,005	800	0,59	0,5700	1,8588
30A-31A	30860	0,005	800	0,59	0,5800	1,8646

Tabella 4, caratteristiche del collettore A

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
1B-3B	7330	0,005	500	0,54	0,1379	1,2840
3B-4B	9230	0,005	600	0,45	0,1737	1,3929
4B-6B	12265	0,005	600	0,54	0,2300	1,4736
6B-9B	16380	0,005	600	0,66	0,3072	1,5496
9B-11B	21334	0,005	700	0,59	0,4010	1,6913
11B-13B	28107	0,005	700	0,73	0,5279	1,7627
13B-15B	29127	0,005	700	0,75	0,5475	1,7692
15B-16B	32086	0,005	800	0,61	0,6029	1,8772
16B-17B	33668	0,005	800	0,63	0,6320	1,8920
17B-18B	36063	0,005	800	0,66	0,6782	1,9129
18B-19B	37123	0,005	800	0,68	0,6970	1,9205
19B-20B	38143	0,005	800	0,69	0,7171	1,9280
20B-21B	40243	0,005	800	0,72	0,7562	1,9406
21B-23B	41243	0,005	800	0,74	0,7746	1,9456
23B-24B	41758	0,005	800	0,75	0,7849	1,9480

Tabella 5, caratteristiche del collettore B

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
1C-2C	72618	0,005	1000	0,72	1,3652	2,2713
2C-3C	72918	0,005	1000	0,72	1,3708	2,2724
3C-4C	73418	0,005	1000	0,72	1,3802	2,2742

Tabella 6, caratteristiche del collettore C

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
1D-2D	600	0,003	200	0,60	0,010	0,51
2D-5'D	1050	0,0025	300	0,63	0,031	0,65
3D-4D	650	0,003	200	0,59	0,009	0,51
5D-8D	4100	0,015	300	0,55	0,061	1,53
8D-9D	6400	0,031	400	0,55	0,08	1,58

Tabella 7, caratteristiche del collettore D

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
13E-14E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
14E-15E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
15E-16E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
16E-17E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
17E-18E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
18E-19E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
19E-20E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897
20E-21E	7500	0,005	500	0,54	0,1411	1,2897

Tabella 8, caratteristiche del collettore E

TRATTO	PROGETTO					
	BACINO mq	i	D mm	riemp	Q m ³ /s	V m/s
1F-2F	850	0,015	200	0,49	0,0160	1,0577
2F-3F	850	0,015	200	0,49	0,0160	1,0575
3F-4F	1750	0,033	200	0,59	0,0320	1,6611
4F-5F	1750	0,033	200	0,60	0,0329	1,6691
5F-6F	3900	0,032	300	0,49	0,0731	2,1336
6F-7F	3900	0,032	300	0,49	0,0731	2,1336
7F-8F	6160	0,005	400	0,73	0,1150	1,1631

Tabella 9, caratteristiche del collettore F

4. VASCA DI PRIMA PIOGGIA

A valle della rete di intercettazione e collettamento (**reti A, B, C, D ed E**) si è prevista una vasca di prima pioggia, ove vengono trattenute le acque di dilavamento del bacino e le impurità in esse trasportate. Da questa le acque in eccesso o già chiarificate vengono convogliate verso una vasca di accumulo ad uso irriguo, mentre l'eventuale sfioro di questa raggiunge un manufatto disperdente che provvede al loro definitivo smaltimento negli strati superficiali del suolo.

Il dimensionamento della vasca di prima pioggia è stato condotto sulla base delle prescrizioni tecniche imposte dallo Stralcio di Piano Direttore, approvato con Decreto Commissario Delegato Emergenza Ambientale 13.06.2002 n. 191 pubblicato sul BURP n.80/27.6.2002.

Inoltre è stata effettuata la verifica, ai sensi del punto 7 comma 3 dello stesso documento, che lo scarico interessato dal presente progetto abbia una fascia di rispetto di almeno 500 m da opere di captazione ad uso potabile ed almeno 250 m da opere di captazione ad uso irriguo. Tali verifiche sono largamente soddisfatte come si può evincere dalla consultazione dell'allegato G1. /OK

Con riferimento allo Stralcio di Piano Direttore, si intendono per:

- **acque di prima pioggia**, le prime acque meteoriche di dilavamento fino ad una altezza di precipitazione massima di 5 millimetri, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante;
- **acque di lavaggio**, le acque utilizzate per operazioni di lavaggio di aree esterne impermeabilizzate artificialmente e suscettibili di veicolare sostanze pericolose o che comunque possono creare pregiudizio per l'ambiente;

inoltre, ai sensi dello stesso documento, le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne che dilavano dalle pertinenze di stabilimenti industriali, nonché da

strade e piazzali destinati alla movimentazione e deposito di mezzi e di materiali, anche se chiusi in appositi contenitori, che possono dar luogo al rilascio di sostanze di cui alla Tab. 3 dell'all. 5 del D.Lgs 152/99 e s.m.i., devono essere raccolte in vasca a tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento depurativo appropriato in loco, tale da conseguire il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla Tab. 3 di cui all'allegato 5 per le immissioni in fognatura e nelle acque superficiali, ovvero nel rispetto della tab. 4 nel caso di immissioni sul suolo. Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia devono essere sottoposte, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura, sedimentazione e disoleazione.

Per la determinazione del volume di prima pioggia sono state effettuate le seguenti considerazioni:

- bacino scolante, costituito dalle aree esterne (parcheggi, strade, rampe ed aree sistemate a verde) e dalla superficie di copertura della nuova aerostazione passeggeri e del nuovo parcheggio multipiano, **idraulicamente sconnesso** dalle superfici esterne. La linea spartiacque è costituita:
 - Ad Ovest ed a Sud dal canale di guardia esistente (cfr. all. G4) ok
 - Ad Est dal tronco di fognatura a servizio del parcheggio dell'attuale aerostazione passeggeri. ?
 - A Nord dal fosso di guardia posto della recinzione di separazione con la zona di manovra degli aerei posta a nord. ?
- coefficiente di afflusso **assunto, a vantaggio di sicurezza, pari all'unità per tutte le aree scolanti impermeabilizzate** (trascurando i volumi dei piccoli invasi che si vanno a determinare naturalmente nel bacino scolante) ed inferiore all'unità per le aree sistemate a verde.

Si precisa che il bacino scolante delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne facente parte del presente progetto, allegato alla richiesta di autorizzazione allo scarico e/o immissione delle acque meteoriche di dilavamento, non comprende le piste di volo e di

rullaggio, i piazzali di parcheggio dei velivoli e la pista di parcheggio degli aerei militari.

Pertanto la superficie di calcolo considerata per la determinazione del volume di prima pioggia, da addurre ad idoneo manufatto a tenuta stagna, è stata valutata sommando:

- la superficie totale occupata da strade, rampe, aree pavimentate, piazzali e coperture,
- la superficie delle aree a verde ridotta di un coefficiente di afflusso medio pari a 0,83

ottenendo un valore pari a circa **76.000 m²**.

Dal prodotto della superficie totale per l'altezza di prima pioggia (5mm) si è ottenuto il **volume della vasca di prima pioggia, pari a:**

$$0.005 \times 76.000 = 380 \text{ m}^3.$$

Assumendo un tirante idrico di 2.4 m e una forma planimetrica rettangolare, le dimensioni del manufatto risultano: 8.0 m x 20.0 m x 2.40 (cfr. all. G4), con una capacità di 384 m³

L'alimentazione della vasca di raccolta delle acque di prima pioggia avviene tramite un canale di calma, di larghezza pari a 1,60 m, ove giunge direttamente il collettore del diametro DN1000 mm, che rappresenta il tratto terminale dell'intera rete di drenaggio. Successivamente l'acqua attraversa un canale collettore, all'interno del quale vengono effettuati i trattamenti di grigliatura e di disoleazione; tale opera, che ha origine dal canale di calma, presenta un primo tratto a sezione rettangolare, nel quale avviene la grigliatura (griglia con spaziatura di 5 mm), quindi la sezione si approfondisce assumendo una forma a tramoggia analoga alla zona di sedimentazione delle vasche tipo Imhoff (la fessura longitudinale presente sul fondo della tramoggia permette il passaggio delle acque di prima pioggia alla vasca sottostante assieme al materiale sedimentabile).

All'estremità di valle il canale riprende l'andamento rettangolare a sezione decrescente sino allo sbocco nella vasca di irrigazione.

Nell'Allegato G4 si riportano le piante e le sezioni significative dell'opera descritta in precedenza, che è stata progettata prevedendo che il canale di adduzione e pretrattamento (grigliatura, disoleazione, sedimentazione) sia sovrapposto alla vasca di raccolta delle acque di prima pioggia.

La soluzione progettuale prevista assicura così ridotte dimensioni complessive dell'opera e permette di demandare allo stesso manufatto anche il compito di pretrattamento delle acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia. Infatti le portate successive a quelle di prima pioggia, attraversando il canale di adduzione, subiscono i processi previsti dalla normativa vigente e più volte richiamati, senza interferire con il volume di prima pioggia immagazzinato nella vasca sottostante, per essere quindi smaltite nella successiva vasca di irrigazione.

La vasca di prima pioggia, inizialmente vuota, progressivamente tenderà a riempirsi nel corso dell'evento. Le portate che provengono dalla rete di drenaggio, percorrendo il canale di calma subiscono un rallentamento fino a raggiungere una velocità compresa tra 0,50 e 0,80 m/sec, intervallo che assicura un'efficace grigliatura, evitando il trascinarsi del materiale trattenuto. Quindi la corrente, percorrendo il tratto sagomato a tramoggia, passerà nel comparto sottostante, insieme ad eventuali residui solidi e agli oli (gli oli ed i grassi accumulati nel comparto di prima pioggia verranno catturati da un disoleatore statico posto in prossimità delle pompe sommerse, e convogliati verso un pozzetto di raccolta; cfr All. G4).

Una volta invasato, nel comparto sottostante, il volume equivalente alla prima pioggia, inizia il riempimento del canale superiore; ove avvengono i processi di grigliatura grossolana, disoleatura e sedimentazione.

La disoleatura delle schiume e dei grassi è effettuata tramite i due setti trasversali semisommersi disposti in serie lungo la sezione a tramoggia del canale; questi suddividono il canale in tre scomparti comunicanti tra loro.

Il primo ha lo scopo di smorzare eventuali turbolenze del flusso entrante e di ripartirlo lungo tutto lo sviluppo trasversale del canale; il secondo provvede alla separazione e allo stoccaggio temporaneo delle sostanze flottanti e, infine, lo scomparto di valle consente il deflusso dell'acqua allo scarico senza che si eserciti alcun richiamo sulle sostanze raccolte nella camera centrale.

Il quantitativo più leggero e quindi galleggiante (oli e grassi) accumulatosi nel comparto centrale sfiorerà in una tubazione di raccolta, funzionante da disoleatore statico, e procederà verso il pozzetto di raccolta degli oli di cui si è detto.

Gli oli ed i grassi minerali accumulati verranno periodicamente prelevati da azienda autorizzata.

Nella sedimentazione, invece, si sfrutta la forza di gravità per separare dall'acqua le particelle solide sedimentabili, caratterizzate da peso specifico maggiore di quello dell'acqua e che possono depositarsi sul fondo in tempi accettabili. Tale processo è effettuato in corrispondenza del tratto Imhoff del canale la cui lunghezza è stata calcolata in maniera tale da garantire che le particelle solide ne raggiungano il fondo prima della fine.

Nella procedura adottata si è assunta la velocità di sedimentazione rinveniente dalla legge di Stokes, valida in regime laminare:

$$v_s = \frac{g (\gamma_s - \gamma_a) D^2}{18 \gamma_a \nu}$$

in cui:

γ_s = peso specifico delle particelle

γ_a = peso specifico dell'acqua

D = diametro equivalente delle particelle

ν = viscosità cinematica dell'acqua

Noto il tirante idrico nel tratto del canale 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.

In base a questa considerazione la lunghezza minima della vasca viene assunta pari quella che determina un tempo di percorrenza pari al tempo di caduta. La tabella seguente esplicita i risultati ottenuti:

γ_s [N/m ³]	γ_a [N/m ³]	v [cm ² /sec]	D [mm]	v_s [cm/sec]	L minima [m]	L effettiva [m]
14000	10000	1,306	0,5	0,042	19.3	20.0

Si è assunto di voler far sedimentare, in acqua a temperatura di 10° ($v = 1,306$) particelle di diametro equivalente pari a 0,5 mm aventi peso specifico relativo pari a 1,4 corrispondente a quello medio per solidi sedimentabili presenti nei liquami.

Tali particelle, sedimentando, passeranno nella vasca sottostante.

Dopo ogni evento meteorico si provvederà allo svuotamento delle acque rimaste in vasca, corrispondenti al volume di prima pioggia, mediante l'azionamento delle pompe sommerse (due di cui una di riserva) che sollevano le acque accumulate fino ad un pozzetto dal quale **verranno prelevate mediante autospurgo e conferite ad impianto di depurazione autorizzato.**

La vigente normativa prevede che tali acque possano essere avviate all'opera di smaltimento sul suolo ovvero debbano essere convogliate nella rete di fognatura nera, a seconda che le loro caratteristiche chimico-fisiche rientrino rispettivamente nei limiti della Tabella 4 o 3 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152/99.

Il presente progetto prevede comunque una doppia possibilità (subordinata ai risultati del monitoraggio da effettuarsi mediante analisi chimiche su campioni da prelevarsi periodicamente dal pozzetto della vasca di prima pioggia):

- se le caratteristiche chimico-fisiche continuano a superare i limiti della Tabella 3 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152/99, le acque di prima pioggia seguiranno ad essere prelevate mediante autospurgo e conferite ad impianto di depurazione autorizzato;
- se le caratteristiche chimico-fisiche dovessero rientrare nei limiti della stessa Tabella 3, le acque di prima pioggia verranno inviate alla rete di fognatura nera, previo sollevamento mediante idoneo impianto (**dopo aver ottenuto regolare autorizzazione allo scarico in fognatura dall'Ente Gestore della stessa**).

In questo secondo caso la eventuale portata di svuotamento della vasca e la potenza delle pompe sommerse deputate al suo sollevamento, è stata fissata con il criterio di renderne compatibile il convogliamento nella condotta fognaria esistente per mezzo di una tubazione del DN 300 posata in opera con la pendenza dello 0.87%. Conseguentemente, le caratteristiche della pompa risultano:: potenza 5,7 kw e portata di 20 m³/h.

5. VASCA DI IRRIGAZIONE

La rete di raccolta delle acque di drenaggio dei tetti e dei piazzali adduce le acque di pioggia fino ai manufatti di trattamento, accumulo e smaltimento.

In particolare, come si è detto, si è previsto che le acque di pioggia attraversino dapprima la vasca di prima pioggia, entro cui vengono trattenute le acque più cariche di sostanze inquinanti, relative ai primi istanti di pioggia. Quindi, le acque in esubero, superando la vasca di prima pioggia, si riversano nella vasca di accumulo delle acque irrigue, avente volume pari a circa 1350 m³. Infine, da quest'ultimo manufatto, i volumi in eccesso vengono smaltiti nei primi strati del sottosuolo, mediante una vasca drenante che verrà descritta in seguito.

I tre manufatti, disposti in serie, si presentano idraulicamente sconnessi, per poterne garantire il funzionamento indipendente. La sconnessione è rappresentata

dalla presenza di cigli di sfioro libero con quote sempre superiori ai livelli massimi raggiungibili nei manufatti di valle in cui vengono riversate le portate fluide.

La quota di massimo invaso all'interno della vasca irrigua è di circa 0.20 m al di sotto della quota inferiore del ciglio dello stramazzo di alimentazione e così pure la quota del ciglio di stramazzo che collega la vasca irrigua alla vasca di smaltimento è posto a più di 2 metri al di sopra del fondo della vasca disperdente.

La vasca di accumulo delle acque di irrigazione è stata progettata con lo scopo di accumulare le acque successive alla prima pioggia, che hanno quindi già subito il trattamento di grigliatura, disoleatura e sedimentazione, ai fini di un riutilizzo per l'irrigazione delle aree a verde comprese nell'area interessata.

Il dimensionamento è stato effettuato tendendo in considerazione il duplice obiettivo: da un lato soddisfare il fabbisogno medio giornaliero di acqua (pari a, come riportato in letteratura tecnica, almeno 5 mm di acqua al giorno, nei mesi più caldi, equivalente a 5 m³/giorno per ogni 1000 m² di superficie da irrigare) e dall'altro recuperare il massimo quantitativo di acqua piovana con il minimo ricorso ad integrazioni con acqua potabile (in letteratura tecnica è riportata come dimensione ottimale quella variabile tra i 30 e i 40 m³ ogni 1000 m² di superficie da irrigare).

Sulla base delle precedenti considerazioni si è addivenuti ad un manufatto di superficie pari a circa 630 m² e battente idrico massimo pari a 2,12 m per un volume idrico complessivo pari a circa 1340 m³.

In tale opera l'acqua trattata nella vasca di prima pioggia, dopo aver seguito un percorso obbligato attraverso setti in cls, allo scopo di favorire il deposito dell'ulteriore materiale grossolano eventualmente sfuggito ai trattamenti precedenti, giunge nel pozzetto di accumulo ove è posizionata la condotta di presa del gruppo di sollevamento dell'impianto irriguo (due pompe di cui una di riserva).

In quest'ultimo pozzetto perviene anche la condotta di alimentazione dell'acqua di falda per sopperire alla mancanza di acqua piovana trattata nei periodi di siccità.

L'impianto di sollevamento è stato dotato anche di una condotta di derivazione, normalmente intercettata, da utilizzarsi per lo svuotamento della vasca di irrigazione per eventuali interventi di manutenzione.

Questa vasca, date le ingenti dimensioni, svolge anche il compito di laminazione dell'onda di piena che si determina nei casi di eventi di eccezionale entità riducendo notevolmente la portata da smaltire negli strati superficiali del sottosuolo tramite l'opera di restituzione di seguito descritta.

6. OPERA DI RESTITUZIONE (A SERVIZIO DELLE RETI A, B, C, D, E)

Lo smaltimento della portata pluviale, depurata dell'aliquota relativa al dilavamento delle superfici attuato nei primi istanti di precipitazione (acque di prima pioggia), avviene mediante infiltrazione sul suolo e, eccezionalmente, negli strati superficiali del sottosuolo, attraverso l'opera di smaltimento rappresentata nell'allegato G4, in perfetta conformità con la Normativa vigente (Stralcio di Piano Direttore approvato con Decreto Commissario Delegato Emergenza Ambientale 13.06.2002 n. 191 pubblicato sul BURP n.80/27.6.2002 -- } art.2, comma 4, art.6 comma 1 e art.7 comma 3).

In tale manufatto le acque successive a quelle di prima pioggia, raccolte dalle reti A, B, C, D ed E, dopo essere stata sottoposte ai processi di grigliatura, sedimentazione e disoleazione, previsti nella vasca di prima pioggia, vengono smaltite negli strati superficiali del suolo attraverso l'adozione di un'apposita vasca di restituzione dimensionata per i massimi valori di portata rinvenuti dall'analisi statistico-idrologica.

L'opera di restituzione è costituita da una vasca disperdente di forma quadrata e di dimensioni 26 m x 20 m, ottenuta rimuovendo lo strato di ricoprimento vegetale e i primi strati di suolo fino ad una profondità di circa 6.5 m, dal piano campagna.

Idraulicamente la vasca di restituzione è disposta in serie alla vasca di prima pioggia e alla vasca di accumulo irriguo e, grazie alla sua conformazione ed estensione planimetrica, assicura lo smaltimento nei primi strati del suolo delle portate in eccesso

provenienti da monte, in piena compatibilità con le caratteristiche di permeabilità ed idrauliche dei terreni presenti in situ.

Per minimizzare l'impatto visivo dell'opera si è previsto di riempire l'intera vasca, utilizzando lo stesso materiale di scavo, adeguatamente vagliato per eliminare la parte fine. La struttura così realizzata conserva la piena efficienza di smaltimento per cui è stata dimensionata e minimizza l'impatto visivo, che sarebbe altrimenti rilevante.

Le capacità di smaltimento dell'opera sono ulteriormente accresciute dalla presenza di tubazioni drenanti che garantiscono la diffusione delle portate addotte dalle vasche di monte all'intera superficie di restituzione (fondo vasca).

Completano l'opera, 13 pozzi di soccorso che hanno incile a circa 2 m dal fondo della vasca e che, quindi, entrano in funzione solo per condizioni eccezionali accrescendo la capacità di smaltimento dell'opera ed evitando pericolosi fenomeni di rigurgito che metterebbero in crisi le vasche di monte e l'intera rete.

In particolare, come illustrato nell'allegato G7, la profondità dei pozzi di soccorso è di 20 m dal p.c., garantendo in tal modo un franco di 15,50 m rispetto alla posizione della superficie piezometrica della falda.

Il dimensionamento dell'opera di smaltimento è stato condotto sulla base della stessa curva di probabilità pluviometrica ($h = 56.39 \cdot t^{0.189}$) adottata per il dimensionamento della rete di drenaggio ed è pertanto dimensionata per un tempo di ritorno di 20 anni.

Il volume dell'opera di smaltimento è stato valutato massimizzando la differenza tra le due quantità relative:

- al volume di pioggia laminato affluente alla vasca
- al volume che nello stesso tempo si disperde nel suolo per effetto della velocità di infiltrazione assunta pari a 0.00005 m/s e corrispondente a circa 0.05 l/s m², sulla base dei dati idrogeologici a disposizione;

con tale metodologia, si perviene ad un volume di progetto pari a circa 300 m³.

Assunta quindi una profondità di circa 6.5 m, la vasca di smaltimento viene ad avere le dimensioni di 26.15 x 20 m, in particolare ha quota fondo pari a 36.50 m s.l.m., mentre il coronamento degli argini è posto a quota 43.00 m s.l.m.

Il volume utile per la laminazione della portata di piena è quello di drenaggio attraverso gli interstizi del pietrame di riempimento compreso tra la quota della soglia sfiorante posta a valle della vasca di irrigazione, pari a 38.50 m s.l.m. ed il fondo della vasca a quota 36.50 m s.l.m., che è pari a 314 m³ (ottenuto considerando il riempimento con pietrame di pezzatura media tale da garantire un valore di porosità efficace pari a 0.3 cioè: $26.15 \times 20 \times 2 = 1046 \text{ m}^3 \times 30\% = 314 \text{ m}^3$)

All'interno della vasca sono stati inoltre previsti 13 pozzi di soccorso del diametro DN 300, che si estendono fino a 20 m di profondità (per i primi 10 m ciechi e per i successivi 10 m fessurati), quindi ben al di sopra del tetto della falda; tali pozzi svolgono la funzione di scolmatori, ovvero si prevede che essi entrino in funzione solo allorquando, per eventi eccezionali, il livello nella vasca di smaltimento dovesse crescere oltre il massimo riempimento consentito (circa 2.00 m dal fondo vasca), mettendo in pericolo l'intero funzionamento della vasca di prima pioggia e l'intera rete a monte, oppure quando si dovesse verificare un evento di pioggia eccezionale successivo ad un evento piovoso ordinario che abbia già saturato il pacchetto drenante.

Ad ulteriore garanzia della sicurezza idraulica, è stata prevista la realizzazione di una tubazione del DN 300 di emergenza che consenta, in caso di evento pluviometrico di eccezionale intensità, lo smaltimento della portata in eccesso nell'esistente fosso di guardia posto lungo il confine Sud dell'area aeroportuale (cfr. Tav. G4).

Si tratta comunque di uno scarico controllato, con recapito nel tratto iniziale del canale di guardia in cls, che entrerà in funzione solo nel caso di eventi pluviometrici di eccezionale entità, ma con una intensità attenuata dopo una certa durata di pioggia, e nell'ipotesi remota che si verificano contemporaneamente i seguenti eventi:

- si sarà riempita completamente la vasca di irrigazione;
- si sarà riempita completamente l'opera di smaltimento;
- saranno entrati in funzione i pozzi di soccorso.

I pozzi sono realizzati all'interno di pozzetti di ispezione in cls prefabbricato, del diametro interno pari a 1500 mm (cfr. All. G4), che hanno una duplice funzione:

- rendono i pozzi di soccorso ispezionabili;
- migliorano la funzionalità dell'intera opera di smaltimento, in quanto ai pozzetti si innestano ulteriori tubi fessurati in PEAD, posati in opera a diversa quota, che determinano un'ulteriore rete di drenaggio che intercetta anche le acque meteoriche di percolamento provenienti dagli strati superficiali, estendendo ulteriormente il tempo di saturazione dell'opera di drenaggio.

Data l'importanza dell'opera, particolare cura verrà posta nella fase di realizzazione: effettuate le trivellazioni e le strutture di protezione in cls, il riempimento dello scavo con pietrame verrà effettuato con mezzi meccanici di piccole dimensioni per evitare danneggiamenti e, quindi, riduzione del potere drenante.

In particolare, in prossimità dei tubi finestrati, e comunque nei punti di particolare interesse (come l'innesto con la vasca di irrigazione ove è presente una rete metallica di protezione oppure in prossimità dei tubi fessurati posti in sommità) il riempimento verrà effettuato a mano da personale specializzato.

7. VASCA DI TRATTAMENTO ED OPERA DI SMALTIMENTO (A SERVIZIO DELLE RETE F E DELLA NUOVA VIABILITA' DI ACCESSO)

La vasca di trattamento e l'opera di restituzione in oggetto, da realizzarsi per garantire il trattamento (grigliatura, dissabbiatura e disoleatura) e lo smaltimento delle acque di pioggia, sono ubicate a valle del fosso di guardia, il cui tratto terminale

(per una lunghezza complessiva di circa 650 m) è realizzata con una sezione scatolare in C.A.

Tale sistema recepirà quindi le acque di pioggia raccolte dalla **rete F** (cfr. All. G3) disposta lungo la nuova rotatoria e quelle delle caditoie distribuite lungo la **nuova arteria stradale** che collega la stessa rotatoria alla strada provinciale Cep-Palese esistente.

7.1 Interventi di sistemazione idraulica del fosso di guardia

Nel presente paragrafo viene illustrato l'intervento di sistemazione idraulica della parte terminale del fosso di guardia posto a presidio della bretella di collegamento tra Via Gabriele D'Annunzio e l'aerostazione di Bari-Palese.

Gli interventi previsti ampliano le capacità di deflusso del canale, non ne alterano le potenzialità di drenaggio, ne proteggono la parte terminale e si inseriscono perfettamente nell'ambiente circostante, ripristinando la continuità fisica dell'area prossima alle zone trafficate e impedendo il ristagno delle acque cronicamente presente.

In particolare si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Briglia in calcestruzzo in corrispondenza dell'origine dell'intervento.
- Manufatto di raccordo in C.A. tra il fosso di guardia esistente e la nuova sezione in calcestruzzo e relativa vasca di dissipazione;
- Sistemazione del fosso di guardia con realizzazione di una sezione scatolare in C.A. per una lunghezza di circa 650 m;
- Sistemazione del tratto terminale con realizzazione di una vasca di trattamento ed adeguamento dell'opera di restituzione.

È necessario, infatti dotare il canale di guardia di capacità di deflusso ridondanti, rispetto alle attuali per garantire il sicuro defluire delle portate di drenaggio, anche per condizioni di criticità marcata.

Tale infrastruttura è infatti posta a protezione dell'area aeroportuale, in generale e dell'unica strada di accesso, in particolare.

Inoltre la prevista tombatura della parte terminale del canale di guardia per una lunghezza di 650 m, permette di sovrapporre ad essa il costruendo corpo stradale.

7.2 Analisi delle portate di drenaggio del fosso di guardia

Il modello adottato per la stima dei deflussi nelle diverse sezioni del canale di guardia è basato sull'utilizzo della formula razionale:

$$q_t = I_{tr} * A * C / 3.6$$

con q_t in m^3/s ;

I_{tr} in mm/h ;

A in Km^2

che esprime il legame correlativo esistente tra: piena indice, superficie del bacino e intensità di pioggia di durata pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino.

Attribuendo al termine C^* il significato di coefficiente probabilistico di piena, attraverso il quale si portano in conto, oltre all'effetto naturale di laminazione del picco di piena rispetto al picco di pioggia, anche l'effetto di riduzione areale delle precipitazioni e delle perdite idrologiche presenti nel bilancio di piena (principalmente di intercettazione della vegetazione e di infiltrazione nel suolo).

In particolare esaminando sia le serie storiche rilevate negli anni dal SIMI, che le permeabilità dei differenti litotipi presenti, si rileva che il termine C^* può essere

assunto con ottima approssimazione costante per l'intera area di indagine e pari a 0.381.

Per il calcolo dell'intensità di precipitazione I_{tr} è necessario preventivamente determinare il tempo di corrivazione tr , che rappresenta l'intervallo di tempo necessario all'acqua per raggiungere la sezione di chiusura considerata partendo dal punto del bacino a cui corrisponde il percorso più lungo. Tale valore coincide con il valore medio cui tende il tempo di ritardo (distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena e dello ietogramma efficace che lo ha generato) all'aumentare del periodo di ritorno della portata al colmo dell'idrogramma.

Confrontando i risultati ottenuti dall'esame dei bacini ubicati nell'intorno dell'area oggetto dell'indagine con quelli dedotti attraverso differenti metodologie di calcolo (Mitchell, Hoyt e Langbein, Giandotti, Troutman e Karlinger, Meynik, Wu, Nash, Askew, etc.) applicate agli stessi bacini, è possibile attraverso la relazione:

$$tr = 0.344 * A^{0.5} \quad \text{con } A \text{ in Km}^2$$

determinare il tempo di corrivazione.

Nello specifico, con riferimento all'intero bacino a monte dell'aerostazione, verso Sud-Est (circa 200 Ha), la portata di drenaggio si ricava, con l'ausilio del metodo razionale, attraverso la :

$$q_t = I_{tr} * A * C / 3.6 \quad \text{con } \begin{array}{ll} q_t & \text{m}^3/\text{s} \\ I_{tr} & \text{mm}/\text{h} \\ A & \text{Km}^2 \end{array}$$

in cui:

$$I_{tr} = 56.39 * tr^{0.189-1} \quad \text{per } t = 20 \quad (\text{opere di drenaggio})$$

e,

$$t_r = 0.344 * A^{0.5} \quad \text{con } A \text{ in Km}^2$$

un tempo di corrivazione di pari a circa 30 minuti e, conseguentemente, una **portata di progetto nella sezione di terminale del canale di gronda, pari a circa 3.20 m³/s**, pienamente compatibile con la capacità di deflusso attuale del canale.

7.3 Verifica di funzionamento idraulico dell'attuale fosso di guardia

La verifica di funzionamento idraulico del canale di guardia è stata effettuata ricavando, per differenti tronchi omogenei di canale, le scale di deflusso relative al moto uniforme e verificando che i valori di portata di deflusso relativi ai differenti sottobacini siano compatibili con una condizione di deflusso relativa ad un franco di almeno il 30 % dell'altezza di riempimento totale.

Il calcolo delle scale di deflusso è stato effettuato avvalendosi dell'espressione di Manning:

$$Q = 1/n * R^{2/3} * i^{1/2} * \Omega$$

con,

- Q** portata in m³/s
- n** coefficiente di scabrezza (assunto pari a 0.025) in m^{-1/3}/s
- R** raggio idraulico in m
- i** pendenza longitudinale del tronco
- Ω** sezione bagnata in m²

ricavando gli andamenti riportati di seguito.

Y/h	Y	b	Omega	P	R	c	U	Q
	[m]	[m]	[mq]	[m]	[m]	Kutter	[m/s]	[mc/s]
0	0	0,650	0,000	0,650	0,000	0,000	0,00	0,00
0,04	0,04	0,883	0,031	0,896	0,034	22,790	0,36	0,01
0,08	0,08	1,116	0,071	1,142	0,062	25,153	0,53	0,04
0,12	0,12	1,349	0,120	1,389	0,086	26,593	0,66	0,08
0,16	0,16	1,581	0,179	1,635	0,109	27,654	0,77	0,14
0,2	0,2	1,814	0,246	1,881	0,131	28,506	0,87	0,21
0,24	0,24	2,047	0,324	2,127	0,152	29,226	0,96	0,31
0,28	0,28	2,280	0,410	2,374	0,173	29,853	1,05	0,43
0,32	0,32	2,513	0,506	2,620	0,193	30,412	1,13	0,57
0,36	0,36	2,746	0,611	2,866	0,213	30,918	1,20	0,74
0,4	0,4	2,979	0,726	3,112	0,233	31,382	1,28	0,93
0,44	0,44	3,212	0,850	3,358	0,253	31,810	1,35	1,15
0,48	0,48	3,444	0,983	3,605	0,273	32,209	1,42	1,39
0,52	0,52	3,677	1,125	3,851	0,292	32,583	1,48	1,67
0,56	0,56	3,910	1,277	4,097	0,312	32,936	1,55	1,98
0,6	0,6	4,143	1,438	4,343	0,331	33,269	1,61	2,32
0,64	0,64	4,376	1,608	4,590	0,350	33,586	1,68	2,69
0,68	0,68	4,609	1,788	4,836	0,370	33,888	1,74	3,10
0,72	0,72	4,842	1,977	5,082	0,389	34,176	1,80	3,55
0,76	0,76	5,074	2,175	5,328	0,408	34,452	1,85	4,03
0,8	0,8	5,307	2,383	5,574	0,427	34,717	1,91	4,56
0,84	0,84	5,540	2,600	5,821	0,447	34,972	1,97	5,12
0,88	0,88	5,773	2,826	6,067	0,466	35,218	2,03	5,72
0,92	0,92	6,006	3,062	6,313	0,485	35,455	2,08	6,37
0,96	0,96	6,239	3,307	6,559	0,504	35,685	2,13	7,06
1	1	6,472	3,561	6,806	0,523	35,907	2,19	7,79

Tabella 10: Scala di deflusso della sezione trapezoidale del fosso di guardia esistente

7.4 Interventi di progetto

L'intervento proposto prevede la tombatura della parte terminale del canale di guardia, a partire dalla progressiva 837.38, fino alla progressiva 1570.56 (cfr. All. G6).

In particolare si prevedono le seguenti tipologie di opere:

- Realizzazione di una briglia in C.A. in corrispondenza della sezione di inizio dell'intervento posta alla progressiva 837.38
- Realizzazione di un manufatto di raccordo, con relativa vasca di calma, tra la sezione trapezia in terra e quella quadrata in calcestruzzo
- dalla progressiva 843.18 alla 1472.57, realizzazione di una sezione in c.a. scatolare (quadrata), di dimensioni 2.0 m x 2.0 m. Tale manufatto, con la pendenza di progetto, presenta una capacità di deflusso (con riempimento dell'80%) pari a 12.55 m³/s (ricavata anch'essa con l'espressione di Manning), ben maggiore di quella attualmente garantita dal canale in terra, pari, come si è detto, a circa 5 m³/s rispetto alla configurazione attuale. Infatti la minore scabrezza della superficie in c.a., rispetto all'alveo in terreno naturale, garantisce, anche con pendenze inferiori, maggiori capacità di deflusso;
- dalla progressiva 1472.57 alla 1493.17, realizzazione della vasca di trattamento (grigliatura, dissabbiatura e disoleazione);
- dalla progressiva 1493.17 alla 1630.73, realizzazione dell'opera di restituzione costituita da un canale longitudinale in cls con fondo perdente (costituito da due spalle laterali in cls sulle quali si poggia il solaio di copertura realizzato con travi in cap affiancate per l'intera lunghezza del tronco considerato).

Completano gli interventi proposti, alcuni accorgimenti idraulici adottati per rendere assolutamente affidabile e sicuro il funzionamento dell'opera, in particolare:

- alla progressiva 837.38, corrispondente all'inizio del tratto modificato, si è previsto che venga realizzato un salto di fondo di circa 0.90 m con lo scopo di sconnettere idraulicamente i due tronchi di canale consecutivi;
- la pendenza assegnata al canale sistemato è pari al 6 per mille. Tale valore garantisce il deflusso della portata di progetto con velocità compatibili con il corretto funzionamento idraulico dell'intera opera;
- alla progressiva 1472.57, corrispondente al passaggio dalla sezione scatolare quadrata alla vasca di trattamento, si è ricavato un salto di fondo di 2 m per

permettere il funzionamento del sistema di trattamento e sconnettere idraulicamente i due tronchi di canale consecutivi;

- tutte le opere sono realizzate con altezze nette interne tali da garantire la piena ispezionabilità;
- all'imbocco del tratto di canale tombato si è prevista una griglia metallica che impedisca l'ingresso di oggetti di dimensioni maggiori trasportati dalla corrente;
- la stessa griglia è realizzata anche allo scopo di impedire l'accesso indiscriminato di animali o persone alla parte tombata del canale, per l'accesso del personale addetto alle manutenzioni sono comunque presenti cancelli e tombini;
- a presidio della strada di progetto (raddoppio della strada esistente), è stata prevista la realizzazione di una cunetta che intercetta le acque meteoriche e le convoglia nel canale tombato mediante tubazioni sub-orizzontali del DN 300. Queste, realizzate con interasse di 100 m, assolvono anche alle seguenti funzioni:
 - consentono una costante ventilazione del canale
 - nel caso di accidentale funzionamento in carico del canale, consentono la fuoriuscita della portata in eccesso, ripristinando le condizioni di moto a pelo libero e segnalando la presenza di impedimenti al flusso.

7.5 Vasca di trattamento

Ai fini dell'adeguamento dell'opera di smaltimento alla vigente normativa, a valle del fosso di guardia, realizzato come descritto precedentemente, si è prevista una vasca di accumulo e trattamento dimensionata anch'essa secondo le prescrizioni tecniche imposte dallo Stralcio di Piano Direttore, approvato con Decreto Commissario Delegato Emergenza Ambientale 13.06.2002 n. 191 pubblicato sul BURP n.80/27.6.2002.

Il manufatto consiste in una vasca in cls, delle dimensioni in pianta di 20 x 4 m, che esegue i trattamenti di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione (cfr. All. G5). Esso, dotato di una griglia inclinata in ingresso per trattenere il materiale grossolano, è composto da un primo settore, lungo circa 7 m, che ha la funzione di ridurre la velocità di flusso per favorire la dissabbiatura e facilitare la successiva fase di disoleazione statica.

Infatti, il comparto successivo, di lunghezza di circa 9 m, rappresenta una zona di calma nella quale le particelle oleose flottano in superficie per galleggiamento e

sfiorano all'interno di una tubazione di raccolta, opportunamente intercettata, che convoglia gli oli verso un apposito pozzetto di raccolta (che verrà svuotato periodicamente da azienda autorizzata).

Nel terzo comparto infine è presente uno stramazzo bazin dimensionato per lo smaltimento della portata massima di progetto ($3.5 \text{ m}^3/\text{s}$), che transita su di esso con un carico di 0.62 m.

Nel comparto centrale è altresì presente un pozzetto ove sono alloggiare due pompe sommerse (una di riserva all'altra) che servono per lo svuotamento del volume di pioggia accumulato, pari a $15 \times 4 \times 1.5 \text{ m} = 90 \text{ m}^3$, che, a vantaggio di sicurezza, viene trattato alla stregua di acqua di prima pioggia, anche se la normativa vigente (cfr, art. 5 dello Stralcio del Piano Direttore) non impone tale cautela.

Nel dimensionamento della vasca si è tenuto conto dell'intera superficie scolante afferente allo scarico, pari a circa 17.000 m^2 , e, quindi, un volume di prima pioggia di:

$$17.000 \times 0,005 = 85 \text{ m}^3$$

Tale volume verrà conferito a ditta autorizzata per lo smaltimento finale.

Anche in questo caso si è prevista comunque una doppia possibilità (subordinata ai risultati del monitoraggio da effettuarsi mediante analisi chimiche su campioni da prelevarsi periodicamente dal pozzetto della vasca di prima pioggia):

- se le caratteristiche chimico-fisiche superare i limiti della Tabella 3 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152/99, le acque accumulate seguiranno ad essere prelevate mediante autospurgo e conferite ad impianto di depurazione autorizzato;
- se le caratteristiche chimico-fisiche dovessero rientrare nei limiti della stessa Tabella 3, le stesse verranno inviate alla rete di fognatura nera, previo sollevamento (**dopo aver ottenuto regolare autorizzazione allo scarico in fognatura dall'Ente Gestore della stessa**).

7.6 Opera di restituzione

A valle della vasca di trattamento si è prevista la realizzazione di un'opera di restituzione costituita da un canale longitudinale in cls con fondo perdente. Lo smaltimento della portata pluviale trattata, avviene, dunque, mediante infiltrazione sul suolo e, eccezionalmente, negli strati superficiali del sottosuolo, in perfetta conformità con la Normativa vigente.

Idraulicamente la vasca di restituzione è disposta in serie alla vasca di trattamento e, grazie alla sua estensione planimetrica, assicura lo smaltimento nei primi strati del suolo delle portate provenienti da monte, in piena compatibilità con le caratteristiche di permeabilità ed idrauliche dei terreni presenti in situ (cfr. Relazione Geologica ed Idrogeologica allegata).

Per il dimensionamento di tale opera è stata utilizzata la stessa curva di probabilità pluviometrica ($h = 56.39 \cdot t^{0.189}$), relativa ad un tempo di ritorno di 20 anni, adottata per il dimensionamento delle altre opere già descritte in precedenza.

La portata da smaltire risulta dunque pari a:

- 3,20 m³/s provenienti dal fosso di guardia;
- 0,115 m³/s provenienti dalla rete F;
- 0,192 m³/s provenienti dalla strada

per un totale di **3,50 m³/s**

Il volume critico è stato ottenuto dalla differenza tra le due quantità relative:

- al volume di pioggia affluente alla vasca (a differenza della precedente opera di restituzione in tal caso la laminazione del volume è trascurabile)
- al volume che nello stesso tempo si disperde nel suolo per effetto della velocità di infiltrazione assunta pari a 0.00005 m/s e corrispondente a circa 0.05 l/s m², sulla base dei dati idrogeologici a disposizione.

Il valore ricavato è pari a circa 2.730 m³.

Assunta quindi una profondità media utile di circa 2.40 m (con uno scavo di profondità di 3.50 m), la vasca di smaltimento viene ad avere le dimensioni di 8.50 x 138 m, in particolare ha quota media del fondo pari a 31.80 m s.l.m., mentre il coronamento è posto a quota media di 35.30 m s.l.m., per un **volume utile di 2.815 m³**.

All'interno della vasca sono stati inoltre previsti 26 pozzi di soccorso del diametro DN 300, che si estendono fino a 20 m di profondità, quindi ben al di sopra del tetto della falda (il franco di sicurezza è pari a circa 11 m); tali pozzi svolgono la funzione di scolmatori, ovvero si prevede che essi entrino in funzione solo allorquando, per eventi eccezionali, il livello nella vasca di smaltimento dovesse crescere oltre il massimo riempimento consentito.

Ad ulteriore garanzia della sicurezza idraulica, sono stati previsti degli scarichi di troppo pieno con recapito all'esterno della scarpata stradale, come si può evincere dalla consultazione dell'allegato G5.

Essi sono costituiti da tubazioni del diametro 300 mm, con passo 15 m, per un totale di 10 tubazioni di troppo pieno ed una capacità di smaltimento totale di:

$$Q_{tot} = 160 \text{ l/s} \times 10 = 1600 \text{ l/s}$$

La capacità di assorbimento dei pozzi di soccorso è stata desunta dai risultati delle prove di assorbimento in foro (cfr. Relazione Geologica ed Idrogeologica), condotte nel corso delle perforazioni dei sondaggi geognostici, effettuate su tasche di prova di lunghezza variabile da 4 a 6 metri, opportunamente isolate con otturatori (tubi di rivestimento metallico).

Si è potuto ricavare una portata media assorbita dell'ordine dei 35 l/s per ogni singolo pozzo; avendo previsto la presenza di 26 pozzi di soccorso la capacità di smaltimento totale risulta essere di 910 l/s.

ALLEGATI:

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

- ALL. G1** STRALCIO COROGRAFIA 1:25.000 CON INDICAZIONE DEL PUNTO DI SCARICO
- ALL. G2** INQUADRAMENTO TERRITORIALE 1:10.000 CON INDIVIDUAZIONE DELLO SCARICO
- ALL. G3** PLANIMETRIA DELL'INSEDIAMENTO CON L'INDICAZIONE DELLE RETI DI FOGNA BIANCA, DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO E DEL SITO DI SMALTIMENTO FINALE
- ALL. G4** VASCA DI PRIMA PIOGGIA, VASCA DI IRRIGAZIONE ED OPERA DI SMALTIMENTO (A SERVIZIO DELLE RETI A, B, C, D, E): PIANTE E SEZIONI
- ALL. G5** VASCA DI TRATTAMENTO ED OPERA DI SMALTIMENTO (A SERVIZIO DELLA RETE F): PIANTE E SEZIONI
- ALL. G6** PROFILO LONGITUDINALE DEL CANALE DI GUARDIA
- ALL. G7** SEZIONE DEL TERRENO CON INDICAZIONE DELLA FALDA