



MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



E.N.A.C  
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento

DUNA ANTIRUMORE  
Relazione Idrologica Idraulica

Livello di Progetto

SCHEDE DI APPROFONDIMENTO PROGETTUALE  
A LIVELLO MINIMO DI PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
PSA	01	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-PSA-DUN1-014-IL-RT_Duna Rel Idr r
				TITOLO RIDOTTO
				Duna Rel Idr r

01	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	TAE/ENVI	F. BOSI	L. TENERANI
00	10/2022	EMISSIONE PER DIBATTITO PUBBLICO	TAE/ENVI	F. BOSI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p><b>ACCOUNTABLE MANAGER</b> Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p><b>DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p><b>PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b></p>  <p>Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N°9004</p> <p><b>SUPPORTO SPECIALISTICO</b></p>  <p>ambiente territorio paesaggio</p> <p><b>PROGETTISTA SPECIALISTICO</b> Dott. Agr. ELENA LANZI</p>  <p>Dott. Agr. ANDREA VATTERONI</p> 
<p><b>POST HOLDER PROGETTAZIONE</b> Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p><b>POST HOLDER MANUTENZIONE</b> Ing. Nicola D'Ippolito</p> <p><b>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO</b> Geom. Luca Ermini</p>	<p><b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Arch. Filippo Bosi Ordine degli Architetti di Firenze N°9004</p>	

È SEVERAMENTE VIETATA LA RIPRODUZIONE E/O LA CESSIONE A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE DELLA COMMITTENTE

## INDICE

1.	AMBITO DI STUDIO.....	2
2.	IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO.....	3
2.1	MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI .....	3
2.2	ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI.....	4
2.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	5
3.	VERIFICHE IDRAULICHE .....	6
3.1	METODO DI ANALISI.....	6

## 1. AMBITO DI STUDIO

Il progetto in argomento riguarda la realizzazione di una duna che verrà realizzata in terra, per la protezione dal rumore dell'area del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino e avrà le seguenti dimensioni:

- lunghezza lato lungo circa 1.250 m,
- lunghezza lato corto orientale circa 115 m,
- lunghezza lato corto occidentale circa 280 m,
- altezza 10 m.

Nella Figura che segue è indicata la planimetria di progetto.

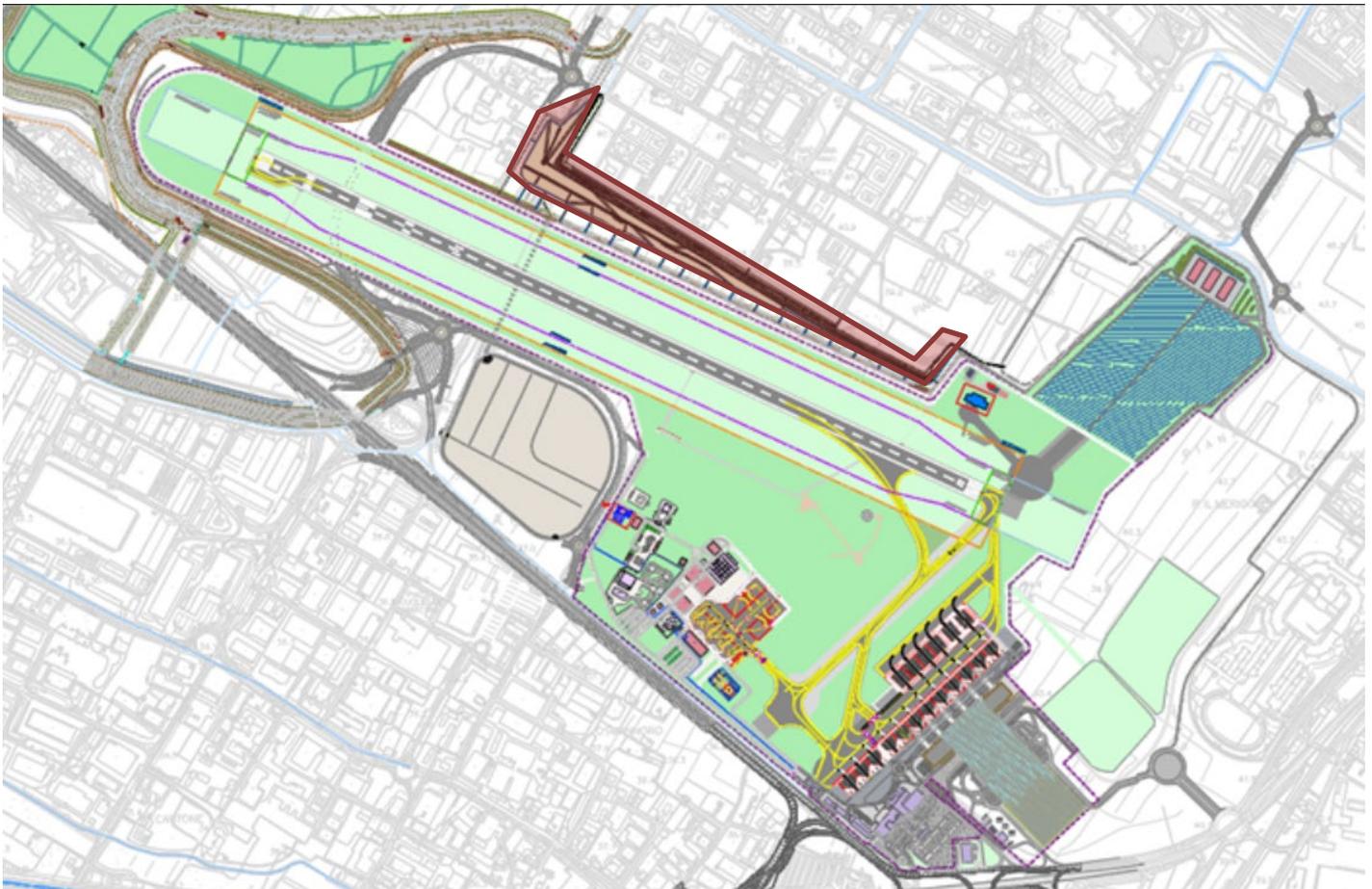


Figura 1 Inquadramento territoriale

Per la realizzazione del rilevato sono necessari circa 335.600 m<sup>3</sup> di terre provenienti, per la maggior parte, da interventi di escavazione nell'ambito del Master Plan aeroportuale e in parte da approvvigionamento esterno.

Questa relazione esamina il tema dello smaltimento dei deflussi superficiali generati da eventi meteorici che si originano nel bacino afferente la duna in progetto.

In particolare, in base alle portate attese, sono state progettate le opere di seguito descritte

per l'intercettazione e lo smaltimento dei deflussi superficiali fino al recapito finale del Fosso del Lupaia-Giunchi.

In fase di cantierizzazione delle opere, dovranno essere gestite le portate che si generano durante il processo di consolidazione indotto mediante dreni verticali con recapito nel collettore di scarico della cassa sul canale di Cinta Orientale. Dovranno pertanto essere previste delle zone di accumulo temporaneo con sollevamenti meccanici per tutta la durata dei lavori.

In Figura 2 è rappresentato lo schema di smaltimento costituito dai seguenti elementi.  
CANALETTE IN TERRA AL PIEDE DELLE SCARPATE

L'acqua che non infiltra e ruscella sulle scarpate in terra viene intercettata da canalette in terra di forma trapezoidale.

POZZETTI PREFABBRICATI

L'acqua dalle canalette di forma trapezoidale confluisce in pozzetti di raccolta e smaltita attraverso tubi di diametro  $\Phi=200$  mm che sotto attraversano la pista di servizio fino agli embrici.

EMBRICI

L'acqua raccolta dalle canalette poste sulla pista di manutenzione della duna viene trasportata in modo controllato al piede del rilevato mediante embrici al fine di evitare erosioni.

## 2. IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO

### 2.1 MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

Il Metodo Razionale è un procedimento semplice ed efficace per il calcolo della portata al colmo  $Q$  con tempo di ritorno  $T_R$  assegnato, basato sull'uso della curva di possibilità pluviometrica.

La portata al colmo,  $Q$ , risulta causata da un evento di precipitazione rappresentato da un ietogramma ad intensità costante,  $i$ , di durata pari al tempo di corrivazione,  $t_c$ , ed è proporzionale al prodotto dell'intensità di pioggia e dell'area del bacino, attraverso un coefficiente di deflusso,  $C$ , che stima l'effetto delle perdite.

L'applicazione di tale metodo da luogo a idrogrammi triangolari caratterizzati dalla portata al colmo all'istante  $t=t_c$  e portata nulla all'istante  $t=0$  e  $t=2t_c$  (idrogramma triangolare).

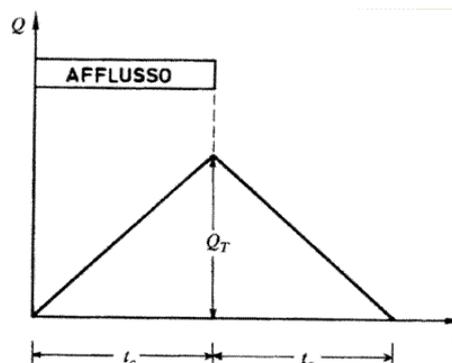


Figure 3 Idrogramma Metodo Razionale

In definitiva, la formula utilizzata è la seguente:

$$Q = \frac{CiA}{3.6}$$

dove:

$Q$  = portata al colmo con tempo di ritorno  $T_R$  [ $m^3/s$ ]

$C$  = coeff. di deflusso

$i$  = intensità di pioggia ricavata dalla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno  $T_R$  e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  [ $mm/h$ ]

$A$  = area del bacino [ $km^2$ ]

Il tempo di corrivazione è stato assunto pari a  $t_c=0.5$  h

La stima dell'intensità di pioggia,  $i$ , richiede la determinazione dell'altezza di pioggia critica, ovvero l'altezza di precipitazione che, per un assegnato tempo di ritorno  $T_R$ , mi individua l'evento critico in termini di portata al colmo.

L'intensità di pioggia si ricava semplicemente a partire dall'altezza di pioggia critica divisa per la durata critica, assunta, in tale modellazione, pari al tempo di corrivazione,  $t_c$ :

$$i = \frac{h}{t_c}$$

Il Coefficiente di Deflusso  $C$  si ricava normalmente dall'uso della copertura del suolo, da letteratura, da opportune cartografie o da sopralluoghi. Il coefficiente utilizzato è pari  $C=0.3$ .

## 2.2 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

La pioggia di progetto è stata individuata a partire dalle griglie dei parametri caratteristici delle LSPP,  $a$  ed  $n$ , pubblicate dalla Regione Toscana nell'ambito dello Studio di Regionalizzazione delle Precipitazioni. Fonte: Regione Toscana <http://www.regione.toscana.it/-/nuovi-dati-sulla-regionalizzazione-delle-precipitazioni>.

I valori di  $a$  ed  $n$  per l'area di interesse per i diversi tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente

$TR$ [anni]	$n$ [-]	$a$ [mm]
2	0.257	19.938
5	0.254	27.480
10	0.257	32.861
20	0.264	38.465
30	0.269	42.011
50	0.276	46.702
100	0.284	53.731
150	0.287	58.169
200	0.289	61.504
500	0.290	72.713

L'altezza di pioggia riferita ad un  $T_R$  di 20 anni è stata calcolata con la seguente formula:

$$h=at^n$$

Da cui risulta un'altezza di pioggia pari a  $h=32.03$  mm e un intensità di pioggia di  $i=0.064$  mm/h.

### 2.3 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO

Le portate sono state calcolate con il metodo descritto al paragrafo 2.1. La duna è stata divisa in aree di influenza per quanto riguarda l'apporto di acqua come si evince dalla figura che segue.

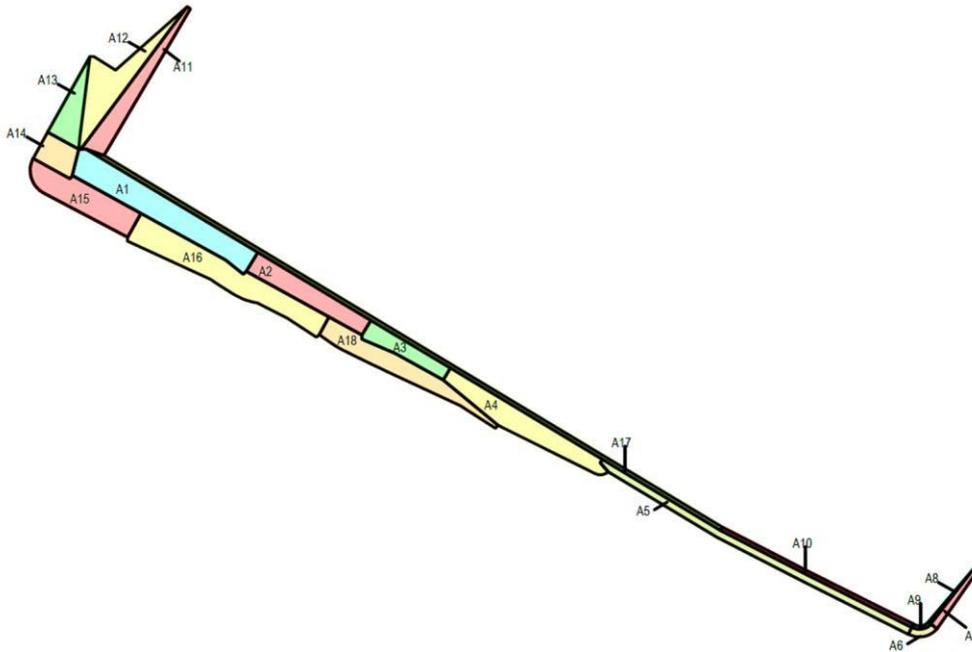


Figura 3 Aree per calcolo portate

Le portate ottenute per ogni area di influenza sono sintetizzate in tabella.

Area n.	C [-]	i [mm/h]	A [m <sup>2</sup> ]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [l/s]
1	0.20	64.07	8352.11	0.03	29.73
2	0.20	64.07	4087.70	0.01	14.55
3	0.20	64.07	2368.43	0.01	8.43
4	0.20	64.07	5639.44	0.02	20.07
5	0.20	64.07	4220.83	0.02	15.02
6	0.20	64.07	315.48	0.00	1.12
7	0.20	64.07	693.27	0.00	2.47
8	0.20	64.07	194.11	0.00	0.69
9	0.20	64.07	98.36	0.00	0.35
10	0.20	64.07	1248.07	0.00	4.44
11	0.20	64.07	3581.99	0.01	12.75
12	0.20	64.07	4901.10	0.02	17.44
13	0.20	64.07	2379.26	0.01	8.47
14	0.20	64.07	1869.08	0.01	6.65
15	0.20	64.07	4889.98	0.02	17.40
16	0.20	64.07	8408.36	0.03	29.93

17	0.20	64.07	4944.13	0.02	17.60
18	0.20	64.07	5049.20	0.02	17.97
TOT.			63240.90	0.23	225.09

### 3. VERIFICHE IDRAULICHE

#### 3.1 METODO DI ANALISI

Per verificare che le portate di progetto vengano convogliate dai vari tipi di opere idrauliche progettate è stato ritenuto sufficiente effettuare una analisi di moto uniforme. La relazione utilizzata per i calcoli è:

$$Q = \Omega (kR^{2/3}i^{1/2})$$

dove:

Q= portata di progetto

k= coeff. di Gauckler\_Strickler

$\Omega$ = sezione idraulica

R= raggio idraulico

i= pendenza del fondo alveo

La portata così stimata verrà confrontata con quella trovata tramite l'analisi idrologica e se quest'ultima risulterà minore della prima la sezione risulterà verificata.

#### 3.1.1 VERIFICA TUBAZIONI

Le tubazioni utilizzate hanno un diametro interno di  $\Phi=200$  mm. Le caratteristiche delle tubazioni utilizzate sono riportate in tabella.

TUBO		
D [m]	diametro	0.2
w [%]	riempimento	80
R [m]	raggio	0.06
k [-]	scabrezza	90.00
i [m/m]	inclinazione	0.03

Per brevità di trattazione non viene riportata la verifica di tutte le tubazioni utilizzate ma solo quella maggiormente caricata in quanto sono di conseguenza verificate tutte le altre. Questa tubazione riceve metà dell'acqua raccolta dal bacino A16 e metà dal bacino A18 e tutta dal bacino A2.

VERIFICA TUBO			
PORTATA A16+A2/2 [l/s]	DEVE ESSERE	PORTATA TUBO MAX	RISULTA
38.50	≤	59.29	VERIFICATO

### 3.1.2 VERIFICA CANALETTA

È prevista la realizzazione di due tipi di canaletta. Il primo tipo di canaletta è rappresentato in figura.

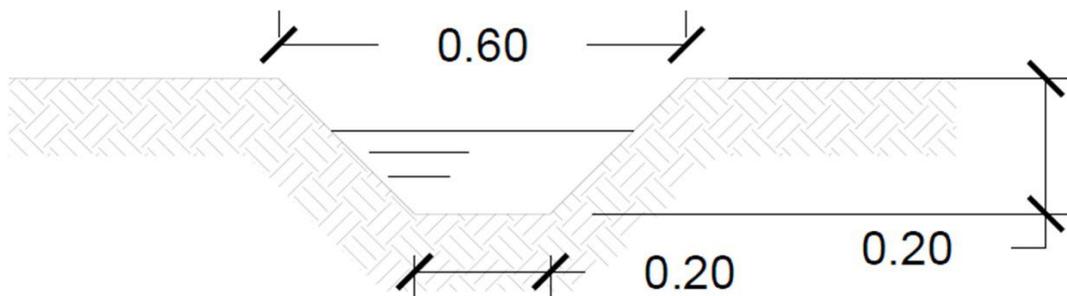


Figura 5 Canaletta tipo A

CANALETTA TIPO A		
h [m]	altezza	0.3
b [m]	base inf.	0.4
B [m]	base sup.	0.6
w [%]	riempimento	80
R [m]	raggio	0.13
k [-]	scabrezza	60.00

Questa canaletta deve smaltire le portate raccolte dalle aree A12, A13 e A14.

VERIFICA CANALETTA TIPO A			
PORTATA A12+A13+A14 [l/s]	DEVE ESSERE	PORTATA MAX CANALETTA	RISULTA
32.56	≤	39.08	VERIFICATO

La sezione della canaletta tipo B è riportata in figura.

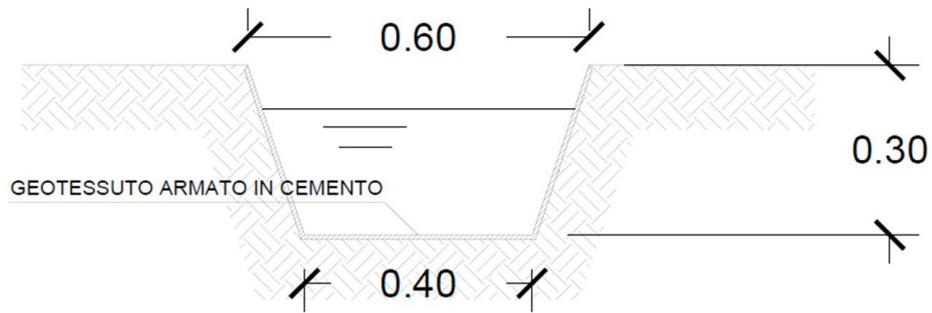


Figura 6 Sezione di tipo B

CANALETTA		
h [m]	altezza	0.3
b [m]	base inf.	0.2
B [m]	base sup.	0.6
w [%]	riempimento	70
R [m]	raggio	0.10
k [-]	scabrezza	60.00

Questa canaletta deve smaltire metà dell'acqua raccolta dal bacino A16.

VERIFICA CANALETTA TIPO B			
PORTATA A16 [l/s]	DEVE ESSERE	PORTATA MAX CANALETTA	RISULTA
14.96	≤	20.82	VERIFICATO

### 3.1.3 VERIFICA EMBRICI

Per portare l'acqua dalla pista di manutenzione al piede del rilevato viene fatto ricorso a embrici che hanno le dimensioni indicate in figura.

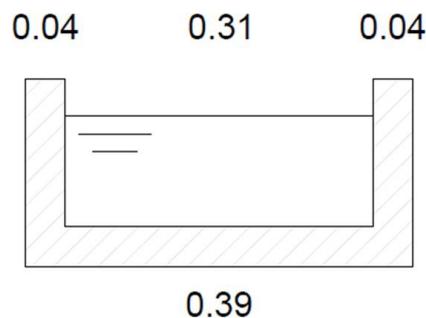


Figura 7 Sezione tipo embrici

EMBRICI		
h [m]	altezza	0.15
b [m]	base inf.	0.31
B [m]	base sup.	0.31
w [%]	riempimento	70
R [m]	raggio	0.06
k [-]	scabrezza	60.00
i [m/m]	inclinazione	0.16

La fila di embrici più caricata è quella che riceve il flusso che si forma nel bacino A3 e in meta bacino A2.

VERIFICA EMBRICI			
PORTATA A3+A2/2 [l/s]	DEVE ESSERE	PORTATA MAX EMBRICI	RISULTA
15.70	≤	123.16	VERIFICATO

### 3.1.4 ATTRAVERSAMENTO STRADALE

Al fine di portare il flusso d'acqua al canale Lupaia Giunchi senza eseguire lavorazioni che interrompano l'esistente assetto stradale è stato previsto di realizzare un sifone. L'acqua verrà convogliata attraverso due tubi di diametro  $\Phi=500$  mm.

TUBO SIFONE		
D [m]	di diametro	0.5
w [%]	riempimento	80
R [m]	raggio	0.15
k [-]	scabrezza	90.00
i [m/m]	inclinazione	0.00