

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA CONNESSA ALLA
RIQUALIFICAZIONE E AL POTENZIAMENTO DEL PALASPORT DI VIA DELLE TAGLIATE MEDIANTE
SOSTITUZIONE EDILIZIA

COMMITTENTE



COMUNE DI LUCCA
Via S. Giustina n. 32 (Palazzo
Parensi) – 55100 Lucca

CUP: J68E23000100004
CIG: B19F986BDD

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Antonella Giannini

RTP - MANDATARIA



ATI PROJECT S.R.L.
Via G.B. Picotti 12/14
56124 - Pisa
Tel.: +39 050578460

RTP - MANDANTI



HELIOPOLIS 21 ARCHITECTS
Via Turati 35/b
56017 Arena Metato (PISA)
Tel.: +39 050812007



3E INGEGNERIA
Via G. Volpe 92
56121 PISA
Tel.: +39 05044428



SAMA SCAVI ARCHEOLOGICI
Via Gasperina 45
00118 ROMA
Tel.: +39 0692091221



DOTT. AGRON. FABRIZIO BUTTÈ
Viale S. Anna 19
28922 Verbania (VCO)
Tel.: +39 0323502604

DATI DI PROGETTO

DATA	N° PROGETTO	NOME PROGETTO
06.11.2025	2706-24	PPP FTE D-N Palasport Lucca (LU)

REVISIONI

N°	MOTIVAZIONE	DATA
00	Consegna PFTE	31.07.2025
01	Conferenza di Servizi	24.10.2025
02	Revisione PFTE	06.11.2025

DOCUMENTO

Copyright © by ATIpjproject

STATO DI PROGETTO

Relazione idraulica

Codice Elaborato:

2706_F_00_SP_GE00_D_17_000-0_01_02

Scala:

-

GLI ELABORATI DEFINITIVI ARCHITETTONICI SONO DA LEGGERSI UNITAMENTE A QUELLI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI. EVENTUALI DISCREPANZE PRESENTI TRA GLI ELABORATI DELLE VARIE DISCIPLINE DEVONO ESSERE COMUNICATE TEMPESTIVAMENTE AI PROGETTISTI.

È VIETATA LA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE ELABORATO TECNICO CON QUALSIASI MEZZO, COMPRESO LA FOTOCOPIA, QUALORA NON AUTORIZZATA DA ATIPROJECT.

2706	F	00	SP	GE	00	D	17	000	0	01	02
CODICE LAVORO	LIVELLO PROGETTAZIONE	EDIFICIO	STATO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	SOTTODISCIPLINA	CATEGORIA DOCUMENTO	TIPO DOCUMENTO	PIANO	SETTORE	PROGR	REV

Sommario

1. PREMESSA	2
2. analisi idrologica	6
2.1. Elaborazione statistica dei dati pluviometrici.....	6
3. analisi idrauliche di progetto	8
3.1. Tracciato della rete di fognatura bianca	8
3.2. Aree scolanti	9
3.3. Rete di condotte acque bianche	12
3.4. Invarianza Idraulica – Verifica delle condizioni Ante e Post Operam	15
3.5. Analisi delle condizioni di deflusso del recettore canale San Rocco	18
3.6. Elaborazioni idrauliche.....	18
3.6.1. Criteri di progettazione della rete	19
3.6.2. Sintesi dei risultati delle analisi idrauliche	19
3.7. Conclusioni	22
4. BIBLIOGRAFIA.....	23
5. ALLEGATI	24

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le analisi idrologiche e idrauliche relative al Progetto definitivo della rete di smaltimento di acque bianche dell'area del nuovo Palasport di Lucca.

Il presente studio affronta anche la problematica dell'invarianza idraulica, effettuando il confronto tra la condizione idrologica Ante Operam con la condizione Post Operam, dimostrando il miglioramento ottenuto in quest'ultima condizione.

Si rappresenta in **Figura 1** l'area sede del Palasport in progetto con l'attuale Palasport, con il Canale San Rocco, posto a Sud di via delle Tagliate, al quale verranno connessi i collettori in progetto.



Figura 1 – TAV_1 - Area sede del progetto con il Palasport attuale – Rilievo topografico georiferito.

Si rappresenta in Figura 2 la planimetria dell'impianto sportivo in progetto.

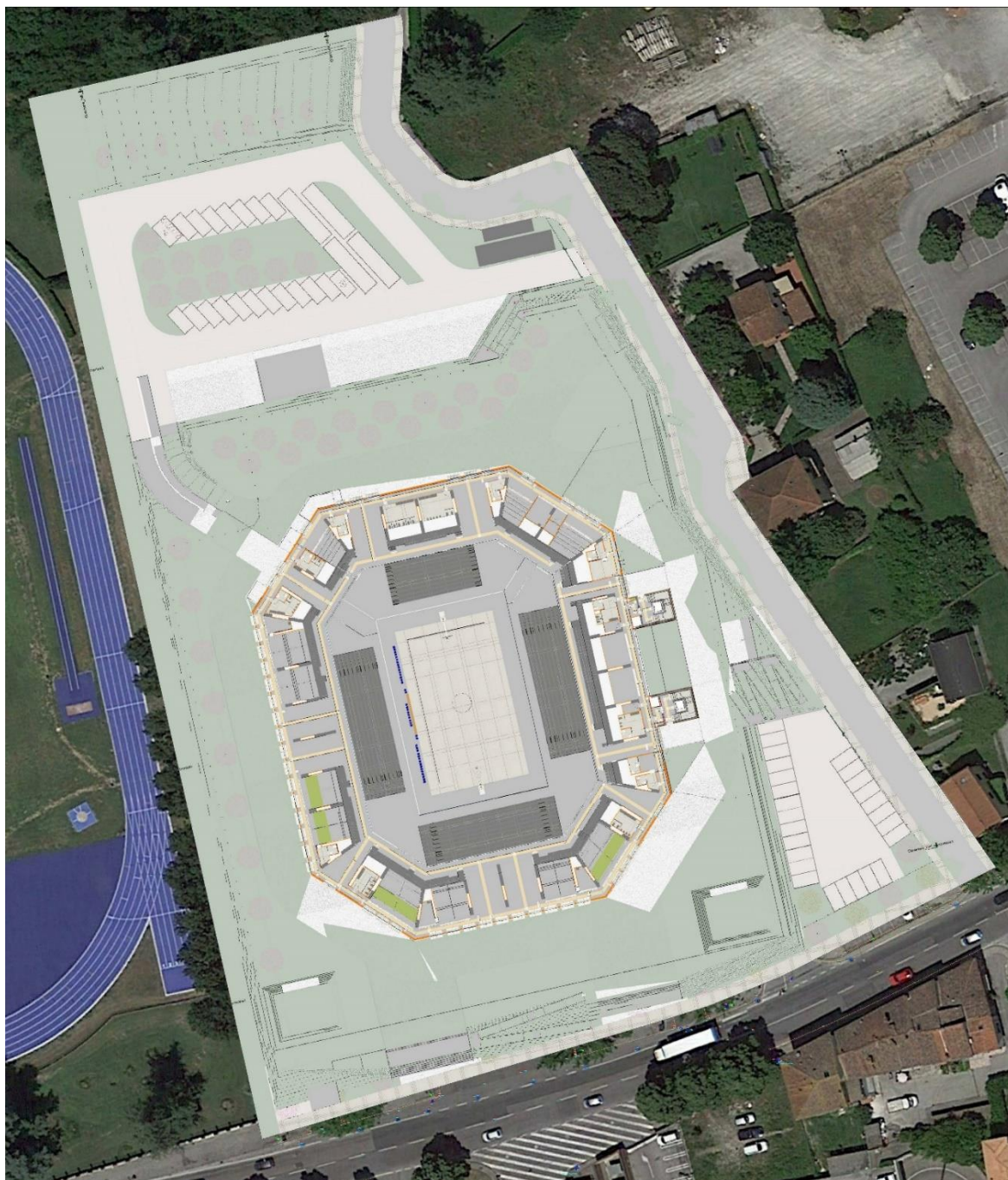


Figura 2 – TAV_2 – Palasport in progetto.

Per la costruzione della geometria della rete di smaltimento delle acque bianche si fa riferimento al relativo elaborato grafico di riferimento.

Si rappresenta in Figura 3 **Error! Reference source not found.** la planimetria delle reti di smaltimento delle acque bianche sulla planimetria della Tavola "Sistemazioni esterne" con le diverse superfici e pavimentazioni.

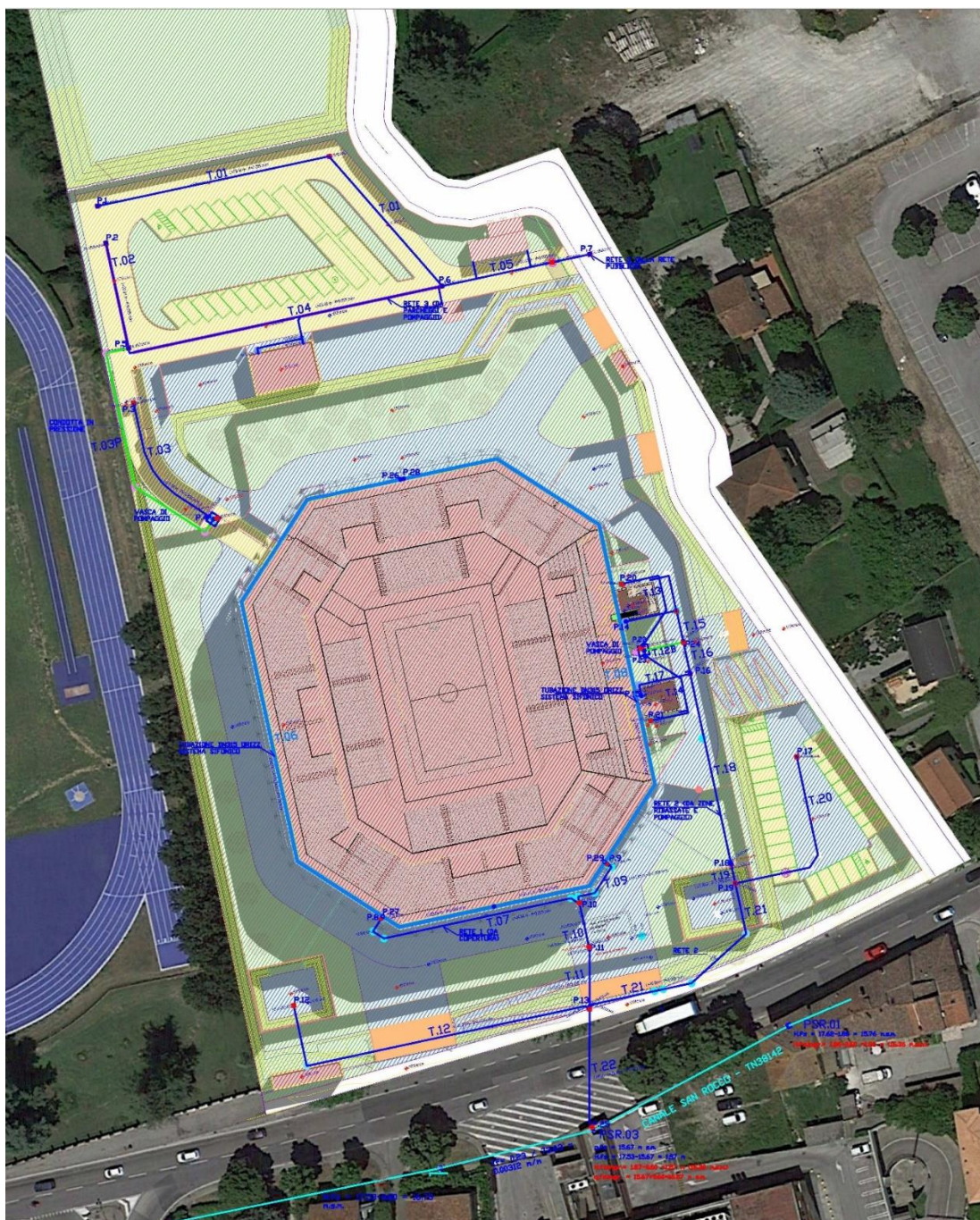


Figura 3 – Planimetria della Rete della fognatura bianca su Tavola Sistemazioni Esterne Superfici.

Si prevede la realizzazione di una vasca di accumulo finalizzato al riuso delle acque meteoriche per scopi irrigui ed eventualmente antincendio, ed una vasca di disoleazione delle acque di prima pioggia provenienti dalle aree soggette a traffico pesante.

Sulla base di quanto fornito si è tracciata la geometria della rete di progetto definendo le diverse superfici scolanti afferenti ai tronchi della rete, coprendo l'intera superficie dell'area in progetto, pari a circa 1,03 ettari.

Per determinare i coefficienti di deflusso medi su ogni area scolante si sono calcolate le superfici delle aree permeabili (aree verdi), semipermeabili (pavimentazioni drenanti), e impermeabili (coperture e strade asfaltate) applicando i coefficienti di afflusso relativi ad ogni tipologia di superficie.

La presente relazione effettua il calcolo di progetto sotto l'aspetto idrologico e idraulico.

Lo studio idrologico è di fondamentale importanza per definire i parametri delle Curve di Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) da adottare per piogge di elevata intensità e breve durata.

Il progetto della rete viene effettuato con riferimento ai parametri della LSPP per il tempo di ritorno assunto per il dimensionamento dei collettori della rete di smaltimento acque bianche ($T_r=20$ anni) e per le verifiche della stessa per eventi meno gravosi ($T_r=10$ anni).

L'analisi idraulica viene effettuata con il metodo italiano del Volume di Invaso (Puppini, Supino), come da indicazioni del CSDU (Centro Studi Deflussi Urbani) [1].

2. ANALISI IDROLOGICA

2.1. Elaborazione statistica dei dati pluviometrici

Lo studio idrologico ha come finalità la determinazione dei parametri della Curva di Possibilità Pluviometrica da adottare nel calcolo della rete.

Il regime pluviometrico della zona in esame è stato determinato con riferimento allo studio a carattere regionale “ANALISI DI FREQUENZA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI ESTREME – LSPP – Aggiornamento al 2012” disponibile sul sito del Settore Idrologico Regionale.

Vengono forniti dal sistema i parametri “a” ed “n” delle LSPP per i diversi tempi di ritorno per le celle di una maglia regolare di lato 1km sul territorio regionale, consentendo così di individuare i valori più appropriati dei due parametri assegnando le coordinate geografiche del punto in esame.

Attraverso l'utilizzo del metodo statistico TCEV (Two Component Extreme Value) il citato studio definisce per il campo delle durate di pioggia minori e maggiori ad un'ora le curve di possibilità pluviometrica nella forma binomia

$$h = a \cdot t^n$$

In questo caso sono presi in considerazione i parametri della curva di possibilità pluviometrica definiti per il campo delle durate di pioggia superiori ad un'ora per la Stazione pluviometrica di Lucca - Orto botanico forniti sul sito sir – Regione Toscana, riportati nella seguente tabella.

	TR	2	5	10	20	30	50
	t [ore]	h.2	h.5	h.10	h.20	h.30	h.50
n		0.31452	0.31103	0.32087	0.33459	0.34217	0.35058
a	1	29.587	41.738	50.415	59.378	64.671	71.445
	3	41.8	58.7	71.7	85.8	94.2	105.0
	6	52.0	72.9	89.6	108.1	119.4	133.9
	12	64.6	90.4	111.9	136.4	151.3	170.7
	24	80.4	112.2	139.8	172.0	191.9	217.7

Tabella 1 – parametri curve LSPP – Stazione di Lucca

Vista la dimensione della rete che comporta tempi di corrivazione di pochi minuti, si considerano piogge di durata inferiore a 30 minuti, calcolando i parametri “a” ed “n” delle curve LSPP come segue.

Il calcolo dei parametri “a” ed “n” per eventi di durata inferiore all'ora si effettua con la formula di Bell, con la quale si calcola la precipitazione di durata inferiore a 60 minuti P_t come:

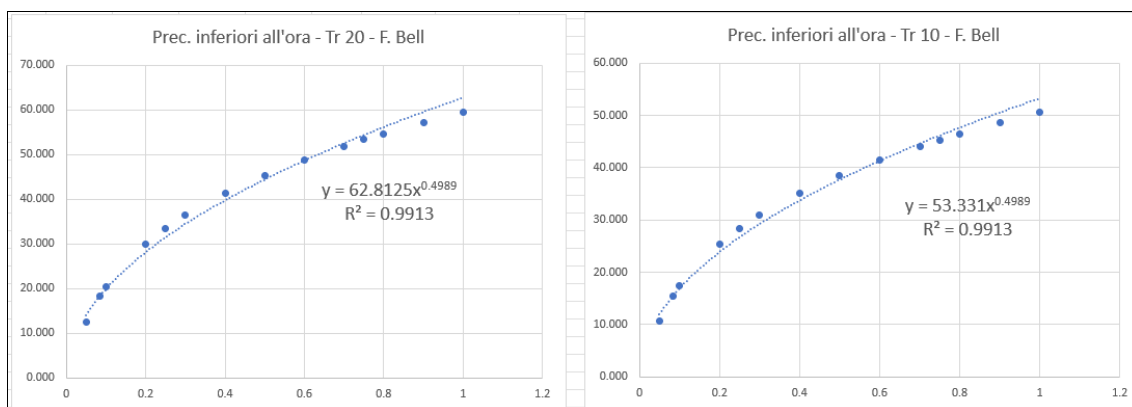
$$P_t = P_{60 \text{ min}} * (0.54 D^{0.25} - 0.5) \quad [1]$$

dove P_t è la pioggia di durata inferiore a 60 minuti e D è la durata di pioggia in minuti.

Il calcolo dei parametri è riportato nella seguente **Error! Reference source not found.** e nei grafici seguenti.

Tabella 2 – Calcolo dei parametri “a” e “n” con Formula di Bell

TR =		20			TR =	10		
a =	59.3780		a =	50.4150		a =	50.4150	
n =	0.3346		n =	0.3209		n =	0.3209	
t (ore)	t (min)	h	h.Bell					
0	0	0.0000	0					
0.05	3	21.7928	12.510					
0.08333	5	25.8545	18.258					
0.1	6	27.4812	20.494					
0.2	12	34.6543	29.989					
0.25	15	37.3407	33.413					
0.3	18	39.6895	36.356					
0.4	24	43.6997	41.281					
0.5	30	47.0873	45.352					
0.6	36	50.0492	48.852					
0.7	42	52.6983	51.938					
0.75	45	53.9290	53.358					
0.8	48	55.1062	54.709					
0.9	54	57.3212	57.231					
1	60	59.3780	59.551					
t (ore)	t (min)	h	h.Bell	t (ore)	t (min)	h	h.Bell	
0	0	0.0000	0	0	0	0.0000	0	
0.05	3	19.2779	10.621	0.05	3	19.2779	10.621	
0.08333	5	22.7115	15.502	0.08333	5	22.7115	15.502	
0.1	6	24.0802	17.401	0.1	6	24.0802	17.401	
0.2	12	30.0788	25.462	0.2	12	30.0788	25.462	
0.25	15	32.3116	28.369	0.25	15	32.3116	28.369	
0.3	18	34.2585	30.868	0.3	18	34.2585	30.868	
0.4	24	37.5717	35.049	0.4	24	37.5717	35.049	
0.5	30	40.3608	38.506	0.5	30	40.3608	38.506	
0.6	36	42.7926	41.478	0.6	36	42.7926	41.478	
0.7	42	44.9626	44.098	0.7	42	44.9626	44.098	
0.75	45	45.9692	45.303	0.75	45	45.9692	45.303	
0.8	48	46.9312	46.450	0.8	48	46.9312	46.450	
0.9	54	48.7390	48.592	0.9	54	48.7390	48.592	
1	60	50.4150	50.561	1	60	50.4150	50.561	



Per il calcolo della rete di smaltimento di acque bianche in progetto, per il dimensionamento dei collettori della rete e per la verifica di Invarianza Idraulica si utilizzano i si assumono i parametri della LSPP per **TR= 20 anni**:

a = 59.3780 [mm/h], n = 0.3346.

Si effettua una verifica della rete per **TR= 10 anni**, i cui parametri sono: **a = 50.415 [mm/h], n = 0.3346.**

Considerando un evento di durata inferiore a 30 min, si applicando i parametri della LSPP per **TR= 20 anni**:

a = 62.8125 [mm/h], n = 0.498 e per **TR=10 anni: a = 53.331 [mm/h], n = 0.498.**

3. ANALISI IDRAULICHE DI PROGETTO

3.1. *Tracciato della rete di fognatura bianca*

Si è definito il tracciato della rete scolante sulla base delle quote di progetto indicate sulla tavola “Plan_SP_A1_00_FF_Sistemazioni Esterne Superfici” e in base alla quota di scorrimento del canale recettore, il Canale San Rocco, nel cui pozzetto prospiciente l’area Est si prevede l’allaccio.

La geometria della rete di acque bianche in progetto è rappresenta nella precedente **Error! Reference source not found.**

3.2. Aree scolanti

Le aree scolanti afferenti ai diversi tronchi sono rappresentate nella seguente Figura 4.

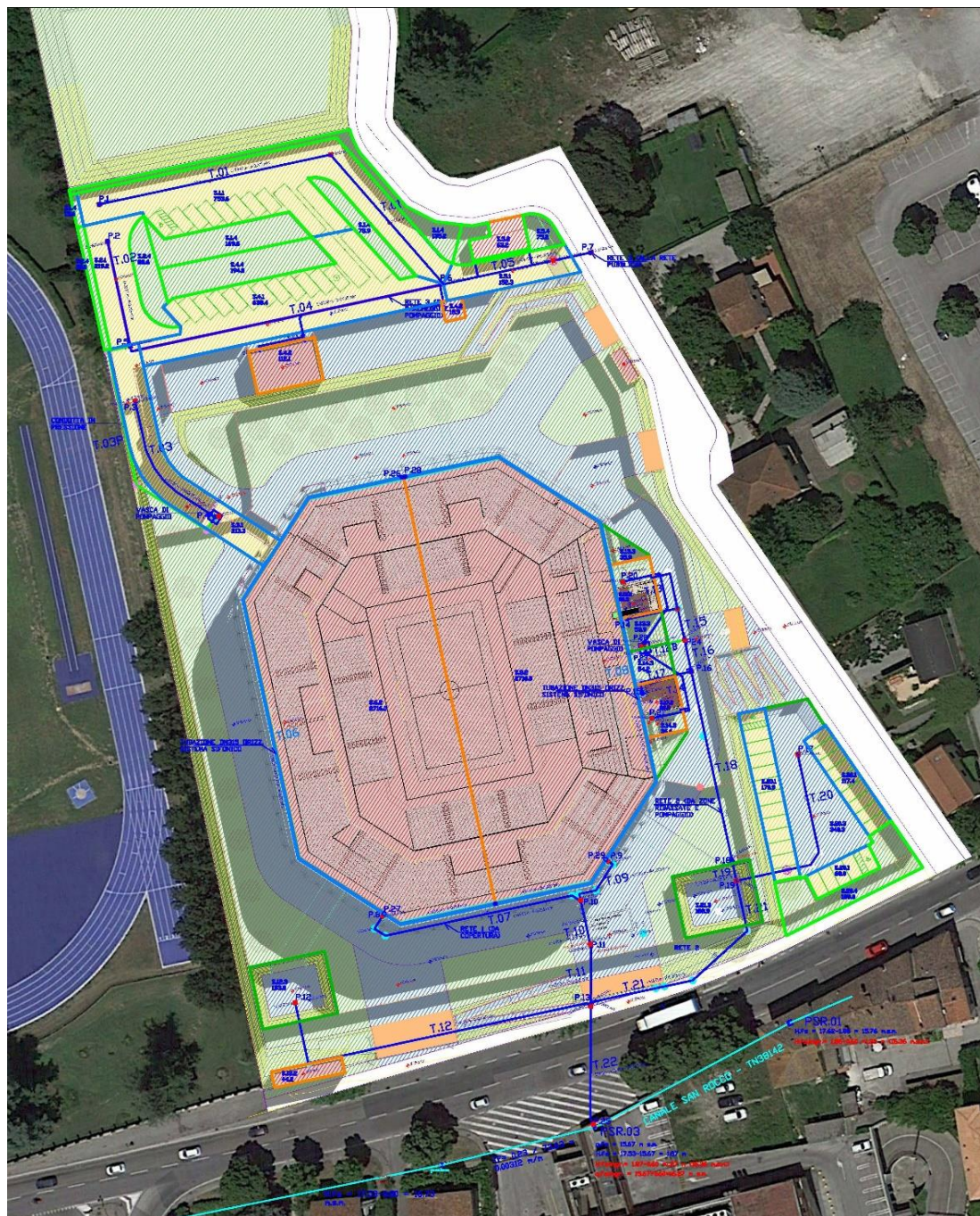


Figura 4 - Estratto TAV. 04 - Planimetria della rete di acque bianche – Aree scolanti dei Tratti.

Le aree scolanti sono suddivise nelle seguenti tipologie di pavimentazione:

Tipo di superficie	Livello di permeabilità	Coeff. di deflusso
Coperture fabbricato	impermeabile	0.9
Coperture – Pavimentazione in cls drenante con isolamento e soletta in c.a. (PE01) _Zone perimetrali di Gold (PE07)	impermeabile	0.8
Strade – pavimentazione in asfalto con terreno sotto (PE04)	Semi-impermeabile	0.75
Pavimentazione in cls drenante (Tipo ISO PLAM CEM DRAIN – PE02) (150 mm cls drain – 300 mm misto stab. ghiaia – geotessile)	Permeabile	0.5
Superficie a verde (PE03)	Permeabile	0.2

Tabella 3 – Superfici scolanti e relativi coefficienti di deflusso

Si riportano le schede di composizione dei diversi tipi di pavimentazione.

Family:	Floor			
Type:	PE03-CV_FL-TER_170_MantoErboso			
Total thickness:	170.0 (Default)			
Resistance (R):	0.1434 (m²·K)/W			
Thermal Mass:	163.18 kJ/(m²·K)			
Layers				
	Function	Material	Thickness	
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0	
2	Structure [1]	Strato vegetale erboso	50.0	
3	Structure [1]	Terra	120.0	
4	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0	

Family: Floor
Type: PE02-CV_FL-CLS_250_CalcestruzzoDrenante
Total thickness: 452.4 (Default)
Resistance (R): 0.0000 (m²·K)/W
Thermal Mass: 0.00 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Material	Thickness
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0
2	Structure [1]	Calcestruzzo drenante	150.0
3	Substrate [2]	Sottostrato misto stabilizzato/ghiaia	300.0
4	Structure [1]	Geotessile non tessuto in polipropilene	2.4
5	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0

Family: Floor
Type: PE04-CV_FL-ASF_450_PavimentazioneStradale
Total thickness: 450.0 (Default)
Resistance (R): 0.4302 (m²·K)/W
Thermal Mass: 680.00 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Material	Thickness
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0
2	Structure [1]	Manto d'usura - conglomerato bituminoso	50.0
3	Structure [1]	Binder - agglomerato bituminoso	50.0
4	Structure [1]	Base - Conglomerato bituminoso misto cementi	150.0
5	Structure [1]	Fondazione - misto granulari e terre stabilizzate	200.0
6	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0

Family: Floor
Type: PE01-CV_FL-CLS_max358_CalcestruzzoDrenanteConIsolante
Total thickness: 300.4 (Default)
Resistance (R): 3.9444 (m²·K)/W
Thermal Mass: 4.80 kJ/(m²·K)

Layers

	Function	Material	Thickness
1	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0
2	Structure [1]	Calcestruzzo drenante	150.0
3	Membrane Layer	Strato di separazione desolidarizzante in polietilene a bassa densit	0.0
4	Structure [1]	Geotessile non tessuto in polipropilene	2.4
5	Structure [1]	Membrana impemeabilizzante in FPO (spessore 2 mm)	2.0
6	Thermal/Air Layer [3]	Isolante termico in EPS pendenzato (SP. MEDIO 150mm)	142.0
7	Structure [1]	Barriera al vapore bituminosa	4.0
8	Membrane Layer	Primer calcestruzzo	0.0
9	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0

Tabella 4 – Schede di composizione dei tipi di pavimentazione

3.3. Rete di condotte acque bianche

Con riferimento alla planimetria riportata in Figura 4, la rete di collettamento delle acque bianche è costituita da 2 reti indipendenti:

- Rete 1: questa è la rete principale che raccoglie le acque dalla copertura, dalla quale le acque sono convogliate dal sistema sifonico, che nella schematizzazione “di calcolo” è costituito da due tratti principali lungo il bordo della copertura, con due discese pluviali principali, al piede delle quali dipartono i collettori della rete (T.07 e T.09) co confluiscano nel tratto T.10, proseguendo verso valle, dove confluiscano i collettori delle reti secondarie da Ovest (T.12) e dalla zona Est (T.21), per poi confluire nel collettore T.22 al Canale San Rocco;
- Rete 2: questa rete è prevista per raccogliere le acque nella zona Nord dalle aree a parcheggio (T.01) e dalle aree verdi adiacenti ai parcheggi, e dalla zona a Nord-Ovest, raccogliendo le acque raccolte sull’area della rampa di accesso alla zona interrata (T.03) e convogliate dalla vasca di pompaggio posta al piede della rampa, confluendo attraverso la tubazione in pressione T.03P al tratto T.04 e poi nel tratto terminale T.05, che, dopo un trattamento delle acque in una vasca di prima pioggia, confluiscano nella rete pubblica esistente.

I tratti principali delle reti sono riportati nella seguente tabella.

RETE	TRATTO DI CALCOLO	TIPO TUBAZIONE	Dia. INT. PROG. DEF. (mm)	Dia. EST. PROG. DEF. (mm)	If (m/m)
2	T01	CORR. SN8	272	315	0.00500
	T02	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T03	CORR. SN8	218	250	0.08554
	T04	CORR. SN8	272	315	0.00500
	T05	CORR. SN8	347	400	0.00500
1	T06	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	0.00500
	T07	CORR. SN8	347	400	0.00500
	T08	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	0.00500
	T09	CORR. SN8	347	400	0.00500
	T10	CORR. SN8	433	500	0.00700
	T11	CORR. SN8	433	500	0.00500
	T12	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T13	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T14	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T15	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T16	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T17	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T18	CORR. SN8	272	315	0.00500
	T19	CORR. SN8	272	315	0.00500
	T20	CORR. SN8	218	250	0.00500
	T21	CORR. SN8	272	315	0.00500
	T22	CORR. SN8	546	630	0.00500
2	T.03P	PVC PN6	84.4	90	-
1	T.14P	PVC PN6	59	63	-

Tabella 5 – Collettori principali della rete acque bianche

Sono previsti 2 collettori in pressione per convogliare le acque dalle vasche di pompaggio:

- T.03P dalla vasca posta al piede della rampa di accesso all'interrato;
- T.14P dalla vasca posta nell'area depressa dello "scannafossi".

A seguito del dimensionamento teorico delle vasche e delle pompe sommerse (N. 2 per ogni vasca), si riporta la tabella riassuntiva delle vasche di pompaggio e delle relative pompe e tubazioni in pressione. Tale dimensionamento è teorico e preliminare, ed è finalizzato alla proposta di fornitura dei sistemi di pompaggio.

VASCHE DI POMPAGGIO													Q.max	PN6 -	PN6 -
VASCA	DESCRIZIONE	AREA TOT.	PORTATA	VOL. MAX.	Portata	PREVALENZA	VOL. VASCA	L.int	B.int	H.int	Hw.max	LTUBO	POMPA	Diam.int	Diam. Est
		[m2]	[l/s]	[m3]	[l/s]	[m]	[m3]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[l/s]	[mm]	[mm]
1	DA RAMP A T.03	313	14.1	6	6	5.2	6.48	1.8	1.8	2	1.85	52	8	84.4	90
2	da T.13 + T.14	180	3	1.3	2	6.4	4.05	1.5	1.5	1.8	0.6	10	3	59	63

Tabella 6 – Vasche e sistemi di pompaggio.

3.4. Invarianza Idraulica – Verifica delle condizioni Ante e Post Operam

Vengono analizzate le condizioni di deflusso delle acque meteoriche con tempo di ritorno di 20 anni, nelle condizioni attuali (Ante Operam) e nelle condizioni di progetto (Post Operam), applicando, sulla superficie attuale e sulla superficie dell'intervento in progetto i coefficienti di deflusso nelle due condizioni, ottenendo le relative portate in uscita.

La differenza tra la portata in condizioni di progetto e quella nelle condizioni attuali verrà laminata in una apposita vasca di laminazione, ovvero verrà stoccata in una vasca dimensionata per invasare il volume in ingresso nell'intervallo di tempo definito come "durata critica".

Si fa osservare che nella prassi di "predimensionamento" di calcolano le portate in condizioni Ante Operam e Post Operam sull'intera superficie di progetto attribuendo alla rete complessiva un determinato "Tempo di corrivazione", che è il tempo che impiega la goccia d'acqua dal punto più lontano dalla sezione di chiusura per percorrere l'intero bacino scolante e nel deflusso in rete.

Pertanto, in fase di predimensionamento non si conosce con esattezza il tempo di corrivazione dell'intera rete, e si predimensiona la vasca di laminazione in base al tempo di corrivazione assunto in prima istanza.

Successivamente, a seguito del calcolo della rete in condizioni di progetto, effettuato applicando i metodi più consolidati e consigliati in letteratura idraulica, si conosce la portata effettiva al collettore finale.

Quindi applicando il tempo di corrivazione che produce la portata calcolata per il tempo di ritorno di progetto ($TR=20$ anni), si possono ricavare le portate effettive nelle due condizioni, con un processo che è iterativo.

Le seguenti tabelle riportano i coefficienti di deflusso nelle due condizioni.

E	
aree esistenti	mq
coperture edifici - SUP. IMPERM.	3824
asfalto pertinenziale	4193
asfalto carrabile impermeabile (parcheggi)	4220
asfalto viabilità pubblica	1852
asfalto strade.parcheggi SEMIPERM.	10265
verde pertinenziale + bosco	6447
verde pubblico	498
verde totale SUP. PERM.	6945
totale	21034
tipologia	mq
superficie impermeabile	3824
	18.18%
superficie semi- permeabile	10265
	48.80%
superficie a verde permeabile	6945
	33.02%

E	
aree di progetto	mq
coperture edifici	5781
asfalto carrabile impermeabile (parcheggi)	2435
asfalto carrabile permeabile (viabilità)	335
asfalto pedonale permeabile	4635
asfalto strade.parcheggi SEMIPERM.	7405
verde	7495
totale	20681
tipologia	mq
superficie impermeabile	5781
	27.95%
superficie semi- permeabile	7405
	35.81%
superficie a verde permeabile	7495
	101.22%

Tabella 3 – Tipi di superfici nelle condizioni Attuali e Progetto.

Alle superfici riportate nella tabella soprastante vengono attribuiti I coefficienti di afflusso prudenziali riportati nella seguente tabella.

AREE ESISTENTI				AREE DI PROGETTO			
SUP [m2]	TIPO SUPERFICIE	Fi	Fi*S	SUP [m2]	TIPO SUPERFICIE	Fi	Fi*S
3824	Coperture imp.	1	3824.0	5781	Coperture imp.	1	5781.0
10265	Strade - parcheggi	0.75	7698.8	7405	Strade - parcheggi	0.75	5553.8
6945	verde	0.1	694.5	7495	Verde	0.1	749.5
21034			12217	20681			12084.3
	Fi.med =	0.581			Fi.med	0.584	

Tabella 4 – Coefficienti di deflusso nelle condizioni Ante e Post Operam.

Si riporta quindi il calcolo delle portate massime nelle due condizioni: Ante e Post Operam applicando le condizioni idrologiche più severe, ovvero $T_r=20$ anni ed una precipitazione di massima intensità di durata inferiore all'ora, stimando un tempo di corrivazione della rete più estesa $T_c=0.23$ ore (14 minuti).

Ante Operam				
Tr =	20	anni		
S =	21034	m2	2.1034	ha
Fi.med =	0.581			
a =	62.8125	mm/ora^n		
n =	0.4989			
Tc =	0.230	ore	13.80	min
Q.max.attuale =	= Fi*S*a*Tc^(n-1)/3.6 =		445	l/s
Post Operam				
S =	20681	m2	2.0681	ha
Fi.med =	0.584			
a (tp<1 ora)=	62.8125	mm/ora^n		
n (tp<1 ora)=	0.4989	-		
Tc =	0.230	ore	13.80	min
Q.max.progetto =	= Fi*S*a*Tc^(n-1)/3.6 =		440	l/s
		Q.agg.prog	-5	l/s

Tabella 5 – Calcolo delle portate per le condizioni Ante e Post Operam.

La portata totale attualmente defluente per TR=20 anni è pari a 445 l/s, mentre la portata totale nelle condizioni di progetto risulta di 440 l/s, il che dimostra che gli interventi in progetto comportano un miglioramento delle condizioni di drenaggio e di deflusso delle acque superficiali; pertanto, non si rende necessaria la realizzazione di una vasca di laminazione.

3.5. Analisi delle condizioni di deflusso del recettore canale San Rocco

Pur non essendo nelle incombenze del presente incarico professionale, per scrupolo di conoscenza sulla portata massima del recettore finale, si è effettuata una verifica idraulica della massima capacità di deflusso dello stesso. A seguito dell'esame dei risultati di rilievo topografico sulla geometria e sulla pendenza del recettore Canale San Rocco, è emerso che la sezione del canale risulta essere di diametro 1.0 m, e la pendenza nel tratto a valle della immissione risulta essere del 0,312%, condizioni che consentono il deflusso di una portata massima di $Q=1484$ l/s calcolata con la formula di Chezy on coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler per tubi in cemento con lievi incrostazioni ($K=80$ [$m^{1/3} s^{-1}$], e di $Q=1113$ l/s calcolata per tubi con incrostazioni e depositi ($K=60$ [$m^{1/3} s^{-1}$]).

Pertanto, essendo la portata effettiva, calcolata con il metodo approfondito del volume di invaso, per $TR=20$ anni pari a 235 l/s nelle condizioni di progetto, pari circa al 21% della portata massima del recettore di 1113 l/s, si ritiene tale verifica esaustiva sulle condizioni di capacità di ricezione del Canale san Rocco delle portate massime di progetto.

3.6. Elaborazioni idrauliche

La geometria della rete di acque bianche comprende, oltre ai collettori principali, anche i collettori secondari, in cui confluiscono i pluviali delle discese dai due corpi di fabbrica in progetto, che sono stati oggetto di dimensionamento dalle ditte fornitrici del sistema sifonico, in grado di collettare una portata massima congruente con quella ottenuta dal calcolo affinato, con il metodo del volume di invaso: assumendo una portata specifica pari a $q = 0.044$ l/s/m², su ogni semi area della copertura, di superficie 2716 m² si ottiene una portata di 120 l/s, superiore al valore della portata di 112 l/s, calcolata con il metodo affinato sui tratti orizzontali T.06 e T.08 del sistema sifonico.

Il calcolo idraulico di verifica dei collettori viene effettuato con il metodo del volume di invaso (Supino, 1928, Puppini, 1932), anche noto in letteratura idraulica come metodo italiano del volume di invaso di Paladini-Fantoli. La teoria del metodo del volume di invaso è riportata in **ALLEGATO_4**.

Le analisi idrauliche sono effettuate con il codice di calcolo **Hydrocad_2024** – Studio Arnaud Ingegneria, descritto in **ALLEGATO_5**.

I risultati delle analisi idrauliche sono riportati rispettivamente nei seguenti tabulati di calcolo in **ALLEGATO_3**.

3.6.1. Criteri di progettazione della rete

Le analisi idrauliche sono state effettuate per diversi scenari, assumendo le Curve di Possibilità Pluviometrica desunte dal sito della Regione Toscana, per i tempi di ritorno di 20 e di 10 anni.

3.6.2. Sintesi dei risultati delle analisi idrauliche

Le analisi effettuate per 3 scenari:

- Scenario 1 – Analisi per TR=20 anni, per analisi di progetto dei diametri e delle pendenze dei collettori; Codice Modello PLS020.02: Portata max. nel Tratto finale: $Q_p(\text{Tratto T.22}) = 235 \text{ [l/s]}$ (Vedasi ALLEGATO 3.1 - Tab_Ris_1);
- Scenario 2 – Analisi per TR=10 anni, per analisi di verifica;
- Codice Modello PLS010.02: Portata max. nel Tratto finale: $Q_p(\text{Tratto T.22}) = 184 \text{ [l/s]}$ (Vedasi ALLEGATO 3.2 - Tab_Ris_1).

Scenario 1: Le condizioni di deflusso avvengono in tutti i collettori a pelo libero con l'applicazione del coefficiente udometrico pari a 2168. Le portate calcolate per i coefficienti della curva LLSP per **T< 1 ora per TR=20 anni** risultano essere le più gravose; pertanto, l'analisi di progetto è effettuata nelle condizioni più cautelative, e risulta soddisfacente, con valore massimo del rapporto $Q/Q_0 = 0.75$.

Si riportano i risultati riassuntivi per lo Scenario_1 di PROGETTO per TR_20 nella seguente **Scenario 2:** Le condizioni di deflusso avvengono in tutti i collettori a pelo libero con l'applicazione del coefficiente udometrico pari a 2168. Le portate calcolate per i coefficienti della curva LLSP per **T< 1 ora per TR=10 anni** risultano inferiori a quelle per TR=20 anni, con deflussi in condizioni soddisfacenti, con valore massimo del rapporto $Q/Q_0 = 0.59$.

Si riportano i risultati riassuntivi per lo Scenario_2 di VERIFICA per TR_10 nella seguente Tabella 11.

Scenario 2: Le condizioni di deflusso avvengono in tutti i collettori a pelo libero con l'applicazione del coefficiente udometrico pari a 2168. Le portate calcolate per i coefficienti della curva LLSP per **T< 1 ora per TR=10 anni** risultano inferiori a quelle per TR=20 anni, con deflussi in condizioni soddisfacenti, con valore massimo del rapporto $Q/Q_0 = 0.59$.

Si riportano i risultati riassuntivi per lo Scenario_2 di VERIFICA per TR_10 nella seguente Tabella 11.

ANALISI PER TR=20 anni - Tp < 1 ORA - a=62.8125, n=0.4989

RETE	TRATTO	L	TIPO	D.int	DN	Ks	If	Q	v.max	Froude	hw/h0	Q/Q0	VERIFICA
		[m]	TUBAZIONE	[mm]	[mm]	[m1/3/s]	[°/°°]	[l/s]	[m/s]	[-]	[-]	[-]	[-]
2	T1 / P1-P6	79.44	CORR. SN8	272	315	110	5	24	1.12	1.25	0.38	0.319	SI, Q/Q0 < 1
	T2 / P2-P5	20.91	CORR. SN8	218	250	110	5	8	0.82	1.18	0.31	0.193	SI, Q/Q0 < 1
	T3 / P3-P4	27.94	CORR. SN8	218	250	110	85.54	14	2.66	4.92	0.2	0.08	SI, Q/Q0 < 1
	T4 / P5-P6	63.08	CORR. SN8	272	315	110	5	46	1.36	1.23	0.57	0.606	SI, Q/Q0 < 1
	T5 / P6-P7	29.33	CORR. SN8	347	400	110	5	74	1.56	1.34	0.52	0.518	SI, Q/Q0 < 1
1	T6 / P26-P27	136.4	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	110	5	112	1.51	0.7	1	-	SI, SIST. SIFONICO
	T7 / P8-P10	44.64	CORR. SN8	347	400	110	5	100	1.65	1.24	0.61	0.695	SI, Q/Q0 < 1
	T8 / P28-P29	136.4	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	110	5	112	1.51	0.7	1	-	SI, SIST. SIFONICO
	T9 / P9-P10	11.85	CORR. SN8	347	400	110	5	108	1.7	1.24	0.63	0.752	SI, Q/Q0 < 1
	T10 / P10-P11	8.6	CORR. SN8	433	500	110	7	204	2.24	1.54	0.6	0.665	SI, Q/Q0 < 1
	T11 / P11-P13	12.02	CORR. SN8	433	500	110	5	200	1.98	1.28	0.64	0.768	SI, Q/Q0 < 1
	T12 / P12-P13	68.31	CORR. SN8	218	250	110	5	6	0.78	1.21	0.28	0.155	SI, Q/Q0 < 1
	T13 / P20-P22	22.35	CORR. SN8	218	250	110	5	2	0.44	0.89	0.12	0.039	SI, Q/Q0 < 1
	T14 / P21-P23	22.56	CORR. SN8	218	250	110	5	1	0.45	0.89	0.13	0.04	SI, Q/Q0 < 1
	T15 / P14-P24	16.38	CORR. SN8	218	250	110	5	8	0.8	1.2	0.3	0.173	SI, Q/Q0 < 1
	T16 / P24-P16	6.29	CORR. SN8	218	250	110	5	7	0.81	1.19	0.3	0.18	SI, Q/Q0 < 1
	T17 / P15-P16	12.29	CORR. SN8	218	250	110	5	6	0.73	1.24	0.25	0.12	SI, Q/Q0 < 1
	T18 / P16-P18	37.8	CORR. SN8	272	315	110	5	10	0.89	1.27	0.27	0.141	SI, Q/Q0 < 1
	T19 / P18-P19	3.84	CORR. SN8	272	315	110	5	10	0.88	1.27	0.27	0.139	SI, Q/Q0 < 1
	T20 / P17-P19	37.18	CORR. SN8	218	250	110	5	30	1.22	1.15	0.61	0.708	SI, Q/Q0 < 1
	T21 / P19-P13	45	CORR. SN8	272	315	110	5	39	1.32	1.3	0.52	0.509	SI, Q/Q0 < 1
	T22 / P13-P25	23.49	CORR. SN8	546	630	110	5	235	2.09	1.47	0.5	0.486	SI, Q/Q0 < 1
2	T.03P	52.0	PVC PN6	84.4	90	110		8					
1	T.12P	10.00	PVC PN6	59	63	110		3					

Tabella 10 – Risultati analisi Scenario_1 – Tr = 20 anni.

ANALISI PER TR=10 anni - Tp < 1 ORA - a=53.331, n=0.4989

RETE	TRATTO	L	TIPO	D.int	DN	Ks	If	Q	v.max	Froude	hw/h0	Q/Q0	VERIFICA
		[m]	TUBAZIONE	[mm]	[mm]	[m1/3/s]	[°/°°]	[l/s]	[m/s]	[-]	[-]	[-]	[-]
2	T1 / P1-P6	79.44	CORR. SN8	272	315	110	5	18	1	1.21	0.34	0.238	SI, Q/Q0 < 1
	T2 / P2-P5	20.91	CORR. SN8	218	250	110	5	6	0.77	1.22	0.27	0.143	SI, Q/Q0 < 1
	T3 / P3-P4	27.94	CORR. SN8	218	250	110	85.54	10	2.29	4.44	0.16	0.058	SI, Q/Q0 < 1
	T4 / P5-P6	63.08	CORR. SN8	272	315	110	5	34	1.29	1.32	0.48	0.454	SI, Q/Q0 < 1
	T5 / P6-P7	29.33	CORR. SN8	347	400	110	5	56	1.43	1.36	0.43	0.39	SI, Q/Q0 < 1
1	T6 / P26-P27	136.4	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	110	5	88	1.58	1.06	0.78	-	SI, SIST. SIFONICO
	T7 / P8-P10	44.64	CORR. SN8	347	400	110	5	79	1.58	1.32	0.54	0.551	SI, Q/Q0 < 1
	T8 / P28-P29	136.4	PVC SN8 (SIFONICO)	297	315	110	5	88	1.58	1.06	0.78	-	SI, SIST. SIFONICO
	T9 / P9-P10	11.85	CORR. SN8	347	400	110	5	85	1.6	1.29	0.57	0.591	SI, Q/Q0 < 1
	T10 / P10-P11	8.6	CORR. SN8	433	500	110	7	162	2.15	1.64	0.53	0.527	SI, Q/Q0 < 1
	T11 / P11-P13	12.02	CORR. SN8	433	500	110	5	159	1.86	1.33	0.57	0.61	SI, Q/Q0 < 1
	T12 / P12-P13	68.31	CORR. SN8	218	250	110	5	5	0.73	1.24	0.25	0.118	SI, Q/Q0 < 1
	T13 / P20-P22	22.35	CORR. SN8	218	250	110	5	1	0.37	0.74	0.1	0.029	SI, Q/Q0 < 1
	T14 / P21-P23	22.56	CORR. SN8	218	250	110	5	1	0.37	0.74	0.1	0.029	SI, Q/Q0 < 1
	T15 / P14-P24	16.38	CORR. SN8	218	250	110	5	5	0.74	1.24	0.26	0.123	SI, Q/Q0 < 1
	T16 / P24-P16	6.29	CORR. SN8	218	250	110	5	5	0.74	1.24	0.25	0.121	SI, Q/Q0 < 1
	T17 / P15-P16	12.29	CORR. SN8	218	250	110	5	3	0.68	1.22	0.22	0.094	SI, Q/Q0 < 1
	T18 / P16-P18	37.8	CORR. SN8	272	315	110	5	8	0.82	1.28	0.23	0.103	SI, Q/Q0 < 1
	T19 / P18-P19	3.84	CORR. SN8	272	315	110	5	8	0.81	1.28	0.23	0.103	SI, Q/Q0 < 1
	T20 / P17-P19	37.18	CORR. SN8	218	250	110	5	22	1.15	1.24	0.53	0.532	SI, Q/Q0 < 1
	T21 / P19-P13	45	CORR. SN8	272	315	110	5	29	1.21	1.3	0.43	0.383	SI, Q/Q0 < 1
	T22 / P13-P25	23.49	CORR. SN8	546	630	110	5	184	1.92	1.46	0.43	0.383	SI, Q/Q0 < 1
2	T.03P	52.0	PVC PN6	84.4	90	110		8					
1	T.12P	10.00	PVC PN6	59	63	110		3					

Tabella 11 – Risultati analisi Scenario_2– Tr = 10 anni.

I tabulati completi delle analisi dei diversi scenari sono riportati in **ALLEGATO_3**.

I tabulati di calcolo per i diversi scenari sono costituiti dalle seguenti tabelle:

- “Dati generali di calcolo della rete” - Tempo di ritorno, metodo e parametri di calcolo;
- “Tab_Ris_1” – Parametri geometrici e di calcolo dei collettori, calcolo delle portate di pioggia Q_p ;
- “Tab_Ris_2” – Verifica idraulica dei collettori, parametri dei risultati (livelli, velocità, Froude, Q/Q_0 , ecc);
- “Parametri di calcolo della rete” – Significato dei simboli dei parametri di calcolo.

3.7. Conclusioni

Per quanto riguarda il deflusso nei collettori della rete, i risultati delle analisi sono soddisfacenti in quanto i deflussi in rete avvengono a pelo libero, con riferimento alla soluzione di progetto, relativa allo Scenario 1, (TR di 20 anni) ottenendo un valore massimo del rapporto Q_{tot} / Q_0 tra la portata pluviale Q_{tot} e la portata massima smaltibile dallo speco a pelo libero Q_0 , inferiore a 0.75, offrendo un margine di sicurezza anche per eventi caratterizzati da tempi di ritorno superiori.

Il codice di calcolo Hydrocad fornisce, oltre ai calcoli idraulici, anche il computo dei materiali per ogni tronco: dimensioni della sezione di scavo, volumi di scavo inizio e fine tronco, codici e lunghezze dei tubi, codici e dimensioni dei pozzetti, nella tabella "Tab_Computo".

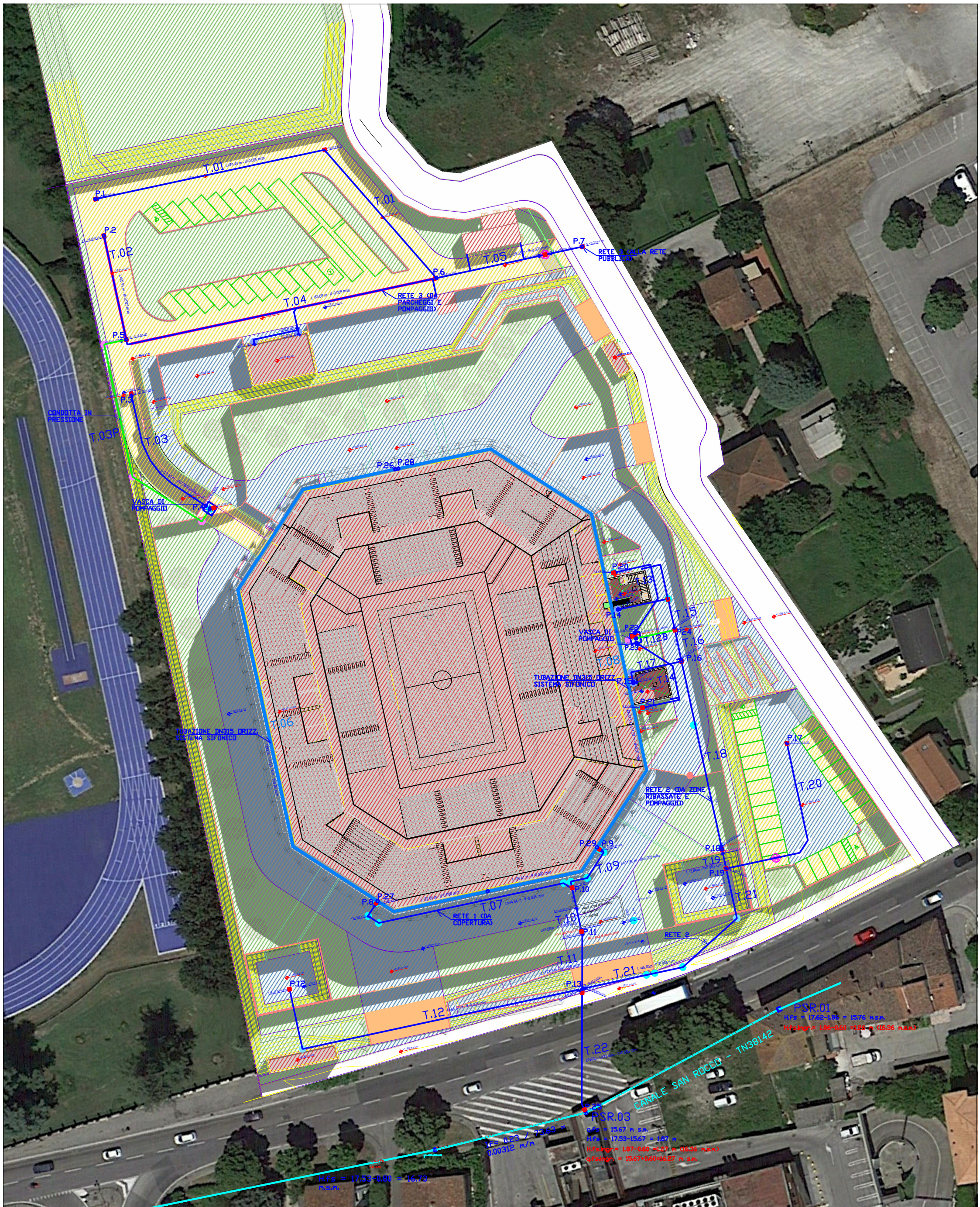
Il codice di calcolo Hydrocad genera anche automaticamente il disegno dei profili di progetto.

4. BIBLIOGRAFIA

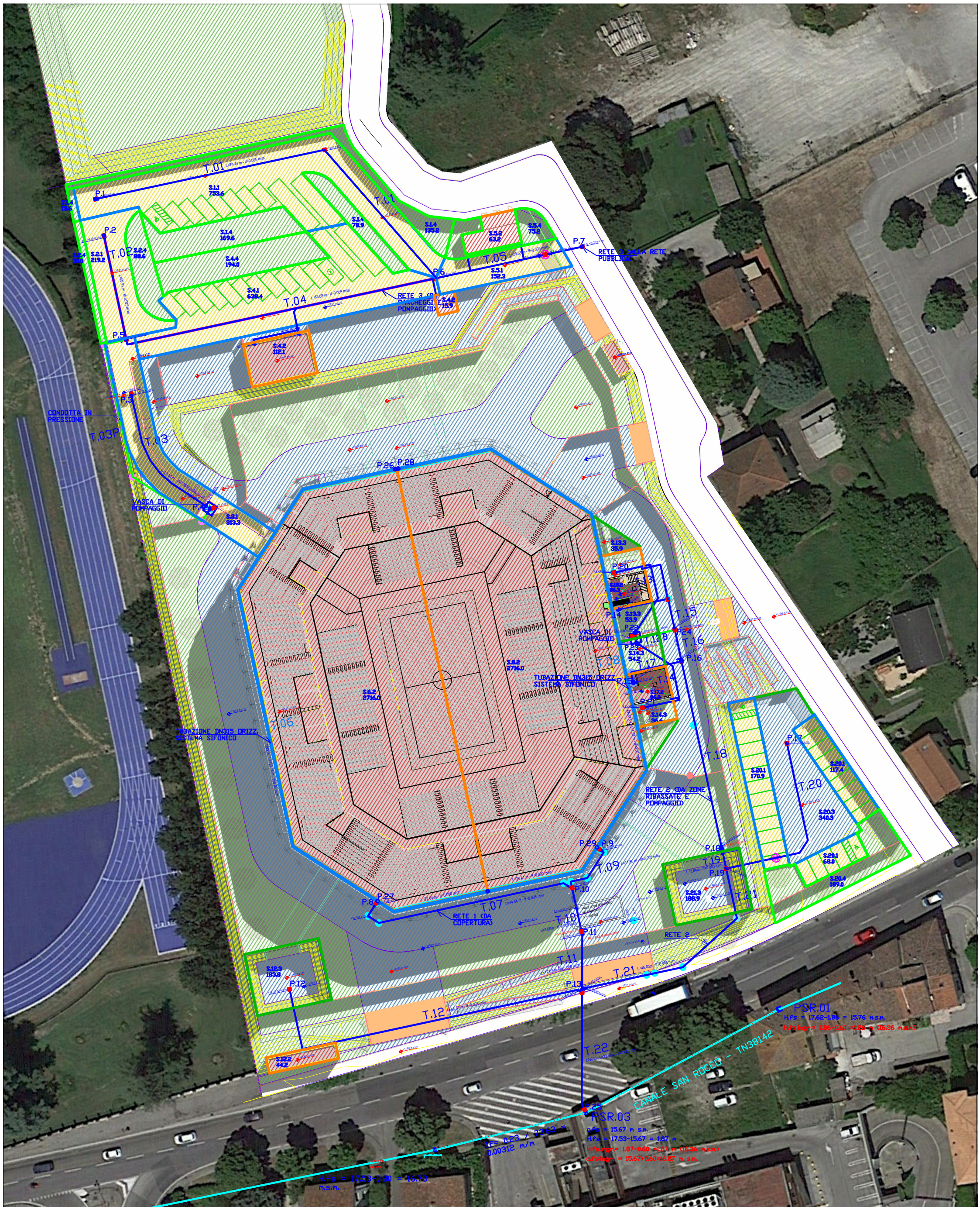
- [1] Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione, Centro Studi Deflussi Urbani, Hoepli
- [2] Le reti idrauliche, G. Supino, Patron Ed.
- [3] Idraulica dei sistemi fognari, C. Gisonni – W. H. Hager, Springer
- [4] Schemi e modelli matematici in idrologia, G. Pezzoli, Polito

5. ALLEGATI

ALLEGATO 1 - Tavola 01_” Plan_RETE_Fognatura bianca”



ALLEGATO 2 - Tavola 02 “Plan_RETE_Fognatura bianca_AREE_SCOLANTI”



ALLEGATO 3 - Analisi idrauliche PROGETTO RETE FOGNATURA BIANCA

ALLEGATO 3.1 - Analisi idrauliche rete PLS020.02 - Tr=20 ANNI

ANALISI DI RETE DI CANALIZZAZIONI CON IL METODO DELL'INVASO			
SOFTWARE HYDROCAD			
STUDIO ARNAUD - www.studioarnaud.it			
LAVORO: PLS_LUCCA_TR20<30MIN			
DESCRIZIONE RETE:		RETE ACQUE BIANCHE PALASPORT LUCCA - TR 20	
FILE: C:\HTB\FOG\F_PLS020.02			
Codice Identificativo Rete	ID.Rete =	20.02	
DATI GENERALI DELLA RETE:			
Numero tronchi della rete	Ntr =	22	
Numero nodi/picchetti	Np =	30	
Tempo di ritorno	Tr =	20	[anni]
Coeff. a della curva $h=at^n$	a =	62.8125	[mm/h^n]
Coeff. n della curva $h=at^n$	n =	0.4989	[-]
Coeff. <a>, <n> variab. con Sup. bacino	=	NO	
Legge di variazione di <a>, <n>:			
Metodo di calcolo della rete:			
ITALIANO DELL'INVASO			
Parametri per Metodo Italiano dell'Invaso:			
Opzione Escludi calcolo $n0=4/3*n$	=	SI	
Volume specifico piccoli invasi	Vis =	50	[m3/ha]
Param. coeff. udom. costanti per la rete	=	SI	
Costante del coeff. udometrico	ku =	2168	[-]
Invaso in press./Inv. pelo libero	Gamma =	0	[-]
Scostamento linea car. piezometr.	Teta =	1	[-]
Attiva CONTROLLO CONTINUITA' NODI	Con_C =	0	[-]
Applica CALCOLO ASINCRONO SPED.	Asinc =	0	[-] (Form. (8.30a) Sistemi di Fognatura)
Parametri per Metodo Cinematico o della Corrivazione:			
Opzione calcolo Tempo di accesso rete Ta =	0	Ta COST., Metodo Class.	
Opzione calcolo Tempo di rete Tr =	0	For.(8.11), Tr=Som(L/Vu)	
Parametri per Metodo dell'invaso del Serbatoio lineare:			
Opzione calcolo Costante di Invaso K =	0	Cost. di Invaso K: For.(8.23), Desbordes_1	
Parametro di forma costante Yf =	0	[-]	
Param. r $[n=1-r*EXP(-r)/(1-EXP(-r))]$ r =	0	[-]	
Rete mista			
Re_mis =	NO		
Dotazione media annua acquedotto	Dmg =	0	[l/ab g]
Coeff. riduz. consumi acq.	Alfa =	0	[-]
Coeff. ora di punta	Beta =	0	[-]
-			

TRATTO	NODO	NODO	DESCRIZIONE	TRONCHI	L0	L	Dh	q.pc.a	q.pc.b	q.ft.a	q.ft.b	Dhpz	Dhta	Za	Zb	If	S	S.tot	Fi.per	Fi.imp	Im	Fi1	Fi1m	Vi.su	Vitr	Vis	Vag	Vtot	Wt	Ku	u	Qp
	INI.	FIN.		A MONTE	[m]	[m]	[m]	[msm]	[msm]	[msm]	[msm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[ø/øø]	[ha]	[ha]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m3/ha]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m]	[-]	[l/s ha]	[l/s]
	1	1	6 T1 / P1-P6	-	79.44	79.44	0	17.65	17.65	16.83	16.4328	0	0	0.82	1.22	5	0.115	0.115	0.75	0.9	0	0.56	0.56	50	1.7	5.8	0	7.5	0.00652	2168	206.7	24
	2	2	5 T2 / P2-P5	-	20.91	20.91	0	17.65	17.65	17.065	16.74545	0	0	0.59	0.9	5	0.034	0.034	0.75	0.9	0	0.557	0.557	50	0.2	1.7	0	1.9	0.00559	2168	238.8	8
	3	3	4 T3 / P3-P4	-	27.94	28.04	2.39	17.65	15.26	17.05	14.66	0	0	0.6	0.6	85.54	0.031	0.031	0.75	0.9	0	0.75	0.75	50	0.1	1.6	0	1.7	0.00548	2168	441.9	14
	4	5	6 T4 / P5-P6	2-3	63.08	63.08	0	17.65	17.65	16.74545	16.43005	0	0	0.9	1.22	5	0.096	0.161	0.75	0.9	0.133	0.659	0.6557	50	2.1	4.8	0	10.5	0.00652	2168	283.6	46
	5	6	7 T5 / P6-P7	1-4	29.33	29.33	0	17.65	17.65	16.43005	16.2834	0	0	1.22	1.37	5	0.029	0.305	0.75	0.9	0.217	0.692	0.6237	50	1.4	1.5	0	20.9	0.00685	2168	244.1	74
	6	26	27 T6 / P26-P27	-	136.4	136.4	0	31.12	31.12	30.62	29.938	0	0	0.5	1.18	5	0.272	0.272	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	9.4	13.6	0	23	0.00846	2168	412.2	112
	7	8	10 T7 / P8-P10	6	44.64	44.64	0	19.63	19.63	18.8	18.5768	0	0	0.83	1.05	5	0.001	0.273	0.75	0.9	0	0.5	0.8972	50	2.7	0.1	0	25.8	0.00945	2168	366.4	100
	8	28	29 T8 / P28-P29	-	136.4	136.4	0	31.12	31.12	30.62	29.938	0	0	0.5	1.18	5	0.272	0.272	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	9.4	13.6	0	23	0.00846	2168	412.2	112
	9	9	10 T9 / P9-P10	8	11.85	11.85	0	19.63	19.63	18.64	18.58075	0	0	0.99	1.05	5	0.001	0.273	0.75	0.9	0	0.5	0.8972	50	0.8	0.1	0	23.9	0.00875	2168	395.6	108
	10	10	11 T10 / P10-P11	7-9	8.6	8.6	0	19.63	19.63	18.58075	18.52055	0	0	1.05	1.11	7	0.001	0.547	0.75	0.9	0	0.5	0.8965	50	0.8	0.1	0	50.6	0.00925	2168	373.7	204
	11	11	13 T11 / P11-P13	10	12.02	12.02	0	17.65	17.65	16.54	16.49045	1.97	0	1.11	1.16	5	0.001	0.548	0.75	0.9	0	0.5	0.8958	50	1.2	0.1	0	51.9	0.00947	2168	364.4	200
	12	12	13 T12 / P12-P13	-	68.31	68.31	0	17.65	17.65	16.49045	16.67845	0	0	1.16	0.97	5	0.027	0.027	0.75	0.9	0.32	0.628	0.628	50	0.6	1.4	0	2	0.00741	2168	228.9	6
	13	20	22 T13 / P20-P22	-	22.35	22.35	0	15.46	15.46	14.96	14.84825	0	0	0.5	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	0	0.5	0.5	50	0.1	0.4	0	0.5	0.00556	2168	193.5	2
	14	21	23 T14 / P21-P23	-	22.56	22.56	0	15.46	15.46	14.96	14.8472	0	0	0.5	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	0	0.5	0.5	50	0.1	0.5	0	0.6	0.00667	2168	161.1	1
	15	14	24 T15 / P14-P24	13-14	16.38	16.38	0	19.63	19.63	19.13	19.0481	0	0	0.5	0.58	5	0.009	0.027	0.75	0.9	1	0.9	0.6307	50	0.1	0.4	0	1.6	0.00593	2168	288.9	8
	16	24	16 T16 / P24-P16	-15	6.29	6.29	0	19.63	19.63	19.0481	19.01665	0	0	0.58	0.61	5	0.001	0.028	0.75	0.9	0	0.5	0.6174	50	0.1	0.1	0	1.8	0.00643	2168	255.1	7
	17	15	16 T17 / P15-P16	-	12.29	12.29	0	19.63	19.63	19.08	19.01855	0	0	0.55	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	0.1	0.4	0	0.5	0.00556	2168	628.6	6
	18	16	18 T18 / P16-P18	16-17	37.8	37.8	0	19.63	19.63	19.01855	18.82955	0	0	0.61	0.8	5	0.004	0.041	0.75	0.9	0	0.5	0.6586	50	0.5	0.2	0	3	0.00732	2168	254.9	10
	19	18	19 T19 / P18-P19	18	3.84	3.84	0	17.65	17.65	16.92955	16.91035	1.9	0	0.72	0.74	5	0.001	0.042	0.75	0.9	0	0.5	0.6548	50	0	0.1	0	3.1	0.00738	2168	249.8	10
	20	17	19 T20 / P17-P19	-	37.18	37.18	0	17.65	17.65	17.1	16.9141	0	0	0.55	0.74	5	0.089	0.089	0.75	0.9	0.402	0.683	0.683	50	0.9	4.4	0	5.3	0.00596	2168	337.2	30
	21	19	13 T21 / P19-P13	19-20	45	45	0	17.65	17.65	16.9141	16.6891	0	0	0.74	0.96	5	0.019	0.15	0.75	0.9	0	0.5	0.65	50	1.3	0.9	0	10.6	0.00707	2168	257.1	39
	22	13	25 T22 / P13-P25	11-12-21	23.49	23.49	0.12	17.65	17.53	16.49045	16.373	0	0	1.16	1.16	5	0.001	0.726	0.75	0.9	0	0.5	0.8344	50	2.6	0.1	0	67.2	0.00926	2168	323.4	235

TRATTO	NODO INI.	NODO FIN.	COLL. PRINC.	TIPO SEZIONE DIMENSIONI	Dim.1 [cm]	Dim.2 [cm]	Dim.3 [-]	FORMULA SCABR.	Scabr	Qn [l/s]	Qag [l/s]	Qp [l/s]	Qtot [l/s]	Q0 [l/s]	Q/Q0 [-]	R [m]	Om [m2]	Om0 [m2]	Om/Om0 [-]	vmax [m/s]	Froude [-]	Dt [s]	h/h0 [-]	h.w [cm]	h.cr [cm]	vmin [m/s]	q.w.a [msm]	q.w.b [msm]	q.eg.a [msm]	q.eg.b [msm]	K [ore]	Tcr [ore]	VERIFICATO
1	1	6	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	24	24	75	0.319	0.06	0.021	0.058	0.37	1.12	1.25	71	0.38	10.4	12.1	0	16.93	16.53	16.99	16.6	0.0865	0.0009	SI, Q/Q0 < 1
2	2	5	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	8	8	42	0.193	0.04	0.01	0.037	0.26	0.82	1.18	26	0.31	6.7	7.4	0	17.14	16.82	17.17	16.85	0.0655	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
3	3	4	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	14	14	173	0.08	0.03	0.005	0.037	0.14	2.66	4.92	11	0.2	4.4	9.8	0	17.09	14.7	17.45	15.06	0.0343	0.0003	SI, Q/Q0 < 1
4	5	6	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	46	46	75	0.606	0.07	0.034	0.058	0.58	1.36	1.23	46	0.57	15.6	16.9	0	16.91	16.59	17	16.68	0.064	0.0006	SI, Q/Q0 < 1
5	6	7	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	74	74	144	0.518	0.09	0.048	0.095	0.5	1.56	1.34	19	0.52	18.2	20.3	0	16.61	16.46	16.73	16.59	0.0776	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
6	26	27	SI	SEZ.CIRC. D, De, -	29.7	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	112	112	95	1.173	0.07	0.069	0.069	1	1.51	0.7	90	1	29.7	26.1	0	30.92	30.24	31.04	30.35	0.0573	0.0006	SI, SISTEMA SIFONICO
7	8	10	SI	SEZ.CIRC. D, De, -	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	100	100	144	0.695	0.1	0.061	0.095	0.64	1.65	1.24	27	0.61	21.2	23.6	0	19.01	18.79	19.15	18.93	0.0714	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
8	28	29	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	29.7	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	112	112	95	1.173	0.07	0.069	0.069	1	1.51	0.7	90	1	29.7	26.1	0	30.92	30.24	31.04	30.35	0.0573	0.0006	SI, SISTEMA SIFONICO
9	9	10	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	108	108	144	0.752	0.1	0.064	0.095	0.68	1.7	1.24	7	0.63	22	24.6	0	18.86	18.8	19.01	18.95	0.061	0.0006	SI, Q/Q0 < 1
10	10	11	SI	SEZ.CIRC. D, De, -	43.3	50	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	204	204	308	0.665	0.12	0.092	0.147	0.62	2.24	1.54	4	0.6	25.9	32	0	18.84	18.78	19.1	19.04	0.0686	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
11	11	13	SI	SEZ.CIRC. D, De, -	43.3	50	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	200	200	260	0.768	0.12	0.101	0.147	0.68	1.98	1.28	6	0.64	27.8	31.6	0	16.82	16.77	17.02	16.97	0.0721	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
12	12	13	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	6	6	42	0.155	0.04	0.008	0.037	0.22	0.78	1.21	88	0.28	6.2	6.6	0	16.55	16.74	16.58	16.77	0.0824	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
13	20	22	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	2	2	42	0.039	0.02	0.004	0.037	0.1	0.44	0.89	50	0.12	2.7	3.2	0	14.99	14.88	15	14.89	0.0905	0.0009	SI, Q/Q0 < 1
14	21	23	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	1	1	42	0.04	0.02	0.004	0.037	0.1	0.45	0.89	51	0.13	2.7	3.3	0	14.99	14.88	15	14.89	0.0905	0.0009	SI, Q/Q0 < 1
15	14	24	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	8	8	42	0.173	0.04	0.009	0.037	0.24	0.8	1.2	21	0.3	6.5	7	0	19.19	19.11	19.22	19.14	0.0646	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
16	24	16	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	7	7	42	0.18	0.04	0.009	0.037	0.25	0.81	1.19	8	0.3	6.6	7.1	0	19.12	19.09	19.15	19.12	0.0631	0.0006	SI, Q/Q0 < 1
17	15	16	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	6	6	42	0.12	0.03	0.007	0.037	0.18	0.73	1.24	17	0.25	5.5	5.8	0	19.13	19.07	19.16	19.1	0.0284	0.0003	SI, Q/Q0 < 1
18	16	18	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	10	10	75	0.141	0.04	0.012	0.058	0.21	0.89	1.27	43	0.27	7.4	8	0	19.09	18.9	19.13	18.94	0.0772	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
19	18	19	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	10	10	75	0.139	0.04	0.012	0.058	0.2	0.88	1.27	4	0.27	7.4	7.9	0	17	16.98	17.04	17.02	0.0819	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
20	17	19	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	30	30	42	0.708	0.06	0.024	0.037	0.65	1.22	1.15	31	0.61	13.4	14.4	0	17.23	17.04	17.31	17.12	0.0501	0.0005	SI, Q/Q0 < 1
21	19	13	NO	SEZ.CIRC. D, De, -	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	39	39	75	0.509	0.07	0.029	0.058	0.5	1.32	1.3	34	0.52	14.1	15.4	0	17.05	16.83	17.14	16.92	0.0771	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
22	13	25	SI	SEZ.CIRC. D, De, -	54.6	63	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	235	235	483	0.486	0.14	0.113	0.234	0.48	2.09	1.47	11	0.5	27.4	32.1	0	16.76	16.64	16.98	16.87	0.0795	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
LUNGHEZZA TOTALE COLLETTORI PRINCIPALI						L.tot =	225,15 [m]																										
TEMPO TOTALE DI DEFLUSSO COLLETTORI PRINCIPALI						Tr.tot =	138 [s]			(Form. Polit. Milano, Sistemi di Fognatura (8.11))																							
TEMPO DI CONCENTRAZIONE DELLA RETE						Tr.rete =	92 [s]			(Form. Polit. Milano, Sistemi di Fognatura (8.13))																							

[illegible]

	[x] Riferimenti
DATI GENERALI DELLA RETE	bibliografici
Parametro	
Ntr	Numero di Tratti della rete
Np	Numero di nodi / picchetti
Tr [anni]	Tempo di ritorno
a [mm/h ⁿ]	Coefficiente "a" della curva $h=at^n$ per il tempo di ritorno Tr
n [-]	Esponente "n" della curva $h = at^n$ per il tempo di ritorno Tr
coeff. "a" , "n"	variabili con la Superficie bacino: SI / NO
	I coeff. "a", "n" possono essere variati in funzione della superficie del bacino. Si possono applicare 2 leggi di variazione per i coefficienti a ed n:
	formule di Puppini $a(S) = a(1-0.052(S/100) + 0.002(S/100)^2)$
	$n(S) = n + 0.0175 (S/100)$
	formule di Columbo $a(S) = a(1-0.06(S/100)^{0.4})$
	$n(S) = n + 0.003 (S/100)^{0.6}$
Metodi di calcolo	Metodo Italiano del Volume di Invaso
	Metodo Cinematico o della Corrivazione
	Metodo dell'invaso del Serbatoio Lineare
	Parametri per Metodo Italiano dell'Invaso:
n0=4/3*n	Opzione Escludi calcolo di n0=4/3*n SI / NO [2], [3]
Vis [m3/ha]	Volume specifico dei piccoli invasi (altezza velo d'acqua in [mm])
Vis_c [m3/ha]	Vis può essere calcolato secondo la For. (8.32), Benedetto, 1995 [2]
Ku [-]	Parametro costante di calcolo (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione). Il parametro ku può essere assegnato costante per la rete oppure no, oppure può essere calcolato con il procedimento rigoroso secondo Supino in funzione dei parametri n, Gamma, Teta , Eta [1]
γ Gamma [-]	Invaso in pressione / Invaso a pelo libero (valori da 0 a 1) [1]
θ Teta [-]	Scostamento della linea dei carichi piezometrici (valori da 1 a 1.3) [1]
η Eta [-]	Rapporto tra la portata aggiuntiva indipendente dalla pioggia e la portata di pioggia Q: Eta=Qag / Qp [1]
Con_C	(SI / NO) Attiva il controllo dell'equazione di continuità ai nodi
Asinc	(SI / NO) Applica il Calcolo Asincrono speditivo secondo Del Giudice, Gisonni, Rasulo, 1996 [7], [2]
	Parametri per Metodo Cinematico o della Corrivazione:
Ta [s]	Tempo di accesso alla rete
	Ta può essere calcolato secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_Ta = 0	Ta costante assegnato costrante per ogni tratto (metodo classico); [2]
Opz_calc_Ta = 1	Ta secondo For. (8.12b) Polit. Milano; [2]
Opz_calc_Ta = 2	Ta secondo For. (8.12c) Polit. Milano; [2]
Tr [s]	Tempo di rete: somma dei tempi di percorrenza di ogni canale secondo il percorso più lungo.
	Tr può essere assegnato per ogni tratto oppure calcolato secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_Tr = 0	Tr secondo For. (8.11) Ippolito; [2]
Opz_calc_Tr = 1	Tr secondo For. (8.13), Becciu et al., Polit. Milano; [2]
Tc_cin [s]	Tc_cin = Ta + Tr Tempo di concentrazione (calcolato iterativamente per ogni tratto) [2]
	Parametri per Metodo dell'Invaso del Serbatoio Lineare:
K [s]	Costante di invaso. K può essere calcolata secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_K = 0	For. (8.23), Desbordes_1, 1975; [2]
Opz_calc_K = 1	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_1, 1992; [2]
Opz_calc_K = 2	For. (8.25), Desbordes_2, 1975; [2]
Opz_calc_K = 3	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_2, 1992; [2]
Yfor [-]	Parametro di forma del bacino (Yfor = 0.2 - 0.4; per bacino rettangolare Yfor=0.33) [2]
r=Tp/K	Parametro r funzione dell'esponente n della curva di probabilità a due parametri, For. (8.20) $n=1-r*EXP(-r)/(1-EXP(-r))$ per cui si ha il massimo della portata al colmo, per Tp=Tc [2]
Rete MISTA	SI / NO - Se si ha una rete mista si hanno i parametri per la rete nera:
Dmg [l/ab g]	Dotazione media annua acquedotto (se rete anche per acque nere)
Alfa [-]	Coeff. riduzione consumi acquedotto
Beta [-]	Coeff. ora di punta
PARAMETRI DEI TRATTI (ASSEGNATI)	
I	N. tratto
Descrizione	Testo descrittivo del tratto
Tr1, Tr2, Tr3, Tr4	Numero dei 4 Tratti confluenti all'inizio del tratto
Npa	N. picchetto iniziale
Npb	N. picchetto finale
q.pc.a [m.s.m.]	Quota assoluta piano di campagna all’inizio del tratto
q.pc.b [m.s.m.]	Quota assoluta piano di campagna alla fine del tratto

q.ft.a [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole all’inizio del tratto
q.ft.b [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole alla fine del tratto
L0 [m]	Lunghezza in orizzontale del tratto
Dh [m]	Dislivello del piano stradale Dh=Qa-Qb (Dh >0 se Qa > Qb)
Dhpz [m]	Salto fondo tubo inizio – fondo tubo tratto precedente
Dhta [m]	Dislivello terreno inizio tratto I (+ se verso alto, - verso basso)
Za [m]	Profondità fondo tubo all’inizio del tratto
Zb [m]	Profondità fondo tubo alla fine del tratto
If [‰]	Pendenza del fondo
S [ha]	Superficie del bacino affluente al tratto
Fi_per [-]	Coefficiente di afflusso per aree permeabili (Fi_per =f(Tempo di ritorno; 0.00 - 0.30), Tab. (8.3) [2]
Fi_imp [-]	Coefficiente di afflusso per aree impermeabili (Fi_imp =f(Tempo di ritorno; 0.60 - 0.90), Tab. (8.3) [2]
Im [-]	Aliquota di aree impermeabili del bacino connesse alla rete di drenaggio [2]
Fi1 [-]	Coefficiente di afflusso relativo a precipitazioni della durata di un’ora (vedansi tabelle manuale Colombo, Ippolito); Fi1 può essere assegnato oppure calcolato secondo la For. (8.4), Gruppo Deflussi Urbani: Fi1=Fi_per*(1-Im) + Fi_imp*Im [2]
Vi.su [m3/ha]	Volume degli invasi superficiali (sull’area del tratto)
Qag [l/s]	Portata aggiuntiva assegnata indipendente dalla pioggia
SEZ. ASSEGN. / PROG.	La sezione può essere assegnata oppure no in caso di progetto
Tsz	Tipo sezione (0=tubo circolare; 1=ovoidale; 2=rettangolare/trapezia; 3= circolare con cunetta; 4=policentrica; 5=alveo generico)
	I parametri geometrici dei diversi tipi di sezione sono riportati nelle colonne Dim1, Dim2, Dim3, che possono assumere i seguenti significati:
D [cm]	Diametro del tubo circolare (Tsz = 0), o Diametro minore dello speco ovoidale (Tsz = 1), o Diametro maggiore tubo circolare con cunetta (Tsz = 3)
De [cm]	Diametro esterno del tubo circolare (Tsz = 0)
B [cm]	Larghezza base sezione rettangolare / trapezia (Tsz = 2), o Larghezza sezione policentrica (Tsz = 4)
H [cm]	Altezza sezione rettangolare / trapezia (Tsz = 2)
Ang [°]	Angolo inclinazione sponde
	Nel caso di alveo generico (canale, torrente) (Tsz = 5) vengono assegnati i seguenti parametri:
B1 [m]	Larghezza del fondo alveo primario
If [‰]	Pendenza del fondo alveo primario
Ang [°]	Angolo di inclinazione delle sponde
C [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo primario
Bgs [m]	Larghezza alveo golenale sp. sx.
Bgd [m]	Larghezza alveo golenale sp. dx.
Bs [m]	Larghezza alveo di espansione sp. sx.
Bd [m]	Larghezza alveo di espansione sp. dx.
Ifs [‰]	Pendenza alveo di espansione sp. sx.
Ifd [‰]	Pendenza alveo di espansione sp. dx.
Ygs [m]	Altezza alveo golenale sp. sx.
Ygd [m]	Altezza alveo golenale sp. dx.
Ys [m]	Altezza alveo di espansione sp. sx.
Yd [m]	Altezza alveo di espansione sp. dx.
Has [m]	Altezza argine sp. sx.
Had [m]	Altezza argine sp. dx.
B2 [m]	Larghezza totale alveo primario + alveo espansione
Cs [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo secondario sx.
Cd [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo secondario dx.
Ku [-]	Costante del coefficiente udometrico, che può essere assegnata per ogni tratto (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione), oppure, assegnando ku=0, tale parametro viene calcolato in modo rigoroso secondo la funzione di Supino (45) [1] (Le reti idrauliche, Patron Ed., Pag. 242) in funzione dei parametri n , γ , θ , η anche tabellati (pag 262-269), in cui:
γ Gamma [-]	Invaso in pressione / Invaso a pelo libero (valori da 0 a 1)
θ Teta [-]	Scostamento della linea dei carichi piezometrici (valori da 1 a 1.3)
η Eta [-]	Rapporto tra la portata aggiuntiva indipendente dalla pioggia e la portata di pioggia Q: Eta=Qag / Qp
Nab [-]	Numero di abitanti gravanti sul tratto per calc. portata nera
Tfz	Parametro che definisce il Tipo di formula per la scabrezza: (0=Strickler; 1=Manning; 2=Kutter; 3=Bazin; 4=Colebrook)
C [m1/3 s-1]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Strickler)
Ma [s/m1/3]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Manning)
m	Coefficiente di scabrezza del tubo (Kutter)
G	Coefficiente di scabrezza del tubo (Bazin)
E [mm]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Colebrook)
PARAMETRI DEI TRATTI (RISULTATI)	
L [m]	Lunghezza inclinata del tratto
S.tot [ha]	Superficie del bacino affluente al tratto

Fi1 [-]	Coefficiente di afflusso medio della rete sottesa al tratto i-esimo
	Parametri Risultati per Metodo Italiano dell'Invaso
Vi.su [m3]	Volume dei piccoli invasi superficiali, compreso il tratto i-esimo
Vitr [m3]	Volume invasato nel tratto i-esimo
Vtot [m3]	Volume di invaso totale al tratto i-esimo
Wt [m]	Invaso specifico totale [m3/m2]
Ku [-]	Parametro costante di calcolo (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione). Il parametro Ku può essere stato assegnato per ogni tronco, oppure può essere stato calcolato con il procedimento rigoroso secondo Supino, in funzione dei parametri n, Gamma, Teta, Eta [1]
u [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la formula $u = Ku * n * [(Fi1m * a)^{(1/n)}] / v^{(1/n-1)}$ [1], [2]
Qp [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati per Metodo Cinematico o della Corrivazione
Ta [s]	Tempo di accesso alla rete (Ta assegnata costante o calcolata con le For. (8.12b) o (8.12c) [2]
Tr [s]	Tempo di rete: somma dei tempi di percorrenza di ogni canale secondo il percorso più lungo; calcolato con For. (8.11) o (8.13)
Tc_cin [s]	$Tc_cin = Ta + Tr$ Tempo di concentrazione (calcolato iterativamente per ogni tratto) [2]
i.med [mm/h]	Intensità media di pioggia di durata pari al tempo di concentrazione Tc_cin
u.cin [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la For. (8.9) $u = Fi1 * i.med * S / 360$ [2]
Qp.cin [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati per Metodo dell'Invaso del Serbatoio Lineare
Im.m [-]	Aliquota media di aree impermeabili del bacino [2]
Tc [s]	Valore del tempo di concentrazione calcolatoda risoluzione di funzione trascendente associata al parametro $r = Tc/k$
I.med [mm/h]	Intensità media di pioggia di durata pari al tempo di concentrazione Tc_cin
K [s]	Costante di invaso. K può essere calcolata secondo le seguenti Formule:
Se Opz_calc_K = 0	For. (8.23), Desbordes_1, 1975; [2]
Se Opz_calc_K = 1	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_1, 1992; [2]
Se Opz_calc_K = 2	For. (8.25), Desbordes_2, 1975; [2]
Se Opz_calc_K = 3	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_2, 1992; [2]
d_dr [m/ha]	Densità di drenaggio, rapporto tra sviluppo della rete di di drenaggio [m] e l'area del bacino [ha]
Yfor [-]	Parametro di forma del bacino (Yfor = 0.2 - 0.4; per bacino rettangolare Yfor=0.33) [2]
u.ser [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la For. (8.9) $u = Fi1 * i.med * S / 360$ [2]
Qp.ser [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati dei calcoli idraulici dei Tratti
Qn [l/s]	Portata nera
Qtot [l/s]	Portata totale (Qag + Qn + Qp)
Q0 [l/s]	Portata massima della sezione a bocca piena per il tratto i-esimo
Q/Q0 [-]	Rapporto tra la portata totale e la portata massima della sezione (calcolata a pelo libero (Ku=2168) oppure in pressione (Ku<2168))
R [m]	Raggio Idraulico $R = Om / Contorno\ bagnato\ B$
Om [m2]	Sezione bagnata
Om0 [m2]	Sezione bagnata a bocca piena
Om/Om0 [-]	Rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena
vmax [m/s]	Velocità massima della corrente
Froude [-]	Numero di Froude (radice quadrata del rapporto tra la forza di inerzia e forza peso); se Fr=1 la corrente è nel punto critico; se Fr<1 la corrente è lenta, se Fr>1 è veloce)
Dt [s]	Tempo di deflusso del tratto
h/h0 [-]	Rapporto tra l'altezza idrica e l'altezza massima della sezione
h.w [cm]	Altezza idrica
h.cr [cm]	Altezza critica
vmin [m/s]	Velocità minima della corrente
q.w.a [m.s.m.]	Quota assoluta livello idrico all'inizio del tratto
q.w.b [m.s.m.]	Quota assoluta livello idrico alla fine del tratto
q.eg.a [m.s.m.]	Quota assoluta livello energia all'inizio del tratto
q.eg.b [m.s.m.]	Quota assoluta livello energia alla fine del tratto
K [ore]	Costante di invaso. Parametro utilizzato per il calcolo dell'onda di portata Q(t) data dalla relazione: $Q_t = (2.778 * Fi1 * a * t^{(n0-1)} * A) * (1 - e^{-t/K})$ [7]
Tcr [ore]	Tempo critico, al quale corrisponde il valore Q(t).max [7]
VERIFICA SEZIONE	SI se Q/Q0 <1; SE 1<Q/Q0<1.5 DEFLUSSO LIEVEMENTE IN PRESSIONE; SE Q/Q0>1.5 DEFLUSSO IN PRESSIONE

T.tot [s]	Tempo di rete (somma dei tempi di percorrenza dei collettori principali (attivati con "SI" nella colonna "COLL. PRINC.") Calcolato secondo For. 8.11)
T.rete [s]	Tempo di rete (Calcolato secondo le For. 8.13 Polit. Milano) [2]
Attiva Computo	COMPUTO METRICO Il computo metrico può essere attivato, oppure no per ogni tratto. Se il computo del tratto è attivato, vengono assegnati / calcolati i seguenti parametri:
Hsbanc	Spessore di sbancamento lungo il tratto: verrà detratto nel calcolo dell'altezza di scavo
Calc.Vol.Sca.	Opzione calcolo volumi di scavo (SI/NO)
L.scavo [m]	Lunghezza dello scavo del tratto
Salto Fo. Poz. Dhpz [m]	Salto di fondo pozzetto inizio tratto
	Alle SEZIONI INIZIALE e FINALE di ogni tratto vengono riportati:
Quota Terr. [m.s.m.]	Quota piano campagna
Quota Scorr. [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole tubo
Quota Fo.Sca. [m.s.m.]	Quota fondo scavo
H.Sup.Tu [m]	Altezza di terreno di ricoprimento sopra tubo
H.Scavo [m]	Altezza dello scavo
B.Scavo_Sup. [m]	Larghezza superiore dello scavo (al piano stradale)
B.Scavo_Inf. [m]	Larghezza inferiore dello scavo (a fondo scavo)
	Per ogni tratto vengono riportate le quantità:
Vol.scavo [m3]	Volume di scavo del tratto
Hcls [m]	Spessore del riempimento di sottofondo (cls / misto) da fondo scavo
Dhft [m]	Spessore del riempimento (cls / misto) dal fondo scavo al fondo tubo
Vol.Cls [m3]	Volume del riempimento di sottofondo (cls / misto)
Vol.Rie [m3]	Volume del riempimento dal sottofondo al p.c.
COD. TUBO	Codice che individua il tipo di tubo
Diam [cm]	Diametro interno tubo
MATER. TUBO	Descrizione del tipo e materiale del tubo, SN
A. Asf. [m2]	Area asfalto del tratto se si è attivato il relativo computo
COD. POZZ.	N. Codice pozzettoi del tratto (escluso pozzetto finale)
N.poz	Numero totale di pozzetti nel tratto (uguali a quello iniziale, escluso pozzetto finale)
Lar.Pz.ini [m]	Larghezza interna pozzetto iniziale e intermedi lungo il tratto
Lar.Pz.ini [m]	Larghezza interna pozzetto finale
	COMPUTO TOTALI
VOL. TOT. SCAVO [m3]	Volume totale di scavo della rete
VOL. CLS. FONDO [m3]	Volume totale di cls (misto) di sottofondo
VOL. RIE. TOT. [m3]	Volume totale di riempimento
AREA RIPR. STRADA [m2]	Area totale di ripristino strada (Asfalto)
LUNG. TOT. TUBI [m]	Lunghezza complessiva netta delle tubazioni
	Computo TUBI
	Per ogni tratto vengono riportate le quantità:
COD. TUBO	Codice di computo del tipo di tubo
TIPO SEZ.	Tipo di sezione (circolare, ovoidale, ecc.)
DIAM. [cm]	Diametro esterno commerciale
MATERIALE	Descrizione tipo tubo, SN
LUNG. Tot. [m]	Lunghezza complessiva netta del tipo di tubazione
Bibliografia	
[1]	Supino, Le reti idrauliche, Patron Ed., 1965
[2]	Artina S. et al., Sistemi di Fognatura - Manuale di progettazione, Centro Studi Deflussi Urbani, Hoepli,1997
[3]	Ippolito G., Appunti di costruzioni idrauliche, Vol. II, Reti di fognatura, Liguori Ed., 1973
[4]	Artina S., Verifica e dimensionamento di reti di fognatura per acque bianche - Manuale di Ingegneria Civile, Vol. III, ESAC, 1989
[5]	Mantica I., Costruzioni idrauliche, Cap. VI - Fognature, 2005
[6]	Cao C., Sul calcolo di progetto delle reti idrauliche col metodo del volume di invaso - X Convegno di Idraulica, 1966
[7]	Butera L., Alcune osservazioni sul calcolo delle fognature col metodo del volume di invaso, Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e Architetti in Torino, N.4, Aprile 1968
[8]	Gisonni C., Hager W., Idraulica dei sistemi fognari, Springer-Verlag, 2012
[9]	Del Giudice G., Gisonni C., Rasulo G., Metodo Italiano dell'Invaso: un criterio di correzione della ipotesi di funzionamento sincrono della rete, Atti XXV Convegno di Idraulica, Torino, 1996

ALLEGATO 3.2 - Analisi idrauliche rete PLS010.02 - Tr=10 ANNI

[illegible]

TRATTO	NODO	NODO	DESCRIZIONE	TRONCHI	L0	L	Dh	q.pc.a	q.pc.b	q.ft.a	q.ft.b	Dhpz	Dhta	Za	Zb	lf	S	S.tot	Fi.per	Fi.imp	lm	Fi1	Fi1m	Vi.su	Vitr	Vis	Vag	Vtot	Wt	Ku	u	Qp
	INI.	FIN.		A MONTE	[m]	[m]	[m]	[msm]	[msm]	[msm]	[msm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[ø/øø]	[ha]	[ha]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m3/ha]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m]	[-]	[l/s ha]	[l/s]
1	1	6	T1 / P1-P6	-	79.44	79.44	0	17.65	17.65	16.83	16.43	0	0	0.82	1.22	5	0.115	0.115	0.75	0.9	0	0.56	0.56	50	1.4	5.8	0	7.2	0.00626	2168	155.2	18
2	2	5	T2 / P2-P5	-	20.91	20.91	0	17.65	17.65	17.07	16.75	0	0	0.59	0.9	5	0.034	0.034	0.75	0.9	0	0.557	0.557	50	0.2	1.7	0	1.9	0.00559	2168	172.1	6
3	3	4	T3 / P3-P4	-	27.94	28.04	2.39	17.65	15.26	17.05	14.66	0	0	0.6	0.6	85.54	0.031	0.031	0.75	0.9	0	0.75	0.75	50	0.1	1.6	0	1.7	0.00548	2168	318.3	10
4	5	6	T4 / P5-P6	2-3	63.08	63.08	0	17.65	17.65	16.75	16.43	0	0	0.9	1.22	5	0.096	0.161	0.75	0.9	0.133	0.659	0.655	50	1.7	4.8	0	10.1	0.00627	2168	212	34
5	6	7	T5 / P6-P7	1-4	29.33	29.33	0	17.65	17.65	16.43	16.28	0	0	1.22	1.37	5	0.029	0.305	0.75	0.9	0.217	0.692	0.6227	50	1.1	1.5	0	19.9	0.00652	2168	184.1	56
6	26	27	T6 / P26-P27	-	136.4	136.4	0	31.12	31.12	30.62	29.94	0	0	0.5	1.18	5	0.272	0.272	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	7.6	13.6	0	21.2	0.00779	2168	322.3	88
7	8	10	T7 / P8-P10	6	44.64	44.64	0	19.63	19.63	18.8	18.58	0	0	0.83	1.05	5	0.001	0.273	0.75	0.9	0	0.5	0.8985	50	2.2	0.1	0	23.5	0.00861	2168	290.7	79
8	28	29	T8 / P28-P29	-	136.4	136.4	0	31.12	31.12	30.62	29.94	0	0	0.5	1.18	5	0.272	0.272	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	7.6	13.6	0	21.2	0.00779	2168	322.3	88
9	9	10	T9 / P9-P10	8	11.85	11.85	0	19.63	19.63	18.64	18.58	0	0	0.99	1.05	5	0.001	0.273	0.75	0.9	0	0.5	0.8985	50	0.6	0.1	0	21.9	0.00802	2168	312	85
10	10	11	T10 / P10-P11	7-9	8.6	8.6	0	19.63	19.63	18.58	18.52	0	0	1.05	1.11	7	0.001	0.547	0.75	0.9	0	0.5	0.8978	50	0.6	0.1	0	46.1	0.00843	2168	296.5	162
11	11	13	T11 / P11-P13	10	12.02	12.02	0	17.65	17.65	16.54	16.49	1.97	0	1.11	1.16	5	0.001	0.548	0.75	0.9	0	0.5	0.8971	50	1	0.1	0	47.2	0.00861	2168	289.6	159
12	12	13	T12 / P12-P13	-	68.31	68.31	0	17.65	17.65	16.49	16.68	0	0	1.16	0.97	5	0.027	0.027	0.75	0.9	0.32	0.628	0.628	50	0.5	1.4	0	1.9	0.00704	2168	173.6	5
13	20	22	T13 / P20-P22	-	22.35	22.35	0	15.46	15.46	14.96	14.85	0	0	0.5	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	0	0.5	0.5	50	0.1	0.5	0	0.6	0.00667	2168	116.1	1
14	21	23	T14 / P21-P23	-	22.56	22.56	0	15.46	15.46	14.96	14.85	0	0	0.5	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	0	0.5	0.5	50	0.1	0.5	0	0.6	0.00667	2168	116.1	1
15	14	24	T15 / P14-P24	13-14	16.38	16.38	0	19.63	19.63	19.13	19.05	0	0	0.5	0.58	5	0.009	0.027	0.75	0.9	1	0.9	0.6333	50	0.1	0.5	0	1.8	0.00667	2168	186.4	5
16	24	16	T16 / P24-P16	-15	6.29	6.29	0	19.63	19.63	19.05	19.02	0	0	0.58	0.61	5	0.001	0.028	0.75	0.9	0	0.5	0.6286	50	0	0.1	0	1.9	0.00679	2168	180.4	5
17	15	16	T17 / P15-P16	-	12.29	12.29	0	19.63	19.63	19.08	19.02	0	0	0.55	0.61	5	0.009	0.009	0.75	0.9	1	0.9	0.9	50	0.1	0.5	0	0.6	0.00667	2168	377	3
18	16	18	T18 / P16-P18	16-17	37.8	37.8	0	19.63	19.63	19.02	18.83	0	0	0.61	0.8	5	0.004	0.041	0.75	0.9	0	0.5	0.6756	50	0.4	0.2	0	3.1	0.00756	2168	187	8
19	18	19	T19 / P18-P19	18	3.84	3.84	0	17.65	17.65	16.93	16.91	1.9	0	0.72	0.74	5	0.001	0.042	0.75	0.9	0	0.5	0.6714	50	0	0.1	0	3.2	0.00762	2168	183.3	8
20	17	19	T20 / P17-P19	-	37.18	37.18	0	17.65	17.65	17.1	16.91	0	0	0.55	0.74	5	0.089	0.089	0.75	0.9	0.402	0.683	0.683	50	0.7	4.5	0	5.2	0.00584	2168	247.6	22
21	19	13	T21 / P19-P13	19-20	45	45	0	17.65	17.65	16.91	16.69	0	0	0.74	0.96	5	0.019	0.15	0.75	0.9	0	0.5	0.6566	50	1.1	1	0	10.5	0.007	2168	190.8	29
22	13	25	T22 / P13-P25	11-12-21	23.49	23.49	0.12	17.65	17.53	16.49	16.37	0	0	1.16	1.16	5	0.001	0.726	0.75	0.9	0	0.5	0.8368	50	2.3	0.1	0	62	0.00854	2168	254.1	184

TRATTO	NODO	NODO	COLL.	TIPO SEZIC	Dim.1	Dim.2	Dim.3	FORMULA	Scabr	Qn	Qag	Qp	Qtot	Q0	Q/Q0	R	Om	Om0	Om/Om0	vmax	Froude	Dt	h/h0	h.w	h.cr	vmin	q.w.a	q.w.b	q.eg.a	q.eg.b	K	Trc	VERIFICATO	
	INI.	FIN.	PRINC.	DIMENSIONI	[cm]	[cm]	[-]	SCABR.		[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[-]	[m]	[m2]	[m2]	[-]	[m/s]	[-]	[s]	[-]	[cm]	[cm]	[m/s]	[msm]	[msm]	[msm]	[msm]	[ore]	[ore]		
1	1	6	NO	SEZ.CIRC. D	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	18	18	75	0.238	0.05	0.018	0.058	0.31	1	1.21	79	0.34	9.1	10.4	0	16.92	16.52	16.97	16.57	0.1112	0.0011	SI, Q/Q0 < 1
2	2	5	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	6	6	42	0.143	0.03	0.008	0.037	0.21	0.77	1.22	27	0.27	6	6.3	0	17.13	16.81	17.16	16.84	0.0867	0.0009	SI, Q/Q0 < 1
3	3	4	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	10	10	173	0.058	0.02	0.004	0.037	0.12	2.29	4.44	12	0.16	3.6	8.2	0	17.09	14.7	17.36	14.97	0.0463	0.0005	SI, Q/Q0 < 1
4	5	6	NO	SEZ.CIRC. D	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	34	34	75	0.454	0.07	0.027	0.058	0.46	1.29	1.32	49	0.48	13	14.6	0	16.88	16.56	16.96	16.64	0.0818	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
5	6	7	NO	SEZ.CIRC. D	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	56	56	144	0.39	0.08	0.039	0.095	0.41	1.43	1.36	20	0.43	15	17.5	0	16.58	16.43	16.68	16.53	0.0984	0.001	SI, Q/Q0 < 1
6	26	27	SI	SEZ.CIRC. D	29.7	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	88	88	95	0.921	0.09	0.056	0.069	0.8	1.58	1.06	87	0.78	23.2	23	0	30.85	30.17	30.98	30.3	0.0671	0.0007	SI, SISTEMA SIFONICO
7	8	10	SI	SEZ.CIRC. D	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	79	79	144	0.551	0.09	0.05	0.095	0.53	1.58	1.32	28	0.54	18.9	20.9	0	18.99	18.77	19.12	18.9	0.0822	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
8	28	29	NO	SEZ.CIRC. D	29.7	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	88	88	95	0.921	0.09	0.056	0.069	0.8	1.58	1.06	87	0.78	23.2	23	0	30.85	30.17	30.98	30.3	0.0671	0.0007	SI, SISTEMA SIFONICO
9	9	10	NO	SEZ.CIRC. D	34.7	40	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	85	85	144	0.591	0.09	0.053	0.095	0.56	1.6	1.29	7	0.57	19.6	21.7	0	18.84	18.78	18.97	18.91	0.0713	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
10	10	11	SI	SEZ.CIRC. D	43.3	50	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	162	162	308	0.527	0.11	0.075	0.147	0.51	2.15	1.64	4	0.53	22.9	28.4	0	18.81	18.75	19.05	18.99	0.079	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
11	11	13	SI	SEZ.CIRC. D	43.3	50	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	159	159	260	0.61	0.12	0.085	0.147	0.58	1.86	1.33	6	0.57	24.9	28.1	0	16.79	16.74	16.97	16.92	0.0825	0.0008	SI, Q/Q0 < 1
12	12	13	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	5	5	42	0.118	0.03	0.007	0.037	0.18	0.73	1.24	93	0.25	5.4	5.7	0	16.54	16.73	16.57	16.76	0.1021	0.001	SI, Q/Q0 < 1
13	20	22	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	1	1	42	0.029	0.01	0.003	0.037	0.09	0.37	0.74	61	0.1	2.2	2.8	0	14.98	14.87	14.99	14.88	0.1212	0.0012	SI, Q/Q0 < 1
14	21	23	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	1	1	42	0.029	0.01	0.003	0.037	0.09	0.37	0.74	62	0.1	2.2	2.8	0	14.98	14.87	14.99	14.88	0.1215	0.0012	SI, Q/Q0 < 1
15	14	24	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	5	5	42	0.123	0.03	0.007	0.037	0.19	0.74	1.24	22	0.26	5.6	5.8	0	19.19	19.11	19.22	19.14	0.0953	0.001	SI, Q/Q0 < 1
16	24	16	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	5	5	42	0.121	0.03	0.007	0.037	0.18	0.74	1.24	9	0.25	5.5	5.8	0	19.11	19.08	19.14	19.11	0.1041	0.0011	SI, Q/Q0 < 1
17	15	16	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	3	3	42	0.094	0.03	0.006	0.037	0.15	0.68	1.22	18	0.22	4.8	5.1	0	19.13	19.07	19.15	19.09	0.037	0.0004	SI, Q/Q0 < 1
18	16	18	NO	SEZ.CIRC. D	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	8	8	75	0.103	0.04	0.01	0.058	0.16	0.82	1.28	46	0.23	6.3	6.8	0	19.08	18.89	19.11	18.92	0.1093	0.0011	SI, Q/Q0 < 1
19	18	19	NO	SEZ.CIRC. D	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	8	8	75	0.103	0.04	0.009	0.058	0.16	0.81	1.28	5	0.23	6.3	6.8	0	16.99	16.97	17.02	17	0.1147	0.0012	SI, Q/Q0 < 1
20	17	19	NO	SEZ.CIRC. D	21.8	25	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	22	22	42	0.532	0.06	0.019	0.037	0.52	1.15	1.24	32	0.53	11.6	12.4	0	17.22	17.03	17.29	17.1	0.0647	0.0007	SI, Q/Q0 < 1
21	19	13	NO	SEZ.CIRC. D	27.2	31.5	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	29	29	75	0.383	0.06	0.024	0.058	0.41	1.21	1.3	37	0.43	11.6	13.3	0	17.03	16.81	17.1	16.88	0.1004	0.001	SI, Q/Q0 < 1
22	13	25	SI	SEZ.CIRC. D	54.6	63	0	Strickler [m1/3/s]	110	0	0	0	184	184	483	0.383	0.12	0.096	0.234	0.41	1.92	1.46	12	0.43	23.3	28.4	0	16.72	16.6	16.91	16.79	0.0931	0.0009	SI, Q/Q0 < 1
LUNGHEZZA TOTALE COLLETTORI PRINCIPALI						L.tot =	225.15	[m]																										
TEMPO TOTALE DI DEFLUSSO COLLETTORI PRINCIPALI						Tr.tot =	137	[s]	(Form. Polit. Milano, Sistemi di Fognatura (8.11))																									
TEMPO DI CONCENTRAZIONE DELLA RETE						Tr.rete =	91	[s]	(Form. Polit. Milano, Sistemi di Fognatura (8.13))																									

	[x] Riferimenti
DATI GENERALI DELLA RETE	bibliografici
Parametro	
Ntr	Numero di Tratti della rete
Np	Numero di nodi / picchetti
Tr [anni]	Tempo di ritorno
a [mm/h ⁿ]	Coefficiente "a" della curva $h=at^n$ per il tempo di ritorno Tr
n [-]	Esponente "n" della curva $h = at^n$ per il tempo di ritorno Tr
coeff. "a" , "n"	variabili con la Superficie bacino: SI / NO
	I coeff. "a", "n" possono essere variati in funzione della superficie del bacino. Si possono applicare 2 leggi di variazione per i coefficienti a ed n:
	formule di Puppini $a(S) = a(1-0.052(S/100) + 0.002(S/100)^2)$
	$n(S) = n + 0.0175 (S/100)$
	formule di Columbo $a(S) = a(1-0.06(S/100)^{0.4})$
	$n(S) = n + 0.003 (S/100)^{0.6}$
Metodi di calcolo	Metodo Italiano del Volume di Invaso
	Metodo Cinematico o della Corrivazione
	Metodo dell'invaso del Serbatoio Lineare
	Parametri per Metodo Italiano dell'Invaso:
n0=4/3*n	Opzione Escludi calcolo di n0=4/3*n SI / NO [2], [3]
Vis [m3/ha]	Volume specifico dei piccoli invasi (altezza velo d'acqua in [mm])
Vis_c [m3/ha]	Vis può essere calcolato secondo la For. (8.32), Benedetto, 1995 [2]
Ku [-]	Parametro costante di calcolo (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione). Il parametro ku può essere assegnato costante per la rete oppure no, oppure può essere calcolato con il procedimento rigoroso secondo Supino in funzione dei parametri n, Gamma, Teta , Eta [1]
γ Gamma [-]	Invaso in pressione / Invaso a pelo libero (valori da 0 a 1) [1]
θ Teta [-]	Scostamento della linea dei carichi piezometrici (valori da 1 a 1.3) [1]
η Eta [-]	Rapporto tra la portata aggiuntiva indipendente dalla pioggia e la portata di pioggia Q: Eta=Qag / Qp [1]
Con_C	(SI / NO) Attiva il controllo dell'equazione di continuità ai nodi
Asinc	(SI / NO) Applica il Calcolo Asincrono speditivo secondo Del Giudice, Gisonni, Rasulo, 1996 [7], [2]
	Parametri per Metodo Cinematico o della Corrivazione:
Ta [s]	Tempo di accesso alla rete
	Ta può essere calcolato secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_Ta = 0	Ta costante assegnato costrante per ogni tratto (metodo classico); [2]
Opz_calc_Ta = 1	Ta secondo For. (8.12b) Polit. Milano; [2]
Opz_calc_Ta = 2	Ta secondo For. (8.12c) Polit. Milano; [2]
Tr [s]	Tempo di rete: somma dei tempi di percorrenza di ogni canale secondo il percorso più lungo.
	Tr può essere assegnato per ogni tratto oppure calcolato secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_Tr = 0	Tr secondo For. (8.11) Ippolito; [2]
Opz_calc_Tr = 1	Tr secondo For. (8.13), Becciu et al., Polit. Milano; [2]
Tc_cin [s]	Tc_cin = Ta + Tr Tempo di concentrazione (calcolato iterativamente per ogni tratto) [2]
	Parametri per Metodo dell'Invaso del Serbatoio Lineare:
K [s]	Costante di invaso. K può essere calcolata secondo le seguenti Formule:
Opz_calc_K = 0	For. (8.23), Desbordes_1, 1975; [2]
Opz_calc_K = 1	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_1, 1992; [2]
Opz_calc_K = 2	For. (8.25), Desbordes_2, 1975; [2]
Opz_calc_K = 3	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_2, 1992; [2]
Yfor [-]	Parametro di forma del bacino (Yfor = 0.2 - 0.4; per bacino rettangolare Yfor=0.33) [2]
r=Tp/K	Parametro r funzione dell'esponente n della curva di probabilità a due parametri, For. (8.20) $n=1-r*EXP(-r)/(1-EXP(-r))$ per cui si ha il massimo della portata al colmo, per Tp=Tc [2]
Rete MISTA	SI / NO - Se si ha una rete mista si hanno i parametri per la rete nera:
Dmg [l/ab g]	Dotazione media annua acquedotto (se rete anche per acque nere)
Alfa [-]	Coeff. riduzione consumi acquedotto
Beta [-]	Coeff. ora di punta
PARAMETRI DEI TRATTI (ASSEGNATI)	
I	N. tratto
Descrizione	Testo descrittivo del tratto
Tr1, Tr2, Tr3, Tr4	Numero dei 4 Tratti confluenti all'inizio del tratto
Npa	N. picchetto iniziale
Npb	N. picchetto finale
q.pc.a [m.s.m.]	Quota assoluta piano di campagna all’inizio del tratto
q.pc.b [m.s.m.]	Quota assoluta piano di campagna alla fine del tratto

q.ft.a [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole all’inizio del tratto
q.ft.b [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole alla fine del tratto
L0 [m]	Lunghezza in orizzontale del tratto
Dh [m]	Dislivello del piano stradale Dh=Qa-Qb (Dh >0 se Qa > Qb)
Dhpz [m]	Salto fondo tubo inizio – fondo tubo tratto precedente
Dhta [m]	Dislivello terreno inizio tratto I (+ se verso alto, - verso basso)
Za [m]	Profondità fondo tubo all’inizio del tratto
Zb [m]	Profondità fondo tubo alla fine del tratto
If [‰]	Pendenza del fondo
S [ha]	Superficie del bacino affluente al tratto
Fi_per [-]	Coefficiente di afflusso per aree permeabili (Fi_per =f(Tempo di ritorno; 0.00 - 0.30), Tab. (8.3) [2]
Fi_imp [-]	Coefficiente di afflusso per aree impermeabili (Fi_imp =f(Tempo di ritorno; 0.60 - 0.90), Tab. (8.3) [2]
Im [-]	Aliquota di aree impermeabili del bacino connesse alla rete di drenaggio [2]
Fi1 [-]	Coefficiente di afflusso relativo a precipitazioni della durata di un’ora (vedansi tabelle manuale Colombo, Ippolito); Fi1 può essere assegnato oppure calcolato secondo la For. (8.4), Gruppo Deflussi Urbani: Fi1=Fi_per*(1-Im) + Fi_imp*Im [2]
Vi.su [m3/ha]	Volume degli invasi superficiali (sull’area del tratto)
Qag [l/s]	Portata aggiuntiva assegnata indipendente dalla pioggia
SEZ. ASSEGN. / PROG.	La sezione può essere assegnata oppure no in caso di progetto
Tsz	Tipo sezione (0=tubo circolare; 1=ovoidale; 2=rettangolare/trapezia; 3= circolare con cunetta; 4=policentrica; 5=alveo generico)
	I parametri geometrici dei diversi tipi di sezione sono riportati nelle colonne Dim1, Dim2, Dim3, che possono assumere i seguenti significati:
D [cm]	Diametro del tubo circolare (Tsz = 0), o Diametro minore dello speco ovoidale (Tsz = 1), o Diametro maggiore tubo circolare con cunetta (Tsz = 3)
De [cm]	Diametro esterno del tubo circolare (Tsz = 0)
B [cm]	Larghezza base sezione rettangolare / trapezia (Tsz = 2), o Larghezza sezione policentrica (Tsz = 4)
H [cm]	Altezza sezione rettangolare / trapezia (Tsz = 2)
Ang [°]	Angolo inclinazione sponde
	Nel caso di alveo generico (canale, torrente) (Tsz = 5) vengono assegnati i seguenti parametri:
B1 [m]	Larghezza del fondo alveo primario
If [‰]	Pendenza del fondo alveo primario
Ang [°]	Angolo di inclinazione delle sponde
C [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo primario
Bgs [m]	Larghezza alveo golenale sp. sx.
Bgd [m]	Larghezza alveo golenale sp. dx.
Bs [m]	Larghezza alveo di espansione sp. sx.
Bd [m]	Larghezza alveo di espansione sp. dx.
Ifs [‰]	Pendenza alveo di espansione sp. sx.
Ifd [‰]	Pendenza alveo di espansione sp. dx.
Ygs [m]	Altezza alveo golenale sp. sx.
Ygd [m]	Altezza alveo golenale sp. dx.
Ys [m]	Altezza alveo di espansione sp. sx.
Yd [m]	Altezza alveo di espansione sp. dx.
Has [m]	Altezza argine sp. sx.
Had [m]	Altezza argine sp. dx.
B2 [m]	Larghezza totale alveo primario + alveo espansione
Cs [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo secondario sx.
Cd [m1/3s-1]	Coeff. di scabrezza (Strickler) alveo secondario dx.
Ku [-]	Costante del coefficiente udometrico, che può essere assegnata per ogni tratto (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione), oppure, assegnando ku=0, tale parametro viene calcolato in modo rigoroso secondo la funzione di Supino (45) [1] (Le reti idrauliche, Patron Ed., Pag. 242) in funzione dei parametri n, γ, θ , η anche tabellati (pag 262-269), in cui:
γ Gamma [-]	Invaso in pressione / Invaso a pelo libero (valori da 0 a 1)
θ Teta [-]	Scostamento della linea dei carichi piezometrici (valori da 1 a 1.3)
η Eta [-]	Rapporto tra la portata aggiuntiva indipendente dalla pioggia e la portata di pioggia Q: Eta=Qag / Qp
Nab [-]	Numero di abitanti gravanti sul tratto per calc. portata nera
Tfz	Parametro che definisce il Tipo di formula per la scabrezza: (0=Strickler; 1=Manning; 2=Kutter; 3=Bazin; 4=Colebrook)
C [m1/3 s-1]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Strickler)
Ma [s/m1/3]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Manning)
m	Coefficiente di scabrezza del tubo (Kutter)
G	Coefficiente di scabrezza del tubo (Bazin)
E [mm]	Coefficiente di scabrezza del tubo (Colebrook)
PARAMETRI DEI TRATTI (RISULTATI)	
L [m]	Lunghezza inclinata del tratto
S.tot [ha]	Superficie del bacino affluente al tratto

Fi1 [-]	Coefficiente di afflusso medio della rete sottesa al tratto i-esimo
	Parametri Risultati per Metodo Italiano dell'Invaso
Vi.su [m3]	Volume dei piccoli invasi superficiali, compreso il tratto i-esimo
Vitr [m3]	Volume invasato nel tratto i-esimo
Vtot [m3]	Volume di invaso totale al tratto i-esimo
Wt [m]	Invaso specifico totale [m3/m2]
Ku [-]	Parametro costante di calcolo (ku=2168 per deflusso a pelo libero; ku=1670 per deflusso parzialmente in pressione). Il parametro Ku può essere stato assegnato per ogni tronco, oppure può essere stato calcolato con il procedimento rigoroso secondo Supino, in funzione dei parametri n, Gamma, Teta, Eta [1]
u [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la formula $u = Ku * n * [(Fi1m * a)^{(1/n)}] / v^{(1/n-1)}$ [1], [2]
Qp [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati per Metodo Cinematico o della Corrivazione
Ta [s]	Tempo di accesso alla rete (Ta assegnata costante o calcolata con le For. (8.12b) o (8.12c) [2]
Tr [s]	Tempo di rete: somma dei tempi di percorrenza di ogni canale secondo il percorso più lungo; calcolato con For. (8.11) o (8.13)
Tc_cin [s]	$Tc_cin = Ta + Tr$ Tempo di concentrazione (calcolato iterativamente per ogni tratto) [2]
i.med [mm/h]	Intensità media di pioggia di durata pari al tempo di concentrazione Tc_cin
u.cin [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la For. (8.9) $u = Fi1 * i.med * S / 360$ [2]
Qp.cin [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati per Metodo dell'Invaso del Serbatoio Lineare
Im.m [-]	Aliquota media di aree impermeabili del bacino [2]
Tc [s]	Valore del tempo di concentrazione calcolatoda risoluzione di funzione trascendente associata al parametro $r = Tc/k$
I.med [mm/h]	Intensità media di pioggia di durata pari al tempo di concentrazione Tc_cin
K [s]	Costante di invaso. K può essere calcolata secondo le seguenti Formule:
Se Opz_calc_K = 0	For. (8.23), Desbordes_1, 1975; [2]
Se Opz_calc_K = 1	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_1, 1992; [2]
Se Opz_calc_K = 2	For. (8.25), Desbordes_2, 1975; [2]
Se Opz_calc_K = 3	For. (8.24), Ciaponi e Papiri_2, 1992; [2]
d_dr [m/ha]	Densità di drenaggio, rapporto tra sviluppo della rete di di drenaggio [m] e l'area del bacino [ha]
Yfor [-]	Parametro di forma del bacino (Yfor = 0.2 - 0.4; per bacino rettangolare Yfor=0.33) [2]
u.ser [l/s*ha]	Coefficiente udometrico o portata specifica calcolata secondo la For. (8.9) $u = Fi1 * i.med * S / 360$ [2]
Qp.ser [l/s]	Portata di pioggia
	Parametri Risultati dei calcoli idraulici dei Tratti
Qn [l/s]	Portata nera
Qtot [l/s]	Portata totale (Qag + Qn + Qp)
Q0 [l/s]	Portata massima della sezione a bocca piena per il tratto i-esimo
Q/Q0 [-]	Rapporto tra la portata totale e la portata massima della sezione (calcolata a pelo libero (Ku=2168) oppure in pressione (Ku<2168))
R [m]	Raggio Idraulico $R = Om / Contorno\ bagnato\ B$
Om [m2]	Sezione bagnata
Om0 [m2]	Sezione bagnata a bocca piena
Om/Om0 [-]	Rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena
vmax [m/s]	Velocità massima della corrente
Froude [-]	Numero di Froude (radice quadrata del rapporto tra la forza di inerzia e forza peso); se Fr=1 la corrente è nel punto critico; se Fr<1 la corrente è lenta, se Fr>1 è veloce)
Dt [s]	Tempo di deflusso del tratto
h/h0 [-]	Rapporto tra l'altezza idrica e l'altezza massima della sezione
h.w [cm]	Altezza idrica
h.cr [cm]	Altezza critica
vmin [m/s]	Velocità minima della corrente
q.w.a [m.s.m.]	Quota assoluta livello idrico all'inizio del tratto
q.w.b [m.s.m.]	Quota assoluta livello idrico alla fine del tratto
q.eg.a [m.s.m.]	Quota assoluta livello energia all'inizio del tratto
q.eg.b [m.s.m.]	Quota assoluta livello energia alla fine del tratto
K [ore]	Costante di invaso. Parametro utilizzato per il calcolo dell'onda di portata Q(t) data dalla relazione: $Q_t = (2.778 * Fi1 * a * t^{(n0-1)} * A) * (1 - e^{-t/K})$ [7]
Tcr [ore]	Tempo critico, al quale corrisponde il valore Q(t).max [7]
VERIFICA SEZIONE	SI se Q/Q0 <1; SE 1<Q/Q0<1.5 DEFLUSSO LIEVEMENTE IN PRESSIONE; SE Q/Q0>1.5 DEFLUSSO IN PRESSIONE

T.tot [s]	Tempo di rete (somma dei tempi di percorrenza dei collettori principali (attivati con "SI" nella colonna "COLL. PRINC.") Calcolato secondo For. 8.11)
T.rete [s]	Tempo di rete (Calcolato secondo le For. 8.13 Polit. Milano) [2]
Attiva Computo	COMPUTO METRICO Il computo metrico può essere attivato, oppure no per ogni tratto. Se il computo del tratto è attivato, vengono assegnati / calcolati i seguenti parametri:
Hsbanc	Spessore di sbancamento lungo il tratto: verrà detratto nel calcolo dell'altezza di scavo
Calc.Vol.Sca.	Opzione calcolo volumi di scavo (SI/NO)
L.scavo [m]	Lunghezza dello scavo del tratto
Salto Fo. Poz. Dhpz [m]	Salto di fondo pozzetto inizio tratto
	Alle SEZIONI INIZIALE e FINALE di ogni tratto vengono riportati:
Quota Terr. [m.s.m.]	Quota piano campagna
Quota Scorr. [m.s.m.]	Quota fondo scorrevole tubo
Quota Fo.Sca. [m.s.m.]	Quota fondo scavo
H.Sup.Tu [m]	Altezza di terreno di ricoprimento sopra tubo
H.Scavo [m]	Altezza dello scavo
B.Scavo_Sup. [m]	Larghezza superiore dello scavo (al piano stradale)
B.Scavo_Inf. [m]	Larghezza inferiore dello scavo (a fondo scavo)
	Per ogni tratto vengono riportate le quantità:
Vol.scavo [m3]	Volume di scavo del tratto
Hcls [m]	Spessore del riempimento di sottofondo (cls / misto) da fondo scavo
Dhft [m]	Spessore del riempimento (cls / misto) dal fondo scavo al fondo tubo
Vol.Cls [m3]	Volume del riempimento di sottofondo (cls / misto)
Vol.Rie [m3]	Volume del riempimento dal sottofondo al p.c.
COD. TUBO	Codice che individua il tipo di tubo
Diam [cm]	Diametro interno tubo
MATER. TUBO	Descrizione del tipo e materiale del tubo, SN
A. Asf. [m2]	Area asfalto del tratto se si è attivato il relativo computo
COD. POZZ.	N. Codice pozzettoi del tratto (escluso pozzetto finale)
N.poz	Numero totale di pozzetti nel tratto (uguali a quello iniziale, escluso pozzetto finale)
Lar.Pz.ini [m]	Larghezza interna pozzetto iniziale e intermedi lungo il tratto
Lar.Pz.ini [m]	Larghezza interna pozzetto finale
	COMPUTO TOTALI
VOL. TOT. SCAVO [m3]	Volume totale di scavo della rete
VOL. CLS. FONDO [m3]	Volume totale di cls (misto) di sottofondo
VOL. RIE. TOT. [m3]	Volume totale di riempimento
AREA RIPR. STRADA [m2]	Area totale di ripristino strada (Asfalto)
LUNG. TOT. TUBI [m]	Lunghezza complessiva netta delle tubazioni
	Computo TUBI
	Per ogni tratto vengono riportate le quantità:
COD. TUBO	Codice di computo del tipo di tubo
TIPO SEZ.	Tipo di sezione (circolare, ovoidale, ecc.)
DIAM. [cm]	Diametro esterno commerciale
MATERIALE	Descrizione tipo tubo, SN
LUNG. Tot. [m]	Lunghezza complessiva netta del tipo di tubazione
Bibliografia	
[1]	Supino, Le reti idrauliche, Patron Ed., 1965
[2]	Artina S. et al., Sistemi di Fognatura - Manuale di progettazione, Centro Studi Deflussi Urbani, Hoepli,1997
[3]	Ippolito G., Appunti di costruzioni idrauliche, Vol. II, Reti di fognatura, Liguori Ed., 1973
[4]	Artina S., Verifica e dimensionamento di reti di fognatura per acque bianche - Manuale di Ingegneria Civile, Vol. III, ESAC, 1989
[5]	Mantica I., Costruzioni idrauliche, Cap. VI - Fognature, 2005
[6]	Cao C., Sul calcolo di progetto delle reti idrauliche col metodo del volume di invaso - X Convegno di Idraulica, 1966
[7]	Butera L., Alcune osservazioni sul calcolo delle fognature col metodo del volume di invaso, Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e Architetti in Torino, N.4, Aprile 1968
[8]	Gisonni C., Hager W., Idraulica dei sistemi fognari, Springer-Verlag, 2012
[9]	Del Giudice G., Gisonni C., Rasulo G., Metodo Italiano dell'Invaso: un criterio di correzione della ipotesi di funzionamento sincrono della rete, Atti XXV Convegno di Idraulica, Torino, 1996

ALLEGATO 4 - Il metodo del volume di invaso per il calcolo di reti di acque bianche

Il metodo del volume di invaso (Supino, 1928, Puppini, 1932) risolve la problematica di un canale di fognatura che serve un'area "A", soggetta ad una pioggia di intensità "I", funzionante senza produrre danni per un tempo "Tc" ottenuto come somma del tempo "Tr" di riempimento del canale e "Tf" di funzionamento in pressione.

L'analisi si basa quindi sul concetto di coefficiente udometrico "u" riferito alle portate per unità di area servita, cioè ad parametro $u = Q/A$, come di seguito indicato:

$$u = \frac{f(\vartheta, \gamma, n) \cdot (\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}$$

Se il funzionamento del canale è a pelo libero ($\gamma=0$), si ha come valore approssimato

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}$$

Le analisi idrauliche sono state realizzate tramite il software proprietario denominato Hydrocad, codice la cui affidabilità è comprovata da un utilizzo più che trentennale e che permette il progetto e la verifica di reti di drenaggio urbano tramite il metodo dell'invaso lineare italiano (Supino, Fantoli, Puppini).

Tale metodo di trasformazione afflussi deflussi ha il vantaggio, rispetto al metodo cinematico, di tenere in considerazione il volume invasato sulla superficie e all'interno dei tronchi della rete.

Il metodo dell'invaso, infatti, esalta il fenomeno della laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua $W(t)$ che si deve immagazzinare sulla superficie S del bacino sotteso e nella rete a monte, perché attraverso una sezione di un collettore si abbia il deflusso della portata $Q(t)$. Nel metodo proposto tale legame viene assunto lineare ed espresso dalla relazione

$$Q(t) = W(t)/K$$

Il metodo dell'invaso di Paladini-Fantoli risolve la problematica di un canale di fognatura che serve una determinata area senza produrre un funzionamento in pressione.

Nel caso semplice di un canale isolato inizialmente vuoto il tempo di funzionamento compatibile con la data intensità di pioggia è espresso da

$$T_c = T_r + T_f = \frac{V_o}{Q} \cdot \left[\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} + \frac{\gamma}{\varepsilon-\vartheta} \right] \quad (1)$$

con Q = portata a bocca piena con funzionamento a pelo libero e:

$$v = \frac{Vf}{Vo} \quad \theta = \frac{Qm}{Q} \quad \varepsilon = \frac{\Psi IA}{Q}$$

Valendo nella località la funzione delle massime possibilità pluviometriche $h = at^n$ segue che la pioggia di intensità "I" può durare al più un tempo

$$Tp = \left(\frac{\varepsilon \cdot Q}{\Psi a A} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (2)$$

come si deduce dalla espressione di ε .

Il canale risulta quindi opportunamente proporzionato per una data pioggia quando la durata di quest'ultima sia uguale alla durata di funzionamento del canale, quando sia

$$\frac{Vo}{Q} \left[\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} + \frac{\gamma}{\varepsilon - \vartheta} \right] = \left(\frac{\varepsilon \cdot Q}{\Psi IA} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e conseguentemente risulta

$$Q = Vo^{\frac{n-1}{n}} \left(\frac{\Psi \cdot a \cdot A}{\varepsilon} \right)^{\frac{1}{n}} \left[\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} + \frac{\gamma}{\varepsilon - \vartheta} \right]^{\frac{n-1}{n}} \quad (3)$$

La portata "Q" richiesta al canale, con riferimento ad un deflusso a bocca piena e a pelo libero, varia da una pioggia all'altra. La massima portata si richiede per

$$\frac{dQ}{d\varepsilon} = 0$$

da cui si ricava

$$n - 1 + \frac{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} + \frac{\gamma}{\varepsilon - \vartheta}}{\frac{1}{(\varepsilon - 1)} + \frac{\varepsilon \cdot \gamma}{(\varepsilon - \vartheta)^2}} = 0 \quad (4)$$

Noto quindi "n" dalla curva di possibilità pluviometrica valida per la zona considerata e fissati i parametri "γ" e "θ", si può allora dedurre il parametro $\bar{\varepsilon}$ che annulla la (4). Il valore così ottenuto, sostituito nella (3) permette di conoscere la portata necessaria (a bocca piena e con deflusso a pelo libero) affinché il canale possa funzionare senza inconvenienti. Determinato $\bar{\varepsilon}$ (e perciò noti n, θ e γ) risulta nota la funzione

$$f(\vartheta, \gamma, n) = \bar{\varepsilon}^{-\frac{1}{n}} \left[\ln \frac{\bar{\varepsilon}}{\bar{\varepsilon} - 1} + \frac{\gamma}{\bar{\varepsilon} - \vartheta} \right]^{\frac{n-1}{n}}$$

la (3) si può allora scrivere nella forma

$$Q = A \cdot f(\vartheta, \gamma, n) \cdot \frac{(\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}$$

riferendosi alle portate per unità di area servita, cioè ad $u = Q/A$, segue

$$u = \frac{f(\vartheta, \gamma, n) \cdot (\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}} \quad (5)$$

Se il funzionamento del canale è a pelo libero ($\gamma=0$), si ha come valore approssimato (Puppini):

$$u = 2168 \cdot \frac{(\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}} \quad (6)$$

Noto il coefficiente udometrico ricavato per ogni singolo tronco, si calcola la portata di pioggia con la semplice formulazione:

$$Q_p = u \cdot A \quad (7)$$

dove

A = area gravante sul tronco in esame (ha).

L'analisi viene effettuata iterativamente convergendo al valore della portata di progetto.

Se si volesse considerare il funzionamento di un canale "in pressione", si può fare riferimento alla esperienza delle fognature di Milano. In tal caso la formulazione del coefficiente udometrico, pur mantenendo la stessa forma dell'equazione (6), diventa

$$u = 1670 \cdot \frac{(\psi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}} \quad (8)$$

Seppur non sia auspicabile adoperare tale formula al fine di dimensionare una nuova rete di fognatura (il funzionamento deve essere sempre a pelo libero), questa procedura di calcolo può essere utile nel caso della verifica di una rete esistente per riprodurre eventuali eventi pluviometrici che hanno portato il sistema in crisi. In questo caso si può calcolare il valore della funzione $f(\vartheta, \gamma, n)$ ottenendo valori intermedi tra i coefficienti 1670 (deflusso totalmente in pressione) e 2168 (deflusso a pelo libero).

ALLEGATO 5 - Il codice di calcolo Hydrocad

Il codice di calcolo HYDROCAD consente la modellazione matematica dei fenomeni idrologici-idraulici che interessano reti di fognature bianche o miste o canali di bonifica, sia in fase di verifica che di progetto.

Il calcolo della rete di canalizzazioni può essere effettuato con l'applicazione di diversi modelli di progetto per l'analisi del fenomeno di formazione delle piene:

Metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione: tale modello esalta l'aspetto del diverso tempo di concentrazione delle precipitazioni meteoriche cadute nei diversi punti del bacino, che viene calcolato come somma del tempo di accesso alla rete 'ta' relativo ad ogni sottobacino drenato dal condotto fognario, e dal tempo di rete 'tr', dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Per le analisi con questo metodo si possono applicare il metodo cinematico classico (tempo di accesso 'ta' predeterminato e tempo di rete 'tr' calcolato secondo la formulazione classica di G.Ippolito), oppure il metodo cinematico con il calcolo di 'ta' e 'tr' come proposto dal Politecnico di Milano (Mambretti, Paoletti, 1997).

Metodo dell'invaso del serbatoio lineare: tale metodo esalta il fenomeno della laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua $W(t)$ che si deve immagazzinare sulla superficie del bacino sotteso e nella rete di monte, per calcolare il deflusso della portata $Q(t)$ attraverso una sezione di collettore a valle. Mediante l'applicazione dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH) espresso da funzioni esponenziali nelle fasi di crescita e di decrescita dell'onda di piena, si procede mediante il calcolo con il metodo di Newton-Raphson per la ricerca dei parametri che rendono massima la portata al colmo (Paoletti et al., 1996); la costante di invaso K può essere calcolata con metodi diversi (Desbordes, 1975; Ciaponi e Papiri 1992).

Metodo italiano dell'invaso (Paladini-Fantoli, Puppini, Supino), che può utilizzare le classiche formule con valori predefiniti delle costanti di calcolo, per deflussi a pelo libero o parzialmente in pressione, oppure con la risoluzione delle formule generali, con il metodo di Newton-Raphson, nel caso in cui si abbiano anche afflussi indipendenti dalla pioggia (Supino), e deflussi anche in pressione.

Assegnata la curva delle massime possibilità pluviometriche per un tempo di ritorno prefissato, può essere considerata la variazione dei parametri di tale curva in funzione della superficie del bacino imbrifero (Puppini, Columbo, Supino). Per ogni tronco viene calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderato in relazione alla superficie sottesa. È possibile effettuare l'analisi della rete con funzionamento sia sincrono che asincrono, con l'applicazione del metodo di invaso asincrono (Del Giudice et al., 2005).

Verifiche idrauliche

Le sezioni dei collettori possono essere dei seguenti tipi:

- circolare;
- ovoidale inglese;
- ovoidale tagliata superiormente (Tipo T);
- trapezia o rettangolare ;
- policentrica a tre centri;
- alveo generico con golene ed argini.

Si possono considerare diverse leggi per il calcolo della scabrezza:

Strickler, Manning, Kutter, Bazin, Colebrook.

Viene calcolato per ogni tronco il volume di invaso come somma dei seguenti volumi: volumi di invasi superficiali, volume di invaso nella canalizzazione e volume di invaso aggiuntivo (nel caso di presenza di vasche di dissipazione, o di laminazione. Il programma contempla anche la possibilità di inserire per ogni tronco una portata indipendente dalla pioggia (vedi. Supino, Le reti idrauliche).

In seguito al calcolo iterativo del volume di invaso di ogni tronco, vengono calcolati i diversi parametri:

il coefficiente udometrico, la portata di pioggia massima, la portata nera, i coefficienti caratteristici del livello di funzionamento della sezione: velocità massima, velocità minima, raggio idraulico, altezza idrica, Froude, quote assolute del livello idrico e dell'energia.

Il programma calcola con il metodo di Newton-Raphson il "tempo critico" cui corrisponde il valore massimo della portata defluente in rete in funzione della costante di invaso K (L. Butera, 1968).

Fasi di verifica o di progetto della rete

Il codice Hydrocad si rivela di fondamentale utilità sia per analisi di verifica di reti esistenti, nel caso in cui si debbano riprodurre eventi osservati, e valutare il livello di funzionamento degli specchi, oppure in fase di progetto, per effettuare un dimensionamento ottimale delle canalizzazioni.

Si dispone inoltre di sottoprogrammi per la verifica di manufatti speciali: pozzi di salto, per i quali è opportuno verificare le condizioni di assenza di shocking; dissipatori di energia, per ridurre la velocità uscente da collettori. In fase di progetto viene calcolato il computo dei volumi di scavo e dei materiali impiegati: in tal modo è possibile effettuare agevolmente una ricerca della soluzione progettuale per minimizzare i costi.

Interazione con software di grafica e GIS

Il codice consente in inserimento dei dati di tipo interattivo, ma anche di leggere file dati di rilievo topografico, in formato txt o csv, relativi alle coordinate dei punti battuti, ed alla geometria dei collettori e dei pozzetti.

In maniera altrettanto agevole è possibile generare file dati dei risultati del calcolo, per utilizzarli in software di grafica o GIS. È possibile generare file per il disegno dei profili dei tronchi in progetto.