



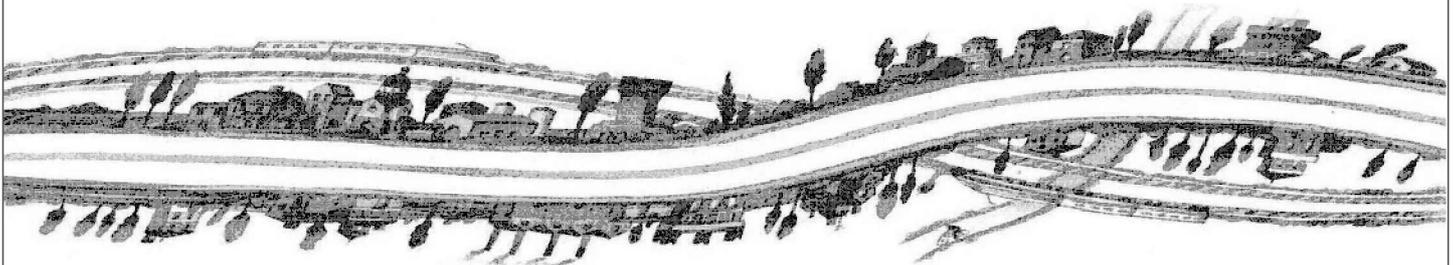
# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE  
VIABILITA' INTERFERITA  
V36 - SOTTOVIA VIA QUATTRO TORRI  
RELAZIONE IDRAULICA



IL PROGETTISTA

PIACENTINI INGEGNERI S.r.l.  
Ing. Luca Piacentini  
Albo Ing. Bologna n° 4152



RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
Cispadana S.p.A.  
IL PRESIDENTE  
Graziano Pattuzzi

G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	Emissione				Neri	Piacentini	Salsi		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: MAGGIO 2012
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
1956	PD	0	V36	VCS36	0	SD	RI	01	A	-



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI.....</b>	<b>3</b>
	2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
	2.2 RIFERIMENTI TECNICI.....	3
<b>3</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI E DEI LIMITI DI PORTATA.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO DI ORIGINE METEORICA.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>GESTIONE DELLE ACQUE DELLA PIATTAFORMA STRADALE .....</b>	<b>20</b>
	6.1 VERIFICA IDRAULICA DELLE CADITOIE STRADALI .....	20
	6.2 CARATTERISTICHE DEI FOSSI DI RACCOLTA DELLE ACQUE.....	26
<b>7</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI MANUFATTI IDRAULICI .....</b>	<b>27</b>
	7.1 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI COLLETTORI .....	27
	7.2 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE E DI LAMINAZIONE .....	31
<b>8</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEI DISOLEATORI .....</b>	<b>38</b>

## 1 PREMESSA

---

La realizzazione dell'autostrada Cispadana comporta la progettazione di opere stradali quali i sottopassi necessari al collegamento della viabilità esistente, altrimenti interrotta, e di conseguenza la necessità di gestire dal punto di vista idraulico sia la raccolta e lo smaltimento delle acque dei suddetti sottovia, sia degli eventuali corsi d'acqua o fossi interrotti.

La presente relazione idraulica è relativa alla verifica della rete di drenaggio delle acque meteoriche del sottovia denominato via Quattro Torri, previsto nell'ambito dei lavori inerenti la realizzazione dell'autostrada Cispadana.

I criteri progettuali assunti sono i seguenti:

- progettazione della rete di smaltimento delle acque di piattaforma con tempo di ritorno (TR) di 20 anni;
- invarianza di bacino afferente: in linea di principio non si può scaricare in un fosso o canale acque a lui non recapitate originariamente;
- invarianza idraulica al ricettore: si impongono come limite allo scarico i valori dei coefficienti udometrici prescritti dai singoli Consorzi di Bonifica qualora si renda necessario il cambio di ricettore; ogni scarico è dotato di manufatto di rilascio controllato;
- evitare di riversare scarichi accidentali nei corpi ricettori finali;
- garantire sempre e ovunque la continuità idraulica dei campi sia ai fini di scolo che irrigui a monte e a valle della infrastruttura stradale in progetto;
- eventuale trattamento delle acque riversate nei corpi idrici naturali.

Lo studio della rete di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma stradale si è articolato attraverso le seguenti fasi:

- 1) Individuazione dei ricettori e dei loro eventuali limiti di portata.
- 2) Analisi idrologiche: preliminarmente sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica da utilizzare nel dimensionamento degli afflussi che sollecitano la rete.
- 3) Calcolo e verifiche idrauliche dei sistemi di raccolta adottati.

I metodi di calcolo e di analisi adottati sono sinteticamente riportati nei singoli paragrafi, mentre si rimanda alla bibliografia di settore per gli approfondimenti teorici e applicativi.

---

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI**

---

### **2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI**

---

Il progetto del sistema di smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma è stato redatto conformemente alla “Normativa legislativa” e alla “Normativa tecnica” vigenti sul territorio nazionale e regionale di interesse.

Per maggiori dettagli sulla suddetta normativa, si fa riferimento all'elaborato:

- Elenco delle normative di riferimento “0035\_PD\_0\_O0O\_O0O00\_0\_GE\_KT\_01\_A”

### **2.2 RIFERIMENTI TECNICI**

---

Lungo tutto lo sviluppo dell'analisi e della progettazione idraulica degli attraversamenti ci si è, inoltre, attenuti e riferiti a tutto l'insieme di indicazioni e prescrizioni (Norme di polizia idraulica) impartite dai singoli Consorzi di Bonifica competenti.

### 3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI E DEI LIMITI DI PORTATA

I sottovia rappresentano delle opere che vanno a ripristinare dei collegamenti con una viabilità esistente interrotta dall'Autostrada e pertanto non vanno ad alterare in modo significativo la permeabilità del territorio esistente.

Se il recapito delle acque rimane il medesimo dei fossi esistenti non risulta pertanto necessario provvedere ad alcuna laminazione delle portate di piena e quindi di rispettare i principi di invarianza idraulica. Qualora invece il recapito dovesse essere modificato e quindi le acque cambiano sostanzialmente ricevitore, la portata massima dovrà essere ridotta in funzione delle indicazioni di seguito riportate.

Per tutti i canali consortili i relativi Consorzi di Bonifica hanno definito in quali sia possibile scaricare le acque di piattaforma, specificandone i limiti consentiti. Prevalentemente il limite imposto è di 8 litri/(s\*ha) di superficie, tranne alcuni casi in cui è possibile aumentare tale valore fino a 20 litri/(s\*ha).

Tale limite è stato poi dimezzato a 4 litri/(s\*ha) quando inevitabilmente in assenza di altre alternative l'unica possibilità era di scaricare in canali privati o in canali consortili che palesassero già problematiche idrauliche.

Di seguito si riporta la tabella con le informazioni sopra riportate, relativamente a ogni interferenza idraulica:

COD	NOME RILIEVO	GESTORE	LOCALITA'	POSSIBILITA' DI SCARICARE ACQUE DI PIATTAFORMA	LIMITI ALLO SCARICO l/(s*ha)
A01A001	FOSSO 18	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A002	FOSSO 18	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A003	FOSSO 19	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A004	FOSSO 19	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A005	CANALE RAME	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre risezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A131	CANALE RAME	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito



## RELAZIONE IDRAULICA

					scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A006	FOSSO 20	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A007	CAVO TAGLIATA EST	CONSORZIO DI BONIFICA TERRE DEI GONZAGA IN DESTRA PO	Villanova di Reggiolo	SI	20.00
A01A008	FOSSO 21	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A009	FOSSO 21	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A010	FOSSO 22	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A014	FOSSO 23	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A015	FOSSO 23	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A016	FOSSO 24	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A017	FOSSO 25	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A018	FOSSO 26	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A019	FOSSO 75 ( nel censimento era indicato come CANALE MORANI TULLIE)	privato	Villanova di Reggiolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A020	FOSSO 27	privato	Le Tullie	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A129	FOSSO DI VIA TULLIE	privato	Le Tullie	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A021	CAVO PARMIGIANA MOGLIA	AIPO	Le Tullie	NO	Arginato
A01A022	COLLETORE ACQUE BASSE REGGIANE	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Le Tullie	SI	8
A01A023	FOSSO 28 - SCOLO FORESTO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	8.00
A01A024	FOSSO 28 - SCOLO FORESTO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	8.00
A01A025	FOSSA RASO (CANALE RESEGA)	AIPO	Novi di Modena	NO	Arginato
A01A130	SCOLO RESEGA	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce



## RELAZIONE IDRAULICA

					foce
A01A026	FOSSO 29	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A131	FOSSO 73	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A027	FOSSO 30	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A028	FOSSO 31	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A029	FOSSO 32	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A030	CAVO BUSATELLO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	20.00
A01A031	FOSSO 33	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A032	FOSSO 34	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A033	FOSSO 35	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A034	SCOLO SILTATA	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A035	FOSSO 36	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A036	CANALE GAZZOLI	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	NO	0.00
A01A037	COLLETTORE ACQUE BASSE MODENESI	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	8
A01A038	FOSSO 37	privato	Novi di Modena	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A039	FOSSO BIGARANO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	20.00
A01A040	CANALE DI GRUPPO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	NO	0
A01A041	CAVO LAMA	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	SI	SI, ma a quote elevate è da verificare il livello dell'invaso irriguo
A01A042	CAVETTO DI SANTO STEFANO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA	Novi di Modena	SI	20



AUTOSTRADA  
REGIONALE  
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA  
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTAZIONE STRADALE  
VIABILITA' INTERFERITA  
V36 – SOTTOVIA VIA QUATTRO TORRI  
RELAZIONE IDRAULICA

		CENTRALE			
A01A043	CONDOTTO DI SANTO STEFANO	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Novi di Modena	NO	0.00
A01A044	FOSSO 38	privato	Il Casamento	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite di 4 l/s*ha
A01A045	CAVETTO VALLICELLA	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	SI	8.00
A01A046	CON DOTTO CROCILE OVEST	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	NO	0.00
A01A047	CAVETTO DI S. GIOVANNI	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	SI	8.00
A01A131	CAVETTO DI S. GIOVANNI	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE		SI	8.00
A01A048	CONDOTTO CROCILE EST	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	NO	0.00
A01A049	FOSSO 39	privato	Il Casamento	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO1A001	FOSSO 39	privato	Il Casamento	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A050	CANALE DELLE CHIAVICHE	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	NO	0.00
MO2A001	CANALE DELLE CHIAVICHE	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	Il Casamento	NO	0.00
A01A051	FIUME SECCHIA	AIPO	Concordia sulla Secchia	NO	arginato
MO2A002	FIUME SECCHIA	AIPO	Concordia sulla Secchia	NO	arginato
A01A052	FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	NO	0.00
MO2A003	FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	NO	0.00
A01A053	CANALE SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	NO	4
MO2A004	CANALE SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	NO	4
A01A054	DUGALE ZALOTTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	SI	8.00
MO2A005	DUGALE ZALOTTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Concordia sulla Secchia	SI	8.00
MO2A006	FOSSO PRADELLA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A055	FOSSA ALLACCIAMENTO CAVANA-BERNARDI (FOSSA CAVANA)	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Possidonio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A056	FOSSO 40	privato	San Possidonio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A057	FOSSO 41	privato	San Possidonio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso



RELAZIONE IDRAULICA

					esistente dallo scarico fino alla foce
A01A058	FOSSA BERNARDI	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Possidonio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A059	DUGALE SMIRRA DI CONFINE IN SX	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Possidonio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A060	DUGALE RAMEDELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Mirandola	SI	8.00
cavalcavia	DUGALE RAMEDELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA		SI	8.00
A01A061	FOSSO 42	privato	Mirandola	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A062	FOSSO 42	privato	Mirandola	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A063	FOSSO 42	privato	Mirandola	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A064	CANALE FIENIL VECCHIO	privato	Mirandola	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A065	DUGALE CUCCO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	SI	8.00
A01A066	CANALE DIVERSIVO BURANA I	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	SI	8
A01A067	FOSSO 43	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A068	FOSSO DI VIA BACCARELLA	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A069	FOSSO 44	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO3A001	FOSETTA VECCHIA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	SI	8.00
MO3A002	FOSSO DI VIA BACCARELLA	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A070	DUGALE CERESA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A070_BIS	DUGALE CERESA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A071	FOSSO 45	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla



RELAZIONE IDRAULICA

					foce
C-05A001	FOSSO 76	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
C-05A002	FOSSO 77	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
C-05A003	FOSSO 78	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
C-05A004	FOSSO 79	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
C-05A005	FOSSO 80	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
C-05A006	FOSSO 81	privato		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A072	FOSSO 46	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A073	CANALE DIVERSIVO DI CAVEZZO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	Si	8
A01A074	FOSSO 47	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A075	FOSSO 48	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A076	FOSSO 49	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A077	FOSSO 50	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A078	CAVO BRUINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A079	FOSSO 51	privato	San Giacomo Roncole	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se



RELAZIONE IDRAULICA

					occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A080	ALLACCIANTE CAVO BRUINO - FOSSA REGGIANA ALTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A081	FOSSA SCAVRONA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A082 BIS	FOSSA REGGIANA ALTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA		NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A082	FOSSA REGGIANA ALTA (Cavalcavia su Via Getta)	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A083	CANALE DI VIA GETTA	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A084	FOSSO 52	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A085	CANALE DI VIA GETTA	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A086	FOSSO 52	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A087	FOSSO 53	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A088	CANALE DI VIA BIGNARDI	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A089	FOSSO 53	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A091	FOSSA REGGIANA ALTA (Cavalcavia su Via Bignardi)	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Mortizzuolo	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A092	FOSSO 54	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A093	FOSSO 55	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A094	FOSSO 74	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha



RELAZIONE IDRAULICA

A01A095	FOSSO 56	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A096	FOSSO 74	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A097	FOSSO 74	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A098	CANALE DIVERSIVO DI BURANA (CAVALCAVIA n°2 su S.P. 8)	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	SI	8
A01A099	FOSSO VILLANOVA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A100	FOSSO 74	privato	San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A101	CANALE DIVERSIVO DI BURANA II	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	San Biagio	SI	8
MO6A001	FOSSO 57	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
MO6A002	FOSSO 58	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A102	FOSSO 59	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A103	FOSSO 59	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A104	FOSSO 60	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A105	FOSSO 59	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A003	FOSSO 61	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A004	FOSSO 62	privato	Croce di San Biagio	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A005	CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
MO6A006	ALLACCIANTE CANALE DIVERSIVO DI BURANA - CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A106	FOSSO CASTELLINA	CONSORZIO DI	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri



RELAZIONE IDRAULICA

		BONIFICA BURANA			recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A107	FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A108	FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A109	FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A110	FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A111	FOSSO 63	privato	Rivara	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A007	FOSSO 64	privato	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A008	FOSSO 63	privato	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A112	FOSSO 65	privato	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A113	FOSSO 66	privato	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A114	FOSSO LUNGO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A115	CANALE DIVERSIVO BURANA IV	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivalta	SI	8
MO6A009	CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A116	SCOLO DUGAROLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivalta	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A117	CANALE DIVERSIVO BURANA III	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Rivalta	SI	8
A01A118	SCOLO SANT'ALO'	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
MO6A010	SCOLO SANT'ALO'	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A119	FOSSO 67	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
MO6A011	FOSSO 67	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito



RELAZIONE IDRAULICA

					scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A120	FOSSO 68	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
MO6A012	FOSSO 68	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha
A01A121	FOSSO 69	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO6A013	FOSSO 69	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO7A001	FOSSO 69	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A122	FOSSO 70	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO7A003	FOSSO 70	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A123	FOSSO 71	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO7A004	FOSSO 71	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A123_BIS	FOSSO 71	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A124	CAVO CANALAZZO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8.00
MO7A005	CAVO CANALAZZO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8.00
A01A125	CAVO VALLICELLA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8
MO7A006	CAVO VALLICELLA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8
A01A126	FOSETTA VECCHI	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8.00
MO7A006	FOSETTA VECCHI	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	Massa Finalese	Si	8.00
MO7A007	FOSSO 73	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
MO7A008	FOSSO 73	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito



**RELAZIONE IDRAULICA**

					scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A127	FOSSO 72	privato	Massa Finalese	NO	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha. Se occorre rizezionare il fosso esistente dallo scarico fino alla foce
A01A128	FIUME PANARO	AIPO	Massa Finalese	NO	arginato
1FEA055	COLLETTORE BURANA	Consorzio della Bonifica Burana		NO	Arginato
1FEA063	FIUME PANARO	A.I.P.O.		NO	Arginato

## 4 PARAMETRI IDROLOGICI DI PROGETTO

Ogni opera richiede lo studio della pluviometria più idonea in funzione della distribuzione dei pluviometri sul territorio regionale.

Per individuare le piogge di progetto è stata sviluppata una specifica ed approfondita analisi delle precipitazioni di forte intensità e breve durata, responsabili dei massimi deflussi, per l'area del progetto e si è poi provveduto a definire le curve di possibilità pluviometrica.

Lo studio della pluviometria viene svolto facendo riferimento ai dati degli Annali Idrologici relativi alle precipitazioni registrate al pluviografo di Mirandola che risulta essere contemporaneamente il più vicino, e il più gravoso per il sito di realizzazione del sottovia in oggetto.

Complessivamente erano disponibili i dati dal 1982 al 1998, da cui si sono selezionati gli eventi di breve durata e forte intensità di durata 15, 30, 45 minuti, e gli eventi di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Per l'analisi delle altezze di pioggia si è adottata la legge per i valori estremi di Gumbel:

$$P(h \leq \bar{h}) = e^{-e^{-\alpha \cdot (\bar{h} - u)}}$$

Le Curve di Possibilità Pluviometrica sono ottenute suddividendo i dati in due gruppi, quelli di durata fino all'ora e quelli di durata da 1 ora a 24 ore.

La forma della curva di possibilità pluviometrica risulta essere:

$$h = a \cdot t^n \quad (h \text{ in mm; } t \text{ in ore})$$

In cui i parametri  $a$  ed  $n$  assumono i seguenti valori:

Tempo di Ritorno	t ≤ 1h		1h < t ≤ 24h	
	a	n	a	n
5	35.9	0.616	30.3	0.199
10	46.4	0.643	38.5	0.178
20	56.5	0.660	46.4	0.163
25	59.7	0.664	48.9	0.160
30	62.3	0.667	50.9	0.157
50	69.6	0.675	56.6	0.150



AUTOSTRADA  
REGIONALE  
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA  
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTAZIONE STRADALE  
VIABILITA' INTERFERITA  
V36 – SOTTOVIA VIA QUATTRO TORRI  
RELAZIONE IDRAULICA

---

100	79.3	0.683	64.3	0.143
-----	------	-------	------	-------

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO DI ORIGINE METEORICA

La stima del valore della portata di progetto che sollecita, per assegnato tempo di ritorno, il sistema scolante viene effettuata mediante l'applicazione del metodo cinematico.

L'ipotesi adottata per il modello di calcolo è che il sistema idrologico sia lineare e invariante nel tempo ovvero che l'idrogramma, per assegnata precipitazione, dipenda dalle caratteristiche del bacino supposte stazionarie e indipendente dall'evento considerato.

Il metodo cinematico o della corrivazione è basato sulle seguenti ipotesi:

- gocce d'acqua cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per giungere alla sezione di chiusura;
- il contributo di ogni singolo punto alla formazione della portata di bacino sia proporzionale all'intensità di pioggia in quel punto;
- il tempo impiegato dalle gocce per raggiungere la sezione di chiusura sia caratteristico di ciascun punto ed invariante nel tempo.

Il tempo di corrivazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per le reti urbane il tempo di corrivazione  $t_c$  è dato dalla somma di due termini:

$$t_c = t_a + t_r$$

$t_a$  rappresenta il tempo di accesso che la particella d'acqua impiega per raggiungere il sistema di scolo delle acque;

$t_r$  rappresenta il tempo di rete ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di chiusura ed è il rapporto tra la distanza percorsa e la velocità impiegata per percorrerla.

Il tempo di accesso è di incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; usualmente nella letteratura scientifica lo si trova con valori compresi tra 5 e 15 minuti. Nel progetto viene assunto di valore pari a 5 minuti.

Il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola tubazione seguendo il percorso più lungo ed ottenuto come rapporto tra la lunghezza percorsa e la velocità effettiva determinata iterativamente in funzione della portata e del grado di riempimento effettivo.

La determinazione della pioggia netta avviene per depurazione della frazione lorda caduta sul terreno considerando che una parte di questa si perde per effetto di infiltrazione e detenzione superficiale. Il coefficiente di deflusso, definito come il rapporto tra il volume defluito nella sezione di chiusura e quello caduto sull'intero bacino, è definito sulla base di due valori di riferimento:

- superfici asfaltate  $\varphi = 0.90$
- scarpate stradali  $\varphi = 0.50$
- superfici a verde  $\varphi = 0.30$

Pertanto con il metodo cinematico la portata massima al colmo alla sezione di chiusura del bacino vale:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

dove:

- $\varphi$  coefficiente di deflusso dell'area;
- $A$  superficie complessiva del bacino (m<sup>2</sup>);
- $a, n$  coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;
- $t_c$  tempo di corrivazione del bacino (ore).

Per la verifica delle sezioni idrauliche una volta determinata la portata di progetto, o udometrica, che le sollecita viene eseguita in condizioni di moto uniforme secondo l'espressione di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

- $Q$  portata che può transitare nel condotto a sezione piena (m<sup>3</sup>/s);
- $K_s$  coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler (m<sup>1/3</sup>/s);
- $\Omega$  sezione idraulica del condotto (m<sup>2</sup>);
- $R$  raggio idraulico (m);

---

*i* pendenza del condotto (m/m).

La scabrezza “*K<sub>s</sub>*” è stata assunta, secondo il coefficiente di Gauckler-Strickler, pari a:

$KS_{pla} = 85 \text{ m}^{1/3}/s$  per tubazioni in materiale plastico;

$KS_{cls} = 70 \text{ m}^{1/3}/s$  per tubazioni e canalette in calcestruzzo;

$KS_{gro} = 20 \text{ m}^{1/3}/s$  per canalette in terra inerbite.

## 6 GESTIONE DELLE ACQUE DELLA PIATTAFORMA STRADALE

---

Il sistema di drenaggio stradale è esteso a tutto il tracciato e comprende la raccolta delle acque del nastro pavimentato, delle banchine e di tutte le superfici impermeabili interessate dall'intervento.

Le acque vengono raccolte attraverso caditoie non sifonate e attraverso idonee tubazioni in PEAD tipo corrugato, convogliate in prossimità del punto di minimo del sottovia, comunque al di fuori del tratto coperto, dove verrà realizzato un impianto di sollevamento.

A valle dell'impianto di sollevamento le acque saranno convogliate verso fossi che le veicheranno verso i corpi idrici ricettori presenti.

Le pompe saranno collocate all'interno di vasche in calcestruzzo che fungeranno anche da vasca di laminazione delle portate. Tali manufatti dovranno essere dimensionati anche tenendo conto che dovranno garantire la sicurezza idraulica del sottopasso anche in caso di non funzionamento delle pompe per almeno 2 ore.

Prima dell'immissione delle acque all'interno delle vasca saranno sottoposte ad un trattamento di disoleazione e sedimentazione. Questo processo avverrà attraverso un disoleatore dotato di filtro a coalescenza o pacco lamellare.

A valle dell'impianto di sollevamento le acque saranno immesse in fossi esistenti cercando di mantenere il medesimo recapito.

### 6.1 VERIFICA IDRAULICA DELLE CADITOIE STRADALI

---

Le precipitazioni che insistono sulle nuove piattaforme stradali dei tratti in trincea saranno raccolte da pozzetti caditoia con griglia in ghisa carrabile delle dimensioni in pianta di 50x50 cm e convogliate alla rete di drenaggio.

La cunetta laterale di scolo sarà ricavata direttamente sulla banchina stradale.

Il calcolo di dimensionamento e verifica dell'interasse delle caditoie è eseguito in modo tale da garantire che la precipitazione con tempo di ritorno di venti anni riesca a defluire nel collettore fognario, evitando il ristagno dei deflussi sulla piattaforma.

Si adotta la curva di possibilità pluviometrica definita nel paragrafo precedente e si assume per la

precipitazione un tempo di corrivazione pari a 5 minuti, e si determina di conseguenza l'intensità critica di precipitazione di progetto pari a 132 mm/h.

In funzione della larghezza della banchina B, della pendenza trasversale  $p_t$  della stessa e di quella longitudinale  $p_l$  della strada è quindi possibile ricavare le caratteristiche idrauliche della cunetta di raccolta a bordo strada secondo lo schema riportato di seguito.

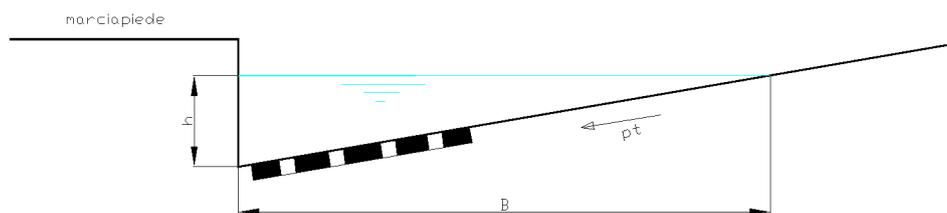


Figura 6.1 - Schema della cunetta stradale

In base alla formula di Gauckler-Strickler, assumendo un coefficiente di scabrezza  $K_s$  di  $66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per la pavimentazione asfaltata, è possibile determinare la portata massima smaltibile dalla cunetta:

$$Q_s = K_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{p_l}$$

dove:

$Q_s$  portata che può essere smaltita dalla cunetta stradale ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$K_s$  coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler ( $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ );

$\Omega$  sezione idraulica o area bagnata ( $\text{m}^2$ );

$R$  raggio idraulico (m);

$p_l$  pendenza della cunetta (m/m).

Nota l'intensità critica di precipitazione, la portata di progetto vale:

$$Q_p = \varphi \cdot I \cdot S$$

Per il coefficiente di afflusso,  $\varphi$ , è stato assunto il valore 0,90; la superficie S sottesa ad ogni caditoia è data dal prodotto tra la larghezza della sede stradale ed il loro interasse.

Inoltre si è verificata la capacità della singola caditoia di intercettare il deflusso della banchina in funzione della larghezza delle fessure e dell'angolo compreso tra il fondo trasversale della cunetta e il filo cordolo del marciapiede o arginello, ammettendo un deflusso a valle della stessa non superiore al 15% della portata in arrivo.

L'espressione impiegata è quella introdotta da Macchione e Veltri (1988):

$$Q_c = 0,417 \cdot L \cdot h^2 \cdot g^{0,5} \cdot \left( h - \frac{W}{\operatorname{tg}(\theta)} \right)^{-0,5}$$

dove:

$L$  - lunghezza della caditoia, pari a 50 cm;

$h$  - altezza della cunetta a filo cordolo in mm;

$W$  - larghezza della caditoia, pari a 50 cm;

$\theta$  - angolo tra cunetta stradale e cordolo del marciapiede.

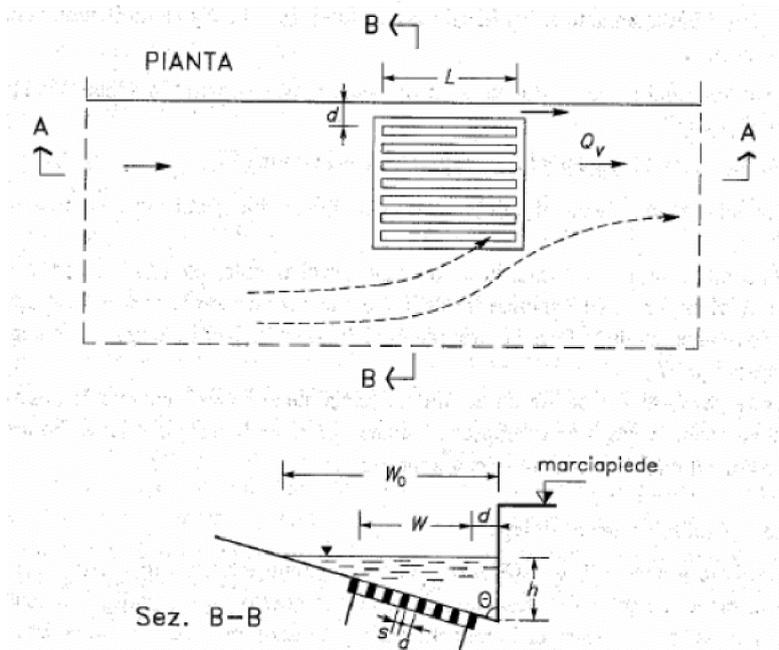


Figura 6.2 - Schema di calcolo per caditoie a salto di fondo (AA.VV, Sistemi di Fognatura, 1997)

L'interasse minimo tra le caditoie è stato quindi determinato imponendo che la portata smaltibile in

banchina sia superiore a quella di progetto e, nel contempo, che la singola caditoia pluviale sia in grado di intercettare la portata defluente, ammettendo al massimo una percentuale pari al 15% lasciata al deflusso di valle o che comunque nell'insieme di tutte le caditoie si abbia lo smaltimento completo del deflusso senza accumulo nel sottovia.

In rettilineo, in un primo tratto, le caditoie vengono disposte ad interasse di 24m, mentre nelle vicinanze dello scatolare, l'interasse viene portato a 12m, per poter intercettare l'eventuale portata che non viene raccolta dalle caditoie precedenti, per ridurre al minimo l'accumulo di acqua all'interno dello scatolare.

Si riporta nel seguito la verifica della caditoia posta nelle immediate vicinanze dello scatolare, sia al termine della rampa in curva, sia al termine della rampa in rettilineo.

Nelle verifiche si considera una larghezza massima di 4.65 metri, poiché la sezione stradale in rettilineo ha una conformazione a "schiena d'asino".

Si calcola inoltre, l'ingombro occupato dalla corrente idraulica al margine della sede stradale. Infatti la corrente corre con sezione idraulica triangolare, di altezza "h" (tirante idraulico), e larghezza in sommità "b". Il valore di "b", deve essere compatibile con la larghezza della banchina stradale.

Considerando invece i tratti stradali in curva si assume sempre un interasse massimo di 12 metri che consente di ottenere le medesime condizioni idrauliche del caso precedente in rettilineo.

La verifica del corretto dimensionamento della caditoia attraverso la formula di Macchione e Veltri è riportata nella tabella seguente, la quale permette di dire che le verifiche sono ampiamente soddisfatte.

<b>Dimensionamento caditoia</b>	
<b><u>Analisi idrologica</u></b>	
Pendenza longitudinale	0,016 (nella direzione del moto)
Pendenza trasversale	0,025 (pendenza trasversale)
Scabrezza cunetta	66 $m^{(1/3)}/s$
Area verde	0 mq
Area impermeabile	56 mq
Area totale	56 mq
coeff.di deflusso	0,9
a	56,5 $mm/(h^n)$
n	0,66
L asta principale	12 m
	(interasse caditoie)
T di corrivazione	300 s
	0,08333 ore
intensità di pioggia	131,51 mm/ora
<b>Q deflusso</b>	<b>0,00184 mc/s</b>
	<b>1,84 l/s</b>
"b" larghezza trasv. accumulo	0,658 m
"h" battente su caditoia	0,016 m
Velocità calcolata	0,340 m/s
<b>Q intercettata dalla caditoia</b>	<b>1,57 l/s</b>
<b>Q che sfugge alla caditoia (15% Qtot)</b>	<b>0,276 l/s</b>
<b><u>Portata smaltita dalla caditoia quadrata</u></b>	
Lungh. caditoia parall.moto	50 cm
Lungh. caditoia perpendicolare.moto	50 cm
Superficie	2500 cmq
Battente caditoia	0,016 m
<b>Q smaltita</b>	<b>0,00297 mc/s</b>
	<b>2,97 l/s</b>
<b>VERIFICA:</b>	<b>1,57 &lt; 2,97 l/s</b>

Dimensionamento caditoia	
<u>Analisi idrologica</u>	
Pendenza longitudinale	0,018 (nella direzione del moto)
Pendenza trasversale	0,025 (pendenza trasversale)
Scabrezza cunetta	66 $m^{(1/3)}/s$
Area verde	0 mq
Area impermeabile	112 mq
Area totale	112 mq
coeff.di deflusso	0,9
a	56,5 $mm/(h^n)$
n	0,66
L asta principale	12 m
	(interasse caditoie)
T di corrivazione	300 s
	0,08333 ore
intensità di pioggia	131,51 mm/ora
<b>Q deflusso</b>	<b>0,00368 mc/s</b>
	<b>3,68 l/s</b>
"b" larghezza trasv. accumulo	0,835 m
"h" battente su caditoia	0,021 m
Velocità calcolata	0,423 m/s
<b>Q intercettata dalla caditoia</b>	<b>3,13 l/s</b>
<b>Q che sfugge alla caditoia (15% Qtot)</b>	<b>0,552 l/s</b>
<u>Portata smaltita dalla caditoia quadrata</u>	
Lungh. caditoia parall.moto	50 cm
Lungh. caditoia perpendicolare.moto	50 cm
Superficie	2500 cmq
Battente caditoia	0,021 m
<b>Q smaltita</b>	<b>0,00319 mc/s</b>
	<b>3,19 l/s</b>
<b>VERIFICA:</b>	<b>3,13 &lt; 3,19 l/s</b>

## 6.2 CARATTERISTICHE DEI FOSSI DI RACCOLTA DELLE ACQUE

I fossi nei quali le acque sollevate verranno immesse saranno inerbiti e paralleli ai sottovia stradali fino ad immettere le acque nei recapiti esistenti più vicini.

Tali fossi avranno base di 50 cm, altezza di 50 cm e pendenza delle sponde di 45°.

Qualora la portata idraulica non sia smaltibile in tale sezione essa potrà essere approfondita o allargata e studiata caso per caso.

La verifica idraulica dei fossi di guardia verrà effettuata adottando l'equazione di Gauckler-Strickler già ricordata nei paragrafi precedenti.

In funzione della pendenza saranno effettuate le verifiche idrauliche nelle sezioni più critiche garantendo comunque un franco di sicurezza idraulico di almeno 10 cm.

Ad esempio in condizioni di moto uniforme la scala delle portate per la sezione trapezoidale di progetto di base 50 cm, pendenza delle sponde 1/1 e pendenza longitudinale dello 0.1% è la seguente:

Altezza d'acqua (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
0.00	0.000	0.00
0.05	0.002	0.08
0.10	0.007	0.11
0.15	0.014	0.14
0.20	0.023	0.16
0.25	0.034	0.18
0.30	0.048	0.20
0.35	0.064	0.22
0.40	0.083	0.23
0.45	0.105	0.25
0.50	0.129	0.26

## 7 DIMENSIONAMENTO DEI MANUFATTI IDRAULICI

### 7.1 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI COLLETTORI

In rettilineo sono presenti due collettori di raccolta acque (DN variabile da 315 a 400), uno disposto su ogni ciglio, mentre in curva si dispone un solo collettore (DN variabile da 400 a 500). Successivamente alla confluenza di tutti i rami, l'ultimo collettore viene realizzato con DN500, il quale recapita la portata raccolta alla vasca di accumulo.

Il collettore finale drena complessivamente la superficie pari a circa 3210 m<sup>2</sup> impermeabili.

Il tempo critico del bacino si può stimare in circa 11.5 minuti, considerando una lunghezza massima di circa 150 metri con un tempo di accesso alla rete di drenaggio di 10 minuti.

Il coefficiente di afflusso medio complessivo si assume pari a 0,90.

Vengono verificate le sezioni idrauliche al termine di ogni ramo principale, in particolare nelle seguenti sezioni fondamentali:

- Fine tratto in rettilineo
- Fine tratto in curva
- Confluenza di tutti i collettori prima dell'ingresso in vasca

Con il metodo cinematico si calcola la portata massima in arrivo alla sezione di verifica:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot A \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

La portata transitante nella sezione di tubo, corrispondente ad un certo grado di riempimento, viene condotta in condizioni di moto uniforme, ed è data dalla seguente espressione:

$$Q_{\max} = K_s \cdot \Omega \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

<b><u>CALCOLO PORTATA IN ARRIVO</u></b>	
Area verde	0 mq
Area impermeabile	790 mq
Area totale	790 mq
coeff.di deflusso	0,9
a	56,5 mm
n	0,66
T di corrivazione totale	690 s
	0,19167 ore
intensità di pioggia	99,08 mm/ora
<b>Q deflusso</b>	<b>0,0196 mc/s</b>
	<b>19,57 l/s</b>
<b><u>ANALISI DELLA TUBAZIONE</u></b>	
Diametro	400 mm
Diametro interno	0,38 m
Coeff.Gaukler strikler	85 m <sup>(1/3)</sup> /s
Pendenza	0,01
<b>Portata a bocca piena</b>	<b>0,2006 mc/s</b>
	<b>200,60 l/s</b>
Velocità a bocca piena	1,770 m/s
Rapporto Q/Qp	0,0975
<b>Grado di riempimento</b>	<b>21,75 %</b>
Rapporto V/Vp	0,590
Velocità in condotta	1,044 m/s

<b><u>CALCOLO PORTATA IN ARRIVO</u></b>	
Area verde	0 mq
Area impermeabile	1302 mq
Area totale	1302 mq
coeff.di deflusso	0,9
a	56,5 mm
n	0,66
T di corrivazione totale	690 s
	0,19167 ore
intensità di pioggia	99,08 mm/ora
<b>Q deflusso</b>	<b>0,0323 mc/s</b>
	<b>32,25 l/s</b>
<b><u>ANALISI DELLA TUBAZIONE</u></b>	
Diametro	500 mm
Diametro interno	0,48 m
Coeff.Gaukler strikler	85 m <sup>(1/3)</sup> /s
Pendenza	0,017
<b>Portata a bocca piena</b>	<b>0,4877 mc/s</b>
	<b>487,66 l/s</b>
Velocità a bocca piena	2,696 m/s
Rapporto Q/Qp	0,0661
<b>Grado di riempimento</b>	<b>17,69 %</b>
Rapporto V/Vp	0,507
Velocità in condotta	1,367 m/s

<b><u>CALCOLO PORTATA IN ARRIVO</u></b>	
Area verde	0 mq
Area impermeabile	3210 mq
Area totale	3210 mq
coeff.di deflusso	0,9
a	56,5 mm
n	0,66
T di corrivazione totale	690 s
	0,19167 ore
intensità di pioggia	99,08 mm/ora
<b>Q deflusso</b>	<b>0,0795 mc/s</b>
	<b>79,51 l/s</b>
<b><u>ANALISI DELLA TUBAZIONE</u></b>	
Diametro	500 mm
Diametro interno	0,48 m
Coeff.Gaukler strikler	85 m <sup>(1/3)</sup> /s
Pendenza	0,025
<b>Portata a bocca piena</b>	<b>0,5914 mc/s</b>
	<b>591,37 l/s</b>
Velocità a bocca piena	3,270 m/s
Rapporto Q/Qp	0,1345
<b>Grado di riempimento</b>	<b>25,45 %</b>
Rapporto V/Vp	0,653
Velocità in condotta	2,134 m/s

## 7.2 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE E DI LAMINAZIONE

Il dimensionamento del sistema di sollevamento delle acque viene effettuato in modo tale da garantire la sicurezza idraulica del sottopasso anche nel caso di non funzionamento delle pompe. In particolare il volume dell'accumulo sarà dimensionato considerando una altezza minima di 1,5 metri, tali da garantire l'ispezionabilità dello stesso e un franco di sicurezza idraulico di almeno 25 cm.

Nel caso in cui il recapito delle acque sia diverso rispetto al recapito originale l'invaso dovrà essere dimensionato anche come sistema di laminazione delle acque. Ovviamente il volume adottato sarà il maggiore tra la funzione di laminazione e la funzione di accumulare le acque per almeno 2 ore di non funzionamento delle pompe.

Nel caso del dimensionamento come sistema di laminazione i fattori che influiscono sull'effetto di laminazione e che dunque costituiscono l'oggetto del dimensionamento sono:

- la geometria del sistema;
- le caratteristiche dei dispositivi di scarico;
- il volume massimo utile  $W$  del sistema di invaso.

Usualmente i primi due fattori vengono definiti nella fase preliminare del dimensionamento, salvo poi prevedere loro perfezionamenti successivi, così che esso si riduce principalmente all'individuazione del volume che è necessario per ridurre la portata massima in uscita al valore desiderato  $Q_e$ , inferiore alla portata al colmo della piena entrante  $Q_{max}$ .

Uno dei metodi pratici più utilizzati per la determinazione del volume da assegnare alla vasca è il metodo chiamato "delle sole piogge". Ad esso si perviene attraverso ipotesi semplificative sia sull'onda di piena in ingresso che sulle modalità di efflusso dalla vasca.

Il metodo di dimensionamento sulla base delle sole piogge fornisce una valutazione del volume di invaso della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dalla vasca senza fare alcuna considerazione sulla forma dell'idrogramma. Con questa ipotesi il volume entrante nella vasca per effetto di una pioggia di durata  $\theta$  risulta:

$$W_a = S \cdot \phi \cdot h(\theta) = S \cdot \phi \cdot a \cdot \theta^n$$

dove  $\phi$  è il coefficiente d'afflusso costante del bacino drenato a monte della vasca. Nello stesso tempo  $\theta$  il volume uscito dalla vasca sarà:

$$W_e = Q_e \cdot \theta$$

Il volume invasato nel serbatoio sarà dunque:

$$W = W_a - W_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot \theta^n - Q_e \cdot \theta$$

Il volume da assegnare alla vasca è il valore massimo  $W_m$  di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata  $\theta_w$  critica per la vasca.

La durata  $\theta_w$  è localizzata ove è massima la distanza verticale tra le due curve. Esprimendo matematicamente tale condizione di massimo si trova:

$$\theta_w = \left( \frac{Q_e}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi:

$$W_m = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_e}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_e \cdot \left( \frac{Q_e}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Per il rispetto dell'invarianza idraulica dei territori si assume ad esempio che la massima portata che dovrà defluire dal sottopasso sia pari a 8 litri/s/ettaro.

Per il dimensionamento della vasca di laminazione si adotta il metodo delle sole piogge. Per prima cosa si può determinare il tempo di pioggia critico pari a:

$$\theta_w = 3.14 \text{ ore}$$

E il volume dell'invaso, con Tempo di Ritorno pari a 20 anni, risulta essere:

$$W = 168 \text{ m}^3$$

Qualora si consideri, per la sicurezza del sottopasso che l'invaso debba essere in grado di contenere l'eventuale malfunzionamento delle pompe per almeno 2 ore il volume che dovrebbe avere è pari a  $165 \text{ m}^3$ .

Si adotta da progetto un valore di  $190 \text{ m}^3$  come dimensione della vasca in grado sia di laminare le portate sia di contenere il non funzionamento delle pompe per 2 ore in occasione dell'evento

pluviometrico di tempo di ritorno di 20 anni.

L'impianto di sollevamento sarà dotato di 2 pompe, di cui una di riserva.

Per il funzionamento dell'impianto si prevede l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello, ma lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello sia disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta.

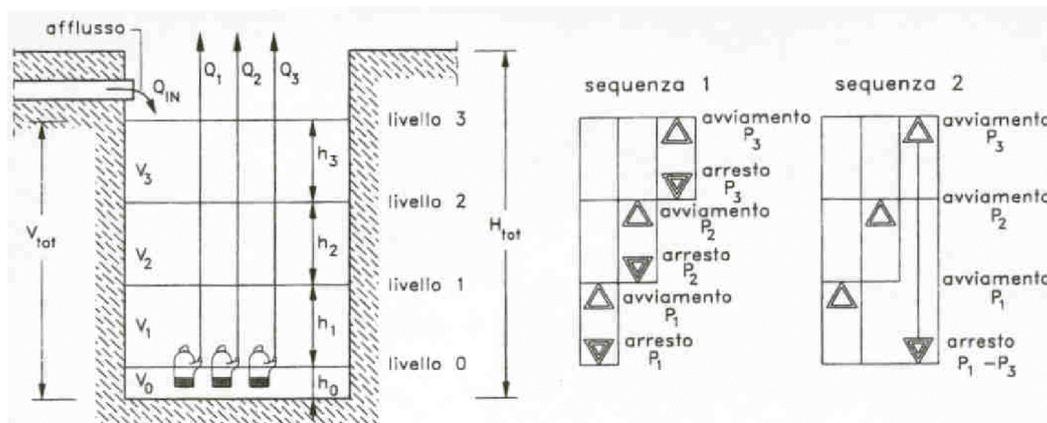


Figura 7.1 – Schema di stazione di sollevamento con le possibili sequenze di funzionamento delle pompe (L. Da Deppo, C. Datei, Fognature, Ed. Cortina – Padova)

La sequenza scelta è quella che consente di assegnare il minor volume alla vasca, ossia la numero 2 della Figura precedente.

Siano:

$Q_{in}$  la portata in arrivo alla vasca;

$Q_k$  la portata della k-esima pompa (media nell'intervallo di prevalenza di funzionamento);

$V_k$  il volume d'invaso disponibile tra la quota d'attacco della pompa (k-1)-esima e la quota d'attacco della K-esima (per la prima pompa  $P_1$  esso è compreso tra la quota d'attacco (livello 1) e di stacco della pompa stessa (livello 0);

$Tr_k$  con riferimento ad una portata entrante  $Q_{in}$ , il tempo necessario, per passare dal livello (k-1), a quello k; oppure il tempo di riempimento del volume contenuto nella frazione k della vasca, ricordando che al livello (k-1) stacca, in discesa, la pompa k, la quale attacca, in salita, al livello k;

$T_{V_k}$  il tempo necessario per passare dal livello k (nel quale attacca la pompa k) a quello (k-1), oppure il tempo di vuotamento del volume contenuto nella frazione k della vasca;

$T_{C_k}$  tempo di ciclo, cioè somma dei due tempi precedenti:  $T_{C_k} = T_{r_k} + T_{V_k}$

Si consideri dapprima il caso di una sola pompa, operante a portata costante  $Q_1$ . Si ha, in base alle precedenti definizioni:

$$T_{r_1} = \frac{V_1}{Q_{in}}$$

$$T_{V_1} = \frac{V_1}{Q_1 - Q_{in}}$$

Inoltre, per essere la capacità di portata della pompa superiore alla massima portata in ingresso (diversamente si opererebbe in un campo a un livello superiore), può porsi  $Q_{in} = \alpha_1 Q_1$ , con  $\alpha_1$  compreso tra 0 e 1. Risulta pertanto:

$$T_{C_1} = T_{r_1} + T_{V_1} = \frac{V_1}{\alpha_1 Q_1} + \frac{V_1}{Q_1(1 - \alpha_1)} = \frac{V_1}{\alpha_1 Q_1(1 - \alpha_1)}$$

Per stabilire quale sia il valore di  $\alpha$  che minimizza  $T_{C_1}$  (e quindi rende massimo il numero orario di attacchi e stacchi) è sufficiente porre  $dT_{C_1}/d\alpha_1 = 0$  e verificare, col segno della derivata seconda, che si tratti di un minimo. L'operazione dà  $\alpha_1 = 1/2$ : cioè la condizione che dà luogo al massimo numero di attacchi e stacchi si ha per una portata in arrivo pari alla metà della portata della pompa.

Sostituito il valore di  $\alpha_1$  nella formula precedente si ottiene il volume della vasca:

$$V_1 = T_{C_1} \frac{Q_1}{4}$$

Pensando ad un impianto con più pompe, l'avviamento di una certa pompa avviene quando è raggiunta un'assegnata quota ed il suo stacco, quando operando assieme alle altre, il livello si è abbassato alla quota minima (vasca vuota). In queste condizioni, il tempo di ciclo di quella certa pompa – l'intervallo di tempo che intercorre tra un avviamento ed il successivo – si compone di più termini. Ad esempio, nel caso di due pompe (per la prima è  $T_{C_1} = 4 V_1/Q_1$ , il tempo di ciclo  $T_{C_2}$  è pari alla somma dei tempi necessari per passare dal livello 0 al livello 1 (riempiendo il volume  $V_1$  con la portata  $Q_{in}$  in arrivo), dall'1 al 2 (volume  $V_2$  con la pompa 1 in funzione) e di quello necessario allo svuotamento di  $V_1 + V_2$  (dal livello 2 allo 0), impiegando le due pompe, essendo  $Q_1 + Q_2 > Q_{in}$ .

Il volume della vasca, dopo alcuni passaggi matematici, risulta pari a:

$$V = \sum_{i=1}^k V_1 = \frac{Q_1 T_1}{4} \sum_{i=1}^k v_1$$

dove al solito

$$v_1 = \frac{V_i}{V_1}$$

L'analisi della perdite di carico finalizzate a determinare la prevalenza delle pompe viene effettuata attraverso l'equazione seguente:

L'equazione del moto da considerare è la seguente:

$$\Delta H = L \cdot J + \sum P_c$$

dove  $\Delta H$  indica la differenza tra i carichi totali di monte e di valle della condotta,  $J$  indica la cadente idraulica e  $\sum P_c$  indica la somma delle perdite di carico concentrate presenti lungo la condotta e dovute a curve, saracinesche, ecc..

La cadente idraulica viene determinata attraverso l'equazione di Gauckler-Strickler per condotte in pressione:

$$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

dove:

$$\beta = \frac{10,29}{k^2 \cdot D^{1/3}}$$

dove  $D$  è il diametro della tubazione e  $k$  il coefficiente di scabrezza assunto pari a  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Le perdite di carico concentrate saranno invece valutate attraverso la seguente formula:

$$P_c = \xi \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

dove il coefficiente  $\xi$  è tabellato in funzione del tipo di "accidentalità" presente.

Valvola a globo, tutta aperta .....	9
Valvola ad angolo, tutta aperta .....	4
Valvola a saracinesca:	
tutta aperta .....	0,26
aperta a 3/4 .....	0,7
aperta a metà .....	3,2
aperta a 1/4 .....	18
Valvola di ritegno a cerniera, tutta aperta .....	2,7
Valvola in linea a sfera, tutta aperta .....	3
Valvola a farfalla da 150 mm in su, tutta aperta .....	0,4
Gomito standard a 90° .....	0,6
Gomito standard a 45° .....	0,32
Gomito a raggio ampio a 90° .....	0,4
Gomito con filettatura maschia e femmina a 90° .....	1
Gomito con filettatura maschia e femmina a 45° .....	0,52
Giunzione a T standard:	
flusso nella direzione principale .....	0,4
flusso attraverso la diramazione .....	1,2

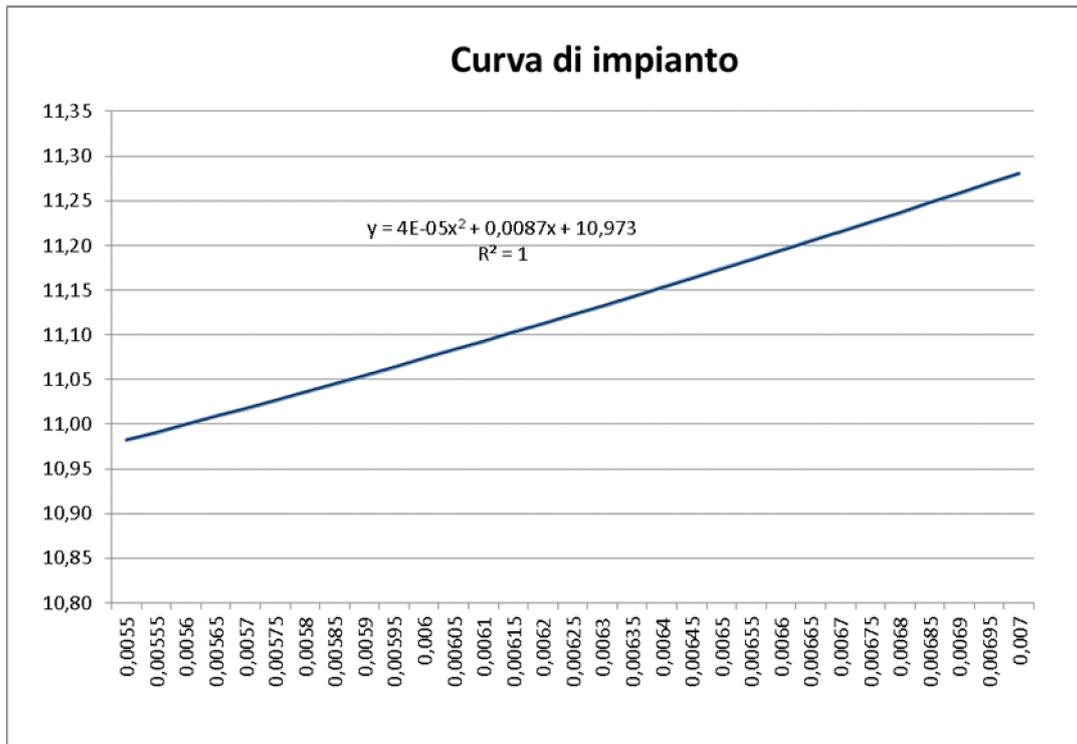
Figura 7.2 – Valori dei coefficienti di perdita di carico concentrati.

Le tipologie di pompe adottate saranno del tipo sommergibile mono o bi-canale in modo da essere in grado di operare con acque cariche anche contenenti corpi solidi o fibre lunghe.

Si riporta nel seguito il calcolo della curva di impianto del sistema idraulico.

Considerando una prevalenza geodetica pari a 10.50m, ed una tubazione di mandata dell'impianto di pompaggio della lunghezza di 16.00m, in acciaio DN100.

A favore di sicurezza per il dimensionamento della pompa, si considera che l'impianto di pompaggio possa essere in grado di scaricare una portata d'acqua pari a 20l/s per ettaro di superficie drenata.



Q(mc/s)	Q(l/s)	V1(m/s)	J1(m/m)	Concentrate	ΔH(m)
0,0062	6,2	0,79	0,0117	0,0858	11,11
0,00625	6,25	0,80	0,0119	0,0872	11,12
0,0063	6,3	0,80	0,0121	0,0886	11,13
0,00635	6,35	0,81	0,0123	0,0900	11,14
0,0064	6,4	0,82	0,0125	0,0915	11,15
<b>0,00645</b>	<b>6,45</b>	<b>0,82</b>	<b>0,0127</b>	<b>0,0929</b>	<b>11,16</b>
0,0065	6,5	0,83	0,0129	0,0944	11,17

Poiché la portata da sollevare è di 6.42 l/s, la prevalenza teorica minima che la pompa deve fornire vale 11.16m. Ipotizzando un rendimento del gruppo di sollevamento pari a 0.7, si ha che la potenza teorica minima da installare vale: 1.01 kWatt.

La potenza commerciale da installare vale 2.4 kWatt.

## 8 DIMENSIONAMENTO DEI DISOLEATORI

Le acque meteoriche che dilavano il sottovia, prima di entrare nella vasca di accumulo, vengono sottoposte ad un trattamento di disoleazione.

Tale trattamento consente di rimuovere quelle sostanze inquinanti associate al traffico automobilistico quali ad esempio: detrito di gomma derivante dall'usura dei pneumatici, particolato derivante dalla incompleta combustione dei carburanti, principalmente del gasolio, costituito da idrocarburi e ossidi, oli e liquidi di composizione organica dispersi dai veicoli e derivanti dal motore, dall'impianto frenante, dall'impianto di raffreddamento, ecc.

All'inizio di una precipitazione meteorica questi inquinanti sono rimossi dalla superficie stradale e trascinati dalle acque defluenti dalla piattaforma; in parte rimangono allo stato solido o di liquido viscoso ed in parte entrano in soluzione con l'acqua.

Pertanto prima che le acque defluiscano all'interno dell'invaso queste saranno sottoposte ad un trattamento attraverso un controllo dei sedimenti e degli oli.

Il valore di portata da trattare lo si ritrova nella normativa regionale dove viene detto che: *“Per il calcolo delle relative portate si assume che tale valore si verifichi in un periodo di tempo di 15 minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si considerano pari ad 1 per le superfici lastricate od impermeabilizzate...”*

Nel progetto in esame essendo la superficie di 3210 m<sup>2</sup> del tratto di strada in trincea, è pari a circa 17.8 l/s.

La portata costituisce il parametro progettuale al fine di applicare la UNI EN 858. La formula per il dimensionamento del disoleatore è la seguente:

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

dove:

$NS$  è la taglia nominale del separatore;

$Q_r$  è la massima portata di pioggia, in l/s;

$Q_s$  è la massima portata di refluo, in l/s;

---

$f_d$  è il fattore di densità per il tipo di olio;

$f_x$  è il fattore di impedimento.

Applicando la UNI EN 858,  $Q_s$  nulla e posto  $f_d$  pari a 1, valore relativo alla densità delle benzine di 0.85 grammi/cm<sup>3</sup>,  $NS$  vale circa 17.8 e il disoleatore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- il rapporto tra profondità e lunghezza del separatore deve essere tra 1:1,5 e 1:5, la profondità minima  $H_{min}$  dell'acqua deve essere di 2,5 m compresa una profondità di 0,15 m per lo stoccaggio dell'olio e di 0,35 m per il sedimento;
- la superficie minima orizzontale pari a:  $A_{min} = 3.56 \text{ m}^2$ ;
- il volume minimo totale pari a:  $V_{min} = 8.90 \text{ m}^3$ ;
- il volume per l'olio pari a:  $V_1 \text{ min} = 0.534 \text{ m}^3$ .

In commercio si potranno pertanto adottare manufatti prefabbricati tali da rispettare le caratteristiche sopra ricordate.