

Progetto di Piano Particolareggiato di iniziativa privata C.2Q "LA GRANDE"

- Committenti:

FAVA RITA (proprietaria)

- Progetto

Arch. DANIELE ZOBOLI

- Progettista

Elaborato Specialistico:

Relazione di invarianza idraulica

Arch. LUCA GIOVANARDI

PROGETTO
RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

Elaborato **19**
2 Giugno 2022

COMUNE DI NONANTOLA (MO)

**PROGETTO DI PIANO PARTICOLAREGGIATO DI
INIZIATIVA PRIVATA C.2Q "LA GRANDE"**



**RELAZIONE TECNICA
INVARIANZA IDRAULICA**

Giugno 2022

Sommario

1	PREMESSA.....	4
2	CALCOLO DELL'AREA IMPERMEABILE	5
3	CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	5
4	SCARICO DI PROGETTO – BOCCA TARATA DN 80.....	6
5	PUNTO DI SCARICO.....	6
6	DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO A GRAVITÀ DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE	6
7	VINCOLI ALTIMETRICI.....	6
8	RETE DI PROGETTO METEORICA.....	13
8.1	ALLACCI LOTTI	13
9	STUDIO IDRAULICO	14
9.1	TEMPI DI RITORNO DI PROGETTO	14
9.2	ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	14
9.3	DURATE CRITICHE	14
9.4	IETOGRAMMI DI PROGETTO RETTANGOLARI	15
9.5	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE METEORICA DI PROGETTO - MODELLO IDRAULICO - DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO	15
9.5.1	CALCOLO DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE	17
9.5.2	AREE DRENANTI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO.....	18
9.5.3	CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE	19
9.5.4	CALCOLO DELL'EVAPORAZIONE.....	20
9.5.5	CALCOLO DELLA PROPAGAZIONE DEI FLUSSI.....	21
9.5.6	CALCOLO DELL'ESONDAZIONE	22
9.5.7	PARAMETRI UTILIZZATI.....	22
9.5.8	Coefficienti di afflusso	22
10	SIMULAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE.....	23
10.1	SCENARIO 1 – IETOGRAMMA RETTANGOLARE DURATA 20 MIN – Tr 20 ANNI.....	23
11	ANALISI DEI RISULTATI DEL MODELLO	23
11.1	SCENARIO 1 – IETOGRAMMA RETTANGOLARE DURATA 20 MIN – Tr 20 ANNI.....	23

12	DATI DI PROGETTO.....	25
-----------	------------------------------	-----------

1 Premessa

La presente Relazione Tecnico-Illustrativa descrive il dimensionamento del sistema di laminazione relativo all' ***Progetto di Piano Particolareggiato di iniziativa privata C.2Q "LA GRANDE"***.

Il progetto è sito nel comune di **NONANTOLA** (Modena).

Le soluzioni progettuali ivi presentate recepiscono tutte le indicazioni e prescrizioni emesse dall'Ente proprietario e dal gestore delle reti fognarie in oggetto nonché degli Enti preposti alla tutela sanitaria ed ambientale del territorio.

La scelta tecnica ivi presentata è stata collegialmente definita durante un sopralluogo in situ con i tecnici preposti di Sorgea e del Consorzio di Bonifica.

Si prevede la realizzazione di un sistema fognario di tipo separato, in particolare sono stati individuati i seguenti recapiti per le reti di drenaggio a servizio dell'area:

- acque nere: in fognatura pubblica mista CLS DN 300 gestita da SORGEAQVA posta lungo Via Guercinesca;
- **acque meteoriche: fosso stradale afferente ad ovest allo SCOLO VIAZZA di competenza del CONSORZIO BONIFICA BURANA.**

La superficie del comparto C2q è 9.577,98 m², quella del B4 è 1.599,14 m² e quella del Verde Pubblico esterno è 2.255,05, per un totale di 13.432,17 m².

L'area impermeabile di progetto, calcolata escludendo le sole aree verdi e la porzione permeabile della superficie fondiaria del Comparto C2q e del B4, è pari a 6.945,69 mq.

Si prevede di realizzare una vasca di laminazione a cielo aperto nell'area verde pubblica opportunamente ribassata. Tale area verde è posta a nord lungo Via Guercinesca.

Il calcolo del volume di laminazione è stato condotto tenendo conto dei dati parametri imposti dal CONSORZIO DI BONIFICA BURANA pari a **700 mc/ha_{imp}** per il volume di laminazione.

Il volume di laminazione di progetto è pari a 486,20 mc.

I deflussi di piena generati dalle acque meteoriche scolanti sulle nuove superfici impermeabili di progetto saranno laminati mediante sistemi di invaso in grado di garantire la restituzione al sistema di acque superficiali.

L'obiettivo prefissato è infatti quello di contenere gli apporti idrometrici delle aree oggetto di intervento, nell'ottica di ottimizzare la gestione del rischio idraulico sul territorio.

Lo scarico verrà realizzato mediante la posa di una tubazione DN 80 (bocca tarata) come imposto dal Consorzio Burana. Non si prevede troppo pieno.

Progetto di Piano Particolareggiato di iniziativa privata C.2Q "LA GRANDE"

Il dimensionamento della rete bianca è stato condotto mediante l'adozione di uno specifico modello idrologico – idraulico. Gli idrogrammi di pioggia generati dall'intervento nelle condizioni di progetto sono stati calcolati attraverso il software di calcolo MARTE DEFLUX (DEK Srl) che adotta come modello di calcolo il modello idrologico – idraulico SWMM vers 5.0.15 (Stom Water Management Model) sviluppato da US EPA.

Il tempo di ritorno di progetto è stato assunto pari a 20 anni per la rete fognaria (tubazioni) e 50 anni per il sistema di laminazione.

2 Calcolo dell'area impermeabile

Nella successiva tabella si riassumono le estensioni delle superfici di progetto.

L'area impermeabile di progetto è pari a 7000 mq.

TIPOLOGIA	SUPERFICIE mq	IMP mq	
VERDE PUBBLICO	1.691,20		
VERDE PUBBLICO esterno	2.255,05		
STRADE MARCIAPIEDI PARCHEGGI	3.100,42	3.100,42	
Superficie Fondiaria C2q e B4	6.136,53	3.845,27	
VERDE privato	248,98		
	13.432,17	6.945,69	0.517

Tabella 1: superfici di progetto

	SF m2	SU m2	% IMP	IMP SU m2	SF - SU	% IMP	IMP (SF - SU)	TOTALE IMP
Lotto 1	675,36	280	85	238	395,36	50	197,68	435,68
Lotto 2	1 070,13	500	85	425	570,13	50	285,07	710,07
Lotto 3	672,00	280	85	238	392,00	50	196,00	434,00
Lotto 4	672,00	280	85	238	392,00	50	196,00	434,00
Lotto 5	732,11	320	85	272	412,11	50	206,06	478,06
Lotto 6	715,79	320	85	272	395,79	50	197,90	469,90
B4	1 599,14	240	85	204	1 359,14	50	679,57	883,57
Totale	6 136,53	2 220		1 887	3 916,53		1 958,27	3 845,27

Tabella 2: superfici di progetto

3 Calcolo del volume di laminazione

I volumi di laminazione sono calcolati applicando il parametro imposto dal Consorzio di Bonifica Burana pari a 700 mc/ha imp.

Il volume di laminazione è pari a 486,20 mc.

SUPERFICIE IMP [mq]	VOLUME PARAMETRICO INVARIANZA [mc/ha_{imp}]	VOLUME DI INVARIANZA [mc]
7000	700	486,20

Tabella 3: volumi di laminazione

4 Scarico di progetto – bocca tarata DN 80

Lo scarico della vasca di laminazione è presidiato da una bocca tarata con tubazione di diametro DN 80 mm come imposto dal Consorzio Burana.

5 Punto di scarico

La tubazione di scarico costituita dalla bocca tarata scarica le acque laminate in un fosso in corrispondenza di una tubazione CLS DN 400 che sottopassa la strada afferendo ad un CLS DN 800 (tombamento) che invia le acque ad est sino allo Scolo VIAZZA.

La profondità del pozzetto in cui verranno recapitate le acque laminate è pari a circa **100 cm**.

6 Descrizione del funzionamento a gravità del sistema di laminazione

Il sistema di laminazione funziona a gravità. Le acque in arrivo al comparto confluiscono alla vasca dove sono invase. In corrispondenza dell'uscita della vasca è posto un pozzetto contenente la bocca tarata DN 80 mm.

La vasca deve garantire una volumetria di 486,20 mc.

La vasca verrà realizzata nell'area verde a nord del comparto.

La superficie massima di invaso è pari a 1.008 mq.

La vasca si carica per rigurgito indotto dalla bocca tarata.

La presenza della tubazione B7 – B8 consente il non allagamento dell'area verde per eventi meteorici di minima intensità.

7 Vincoli altimetrici

La profondità del pozzetto di recapito di valle in cui verranno recapitate le acque laminate è pari a circa 1 m.

PLANTINIE TRIA
SCALA 1:500

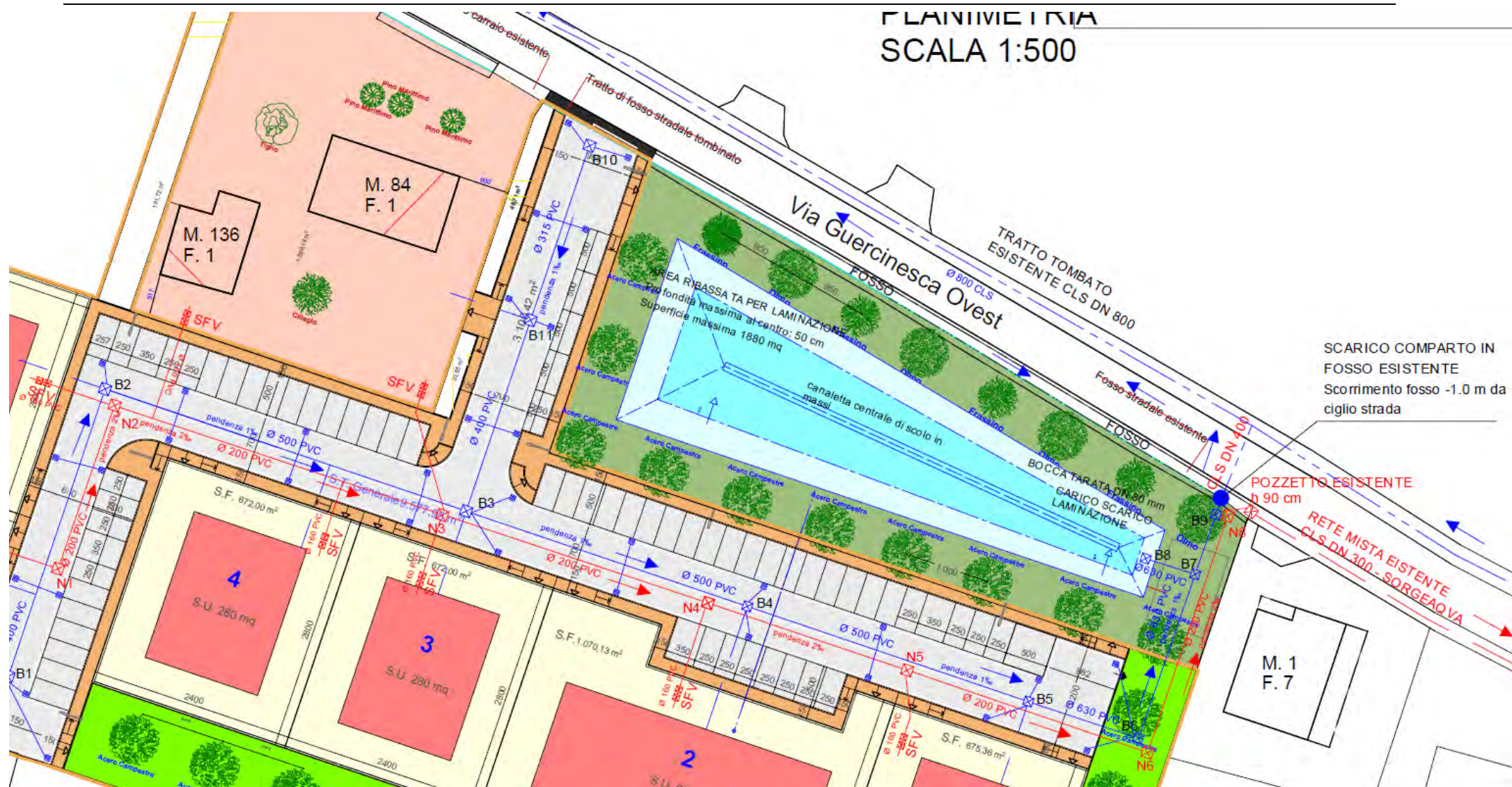


Figura 2: planimetria di inquadramento – ELEMENTI IDRAULICI PRINCIPALI



Figura 2: planimetria di inquadramento – ELEMENTI IDRAULICI PRINCIPALI



Figura 2: planimetria di inquadramento – ELEMENTI IDRAULICI PRINCIPALI



Figura 1: Fosso di scolo, lato nord del comparto



Figura 2: recapiti di progetto



Figura 3: Pozzetto di ispezione canaletta di scolo tratto tombato (CLS DN 800)



Figura 4: Fine tratto tombato canaletta di scolo (CLS DN 800) – ALLA VIAZZA

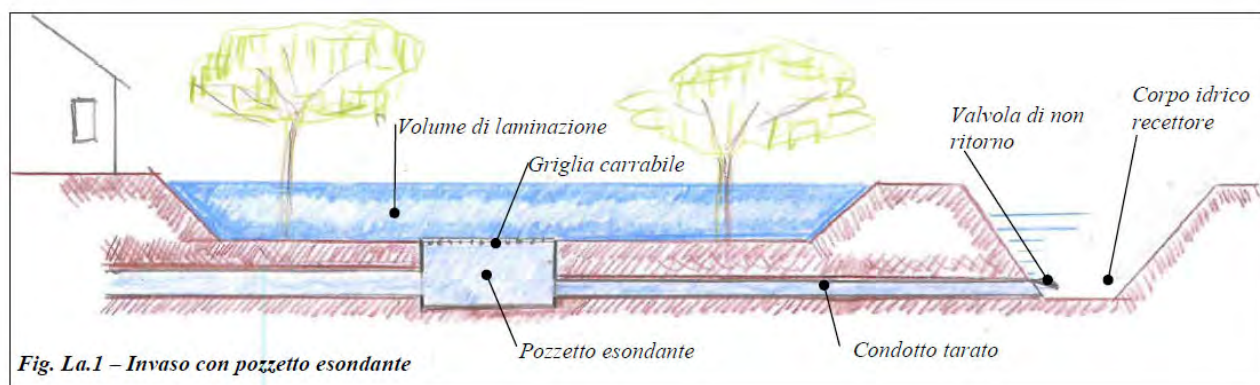


Figura 5: schema tipologico funzionamento vasca di laminazione

8 Rete di progetto meteorica

La rete di progetto interna al comparto sarà realizzata mediante la posa di tubazioni PVC UNI 1401 SN8 con pendenza di posa pari allo 0.1 %.

Nella successiva tabella si riassumono le caratteristiche dei tratti di progetto.

L'estensione della dorsale di meteorica è pari a 250 m.

POZZETTO DI MONTE	POZZETTO DI VALLE	TUBAZIONE	PENDENZA
B1	B2	PVC DE 400	0.1 %
B2	B3	PVC DE 500	0.1 %
B3	B4	PVC DE 500	0.1 %
B4	B5	PVC DE 500	0.1 %
B6	B7	PVC DE 630	0.1 %
B7	B8	PVC DE 630	
B7	B9	PVC DE 630	
B9	SCARICO	DN 80 mm	0.1 %
B10	B11	PVC DE 315	0.1 %
B11	B3	PVC DE 400	0.1 %

Tabella 4: rete di progetto interna al comparto

8.1 Allacci lotti

Gli allacci di rete meteorica verranno realizzati mediante la posa di tubazione di diametro minimo De 200/250.

9 Studio idraulico

9.1 Tempi di ritorno di progetto

Nel presente progetto il calcolo delle portate idrologiche è stato effettuato considerando un tempo di ritorno T di 20 anni per il dimensionamento della rete fognaria e 50 anni per il dimensionamento del sistema di laminazione.

9.2 Analisi delle precipitazioni intense

La finalità della analisi degli eventi meteorici intensi è la stima dell'altezza di pioggia che cade sul bacino di riferimento associata ad un evento di durata e tempo di ritorno prefissati. Lo scopo ultimo, come noto, è la definizione delle curve segnalatrici di pioggia in grado di stimare l'altezza di acqua precipitata sul bacino durante un evento estremo ragguagliata alla superficie del bacino. Le linee segnalatrici si esprimono attraverso la seguente relazione:

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

in cui:

- ψ rappresenta il coefficiente di ragguaglio della precipitazione alla durata e all'estensione;
- h è l'altezza totale (cumulata) precipitata sul bacino durante l'evento meteorico di riferimento;
- a ed n sono coefficienti deducibili da specifiche analisi statistiche; i presenti parametri sono funzione del tempo di ritorno
- t rappresenta la durata dell'evento meteorico.

Tempo di ritorno	a1 (mm/h)	n1	a2 (mm/h)	n2
[anni]	[t<1 h]	[t<1 h]	[t>1 h]	[t>1 h]
2	23.5	0.355	22.2	0.300
5	33.2	0.345	31.1	0.263
10	39.5	0.342	36.9	0.245
20	45.6	0.340	42.5	0.235
50	53.5	0.339	49.8	0.245
100	59.4	0.338	55.3	0.216

Tab. 2.1 - Parametri della curva di possibilità climatica adottata nel territorio gestito da HERA Modena (fonte Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale).

Tabella 5: parametri a ed n – HERA MODENA

9.3 Durate critiche

Per il dimensionamento della rete fognaria (diametro tubazioni) si è considerato una durata di 20 minuti.

La durata critica del sistema di laminazione è stata desunta conducendo diverse simulazioni considerando diverse durate dell'evento meteorico.

La durata critica ottenuta per il sistema di laminazione è pari a 6 ore.

9.4 Ietogrammi di progetto rettangolari

Note le linee segnalatrici e la durata critica è possibile definire gli ietogrammi di progetto.

Tr [anni]	d [minuti]	a [mm/h]	n	h [mm]	i [mm/h]]
20	20	45.6	0.34	31.0	95
50	360	49.8	0.245	77.2	13

Tabella 6: altezze di pioggia di progetto

9.5 Dimensionamento della rete meteorica di progetto - modello idraulico - descrizione del codice di calcolo

Come ricordato la verifica del sistema di laminazione è stata condotta mediante l'utilizzo di uno specifico modello idrologico idraulico. Nel presente capitolo viene descritto il codice di calcolo matematico utilizzato.

Il pacchetto utilizzato è lo SWMM 5.

SWMM 5 è il codice di calcolo usato per la modellazione dinamica del processo afflussi-deflussi, utilizzato per simulare quantitativamente e qualitativamente il deflusso relativo ad un evento singolo o di lunga durata (è sviluppato dal Water Supply and Water Resources Division di US EPA). SWMM simula i vari processi idrologici che producono deflusso superficiale dalle aree urbane. Questi includono:

- precipitazioni variabili nel tempo;
- evaporazione dell'acqua permanente in superficie;
- intercettazione della pioggia ad opera delle zone di accumulo superficiale;
- infiltrazione della pioggia nei terreni non saturi;
- percolazione di acqua infiltrata in falda;
- scambi idrici tra falda e fognatura;

- riproduzione della portata superficiale secondo lo schema di serbatoi non lineari.

SWMM offre poi diversi strumenti di modellazione idraulica, utilizzabili per trasformare il deflusso meteorico, e gli eventuali reflui in ingresso alla fognatura, in deflusso all'interno della rete.

Oltre alla modellazione della generazione e del trasporto dei deflussi, SWMM può anche valutare la produzione di carichi inquinanti connessi a tali deflussi.

SWMM schematizza un sistema fognario come una serie di flussi d'acqua e materiali attraverso diversi principali compartimenti ambientali. Questi compartimenti e gli oggetti che essi contengono sono i seguenti:

- il compartimento Atmosfera, dal quale le precipitazioni cadono e gli inquinanti vengono depositati sul compartimento Superficie Terrestre; SWMM utilizza Ietogrammi per rappresentare l'input di precipitazione al sistema e la definizione degli Inquinanti per rappresentare le caratteristiche delle sostanze oggetto dell'analisi qualitativa;
- il compartimento Superficie Terrestre, che viene rappresentato da uno o più oggetti Sottobacino; questo compartimento riceve la precipitazione dall'Atmosfera sotto forma di pioggia, invia flusso sotto forma di infiltrazione al compartimento Acque Sotterranee e, sotto forma di deflusso superficiale e carico inquinante, al compartimento Trasporto;
- il compartimento Acque Sotterranee, che riceve l'infiltrazione dalla Superficie Terrestre e trasferisce una parte di questo ingresso al compartimento Trasporto; tale compartimento viene modellato utilizzando l'oggetto Acquifero;
- il compartimento Trasporto, che contiene una rete di elementi trasportatori (canali, condotte, pompe e regolatori) e di unità di accumulo/trattamento che trasportano l'acqua sino al punto di sbocco o agli impianti di trattamento; l'acqua in ingresso a tale ambiente può provenire dal deflusso superficiale, dalle correnti sotterranee, dai reflui di scarico, o da Idrogrammi definiti dall'utente; i componenti di tale compartimento sono modellati tramite gli oggetti Nodo, Ramo, Pompa e Scaricatore.

SWMM è un modello di simulazione di tempo discreto che impiega i principi di conservazione di massa, energia e quantità di moto.

I processi fisici riprodotti ed analizzati da SWMM sono:

- deflusso superficiale;
- infiltrazione;
- flusso di acqua freatica;

- propagazione dei flussi;
- esondazione e raccolta superficiale;
- propagazione degli inquinanti.

Nel modello si sono inserite come nodi di accumulo caratterizzati da relativa equazione di invaso (livello + area) le vasche di laminazione.

9.5.1 CALCOLO DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE

La variabilità spaziale del processo di deflusso superficiale è ottenuta considerando l'area in studio costituita da un unico sottobacino. Il sottobacino è l'unità idrologica che descrive le caratteristiche di un bacino imbrifero afferente ad un ramo della rete.

Ogni sottobacino viene diviso in sottoaree permeabili ed impermeabili e caratterizzato da uno specifico coefficiente di deflusso come riportato nel seguito.

Le acque di superficie possono infiltrarsi nella zona superiore del terreno delle sottoaree permeabili, ma non di quelle impermeabili.

Le sottoaree impermeabili vengono poi divise in due regioni, una contenente zone superficiali di depressione (che costituiscono accumuli superficiali) e l'altra priva di tali zone. Si può consentire il deflusso tra queste due regioni, oppure farle drenare entrambe al nodo di uscita del sottobacino.

Per ogni ramo viene identificato il nodo di uscita del deflusso di ogni sottobacino. Ogni superficie dei sottobacini è trattata come un serbatoio non-lineare. La portata in ingresso ad un sottobacino arriva dalle precipitazioni o da input di diversa natura.

Esistono diversi flussi in uscita da un sottobacino, dovuti ai processi d'infiltrazione, di evaporazione e di deflusso superficiale.

La capacità di ogni "serbatoio" è data dal massimo immagazzinamento nelle proprie depressioni, che è l'accumulo massimo fornito dagli avvallamenti superficiali, dagli specchi d'acqua e dall'intercettazione vegetale.

Il deflusso superficiale per unità di area (Q) avviene solo quando il livello nel "serbatoio" (d) supera il volume specifico d'invaso (dp), nel qual caso la portata viene stimata sulla base dell'equazione di Manning:

$$Q = W \cdot (1/n) \cdot (d - dp)^{5/3} \cdot S^{1/2} \quad (1)$$

dove:

- W, larghezza del sottobacino;
- n, coefficiente di scabrezza di Manning;
- dp, profondità delle zone di depressione che costituiscono accumuli superficiali;
- S, pendenza del sottobacino.

Per ogni sottobacino si può inoltre scrivere l'equazione di continuità:

$$dV / dt = A \cdot (dd / dt) = A \cdot i^* - Q \quad (2)$$

dove:

- $V = A \cdot d$, volume d'acqua sul sottobacino;
- d, profondità;
- t, tempo;
- A, superficie del sottobacino;
- $i^* = (\text{intensità di precipitazione} - \text{tasso di evaporazione} - \text{tasso di infiltrazione})$, eccesso di precipitazione;
- Q, deflusso superficiale.

Combinando la (1) e la (2) si ottiene un'equazione differenziale non lineare che può essere risolta nella variabile profondità. Tale equazione è l'equazione del serbatoio non lineare:

$$dd / dt = i^* - [W/A \cdot (1/n) \cdot (d-dp)^{5/3} \cdot S^{1/2}] = i^* - f(W, A, n, S) \cdot (d-dp)^{5/3} \quad (3)$$

L'equazione (3) viene risolta ad ogni passo temporale per mezzo di uno schema alle differenze finite (utilizzando il metodo iterativo di Newton-Raphson).

9.5.2 AREE DRENANTI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

La determinazione della curva di possibilità pluviometrica non esaurisce le analisi idrologiche necessarie per l'impostazione del progetto. Da tali curve, infatti si deduce, che l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una certa durata di pioggia e con un certo livello di probabilità, cioè la quantità di pioggia in ingresso al bacino. Una parte di questa pioggia, però si

perde, per effetto di una serie di fenomeni idrologici, prima di arrivare alla rete di drenaggio. Per il dimensionamento di quest'ultima sarà quindi rilevante calcolare la quantità restante di pioggia cioè la pioggia netta od efficace.

Nel presente progetto la pioggia netta è stata stimata attraverso il calcolo del coefficiente di deflusso ϕ che rappresenta il rapporto tra il volume di pioggia netta e volume di pioggia totale. Esso è funzione della tipologia di superficie (tetto, marciapiede, area verde, prato armato, ecc ...).

Il parametro percentuale è un dato di input del modello idrologico – idraulico adottato per il dimensionamento e compiutamente descritto nel seguito (DCIA – *Directly Connected Impervious Area*) pari alla percentuale di superficie impermeabile del bacino. Si è assunto che il valore del parametro DCIA per i diversi bacini drenanti presenti nel modello fosse in prima battuta pari al valore medio ponderale del coefficiente di deflusso calcolato.

9.5.3 CALCOLO DELL'INFILTRAZIONE

Il processo che maggiormente influisce sul deflusso superficiale è il processo di infiltrazione: la pioggia penetra, attraverso i terreni permeabili di un bacino, nella zona insatura del terreno.

Si definisce capacità d'infiltrazione la velocità con cui l'acqua viene sottratta dalla superficie del suolo; se l'intensità di pioggia è inferiore alla capacità d'infiltrazione, l'infiltrazione coinciderà con contrario l'infiltrazione coinciderà con la capacità di infiltrazione e l'eccesso di pioggia rispetto a questa darà luogo al deflusso superficiale.

La capacità di infiltrazione dipende: dalla tipologia del terreno, dallo stato dello strato superficiale del terreno e dallo spessore del suolo saturo.

L'equazione adottata per il calcolo della capacità d'infiltrazione è quella di Horton.

Horton ha sviluppato uno dei primi modelli per l'infiltrazione (1933), partendo dall'osservazione che la capacità di infiltrazione del terreno si riduce in modo esponenziale da un valore iniziale e massimo (f_0) ad un valore finale costante (f_∞).

L'equazione di Horton definisce quindi la capacità di infiltrazione f_p :

$$f_p = f_\infty + (f_0 - f_\infty) \cdot e^{-\alpha t}$$

dove:

- f_p , capacità di infiltrazione nel suolo (m/s);
- f_∞ , minima capacità di infiltrazione (per $t=\infty$) (m/s);

- f_0 , massima capacità di infiltrazione (per $t=0$) (m/s);
- t , tempo trascorso dall'inizio della precipitazione (h);
- α , coefficiente di decadimento (h^{-1}).

L'infiltrazione è in definitiva pari a:

$$f(t) = \min [f_p(t), i(t)]$$

essendo:

- $f(t)$, infiltrazione nel suolo (m/s);
- $f_p(t)$, capacità di infiltrazione nel suolo (m/s);
- $i(t)$, intensità di precipitazione (m/s).

Nel caso di simulazione sul lungo periodo, la capacità d'infiltrazione si rigenera durante il tempo secco, secondo la seguente relazione:

$$f_p = f_0 - (f_0 - f_\infty) \cdot e^{-\alpha_d \cdot (t-t_w)}$$

dove:

- α_d , coefficiente di decadimento della curva di rigenerazione (h^{-1});
- t_w , tempo di progetto ipotetico in corrispondenza del quale $f_p = f_\infty$ sulla curva di rigenerazione (h).

Quello di Horton è il metodo tipicamente utilizzato per gli eventi in cui l'intensità di precipitazione supera la capacità d'infiltrazione. Per l'area in studio non sono state considerate, a favore di sicurezza, perdite per infiltrazione.

9.5.4 CALCOLO DELL'EVAPORAZIONE

Nel codice di calcolo SWMM l'evaporazione può avvenire dalla superficie dei sottobacini afferenti ai rami della rete in esame, dagli acquiferi eventualmente considerati nell'analisi del processo afflussi-deflussi e dalle unità di accumulo eventualmente presenti lungo la rete.

Per l'area in studio non sono state considerate, a favore di sicurezza, perdite per evaporazione.

9.5.5 CALCOLO DELLA PROPAGAZIONE DEI FLUSSI

La propagazione dei flussi attraverso i condotti è governata dalle equazioni di conservazione della massa e di quantità di moto per i moti gradualmente variati non-stazionari, ovvero dalle equazioni di De Saint Venant:

$$\partial A / \partial t + \partial Q / \partial x = 0 \quad (4)$$

$$\partial Q / \partial t + \partial(Q^2/A) / \partial x + g A S \partial H / \partial x + g A S f = 0 \quad (5)$$

dove:

- A, sezione trasversale bagnata;
- Q, portata;
- g, accelerazione di gravità;
- $H = z + h$, carico idraulico;
- z, quota dello scorrimento;
- h, tirante idrico;
- Sf, cadente piezometrica;
- t, tempo;
- x, distanza lungo l'asse del canale/condotto.

Nell'analisi del modello in studio, la propagazione del flusso nella rete fognaria è stata calcolata secondo lo schema della Onda dinamica.

Il metodo dinamico consiste nella risoluzione completa del problema di De Saint Venant (equazione del momento della quantità di moto per i condotti ed equazione di continuità del volume ai nodi) e quindi fornisce i risultati teoricamente più accurati.

Con questo metodo di calcolo è possibile rappresentare il funzionamento in pressione dei condotti, per cui la portata può superare il valore calcolato a bocca piena con l'equazione di Manning.

L'esondazione avviene quando il livello di acqua in un nodo eccede la profondità disponibile massima, per cui il flusso eccedente può essere perso dal sistema o venire accumulato per poi essere immesso nel sistema.

Con lo schema di onda dinamica è possibile rappresentare la capacità di invaso, i fenomeni di rigurgito, le perdite di carico all'ingresso ed all'uscita dei condotti, l'inversione di flusso ed il funzionamento in pressione. Poiché accoppia la soluzione dei livelli d'acqua ai nodi e delle portate nei condotti, tale metodo può essere applicato a qualsiasi rete, anche a quelle che contengono nodi

con molteplici deviazioni a valle o anelli. È indicato per studiare sistemi in cui siano significativi gli effetti di rigurgito dovuti a restringimenti o in presenza di regolazioni di portata mediante scaricatori o soglie.

La potenza di questa soluzione è controbilanciata dalla necessità di utilizzare time step particolarmente ridotti, dell'ordine del minuto o anche meno (SWMM ridurrà automaticamente il time step prestabilito dall'utente, se necessario, per ottenere la stabilità numerica).

9.5.6 CALCOLO DELL'ESONDAZIONE

Come principio generale, nell'analisi eseguita dal codice SWMM, quando si eccede la capacità di trasporto del sistema a valle del nodo, l'eccesso di portata esce dal sistema e viene perso.

SWMM offre però anche un'altra possibilità: accumulare la portata al di sopra del nodo, e reintrodurla nel sistema quando la sua capacità lo permette.

9.5.7 PARAMETRI UTILIZZATI

Nel seguito si riassumono i principali parametri idrologici adottati nel presente modello:

- modello di infiltrazione: HORTON;
- coefficiente di scabrezza di Manning su suolo permeabile $0.1 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$;
- coefficiente di scabrezza di Manning su suolo impermeabile: $0.011 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$.
- coefficiente di scabrezza di Manning tubazioni plastiche PVC, PEAD: $0.011 \text{ m}^{-0.33} \text{ s}$;

9.5.8 Coefficienti di afflusso

Nella successiva tabella si riassumono le estensioni dei bacini afferenti la rete di progetto ed i relativi coefficienti di deflusso medio.

TIPOLOGIA COPERTURA	ϕ
LOTTE (AREA IMP)	0.9
AREE CORTILIVE	0.9
STRADE ASFALTATE + PISTA CICLABILE	0.9

Tabella 7: coefficienti di deflusso - modello

10 Simulazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche

Le simulazioni idrauliche hanno sostanzialmente le seguenti finalità:

- determinare la massima portata in uscita dal comparto in progetto;
- verificare il funzionamento dei sistemi di laminazione.

10.1 Scenario 1 – ietogramma rettangolare durata 20 min – Tr 20 anni

Si è scelto di simulare la rete sollecitata da uno ietogramma rettangolare con TR=20 anni di durata 20 min.

La simulazione ha lo scopo di verificare il dimensionamento dei diametri proposti. Data la particolare configurazione del sistema di laminazione che induce un rigurgito tale da sommergere le tubazioni di monte per tale verifica si esclude dal modello la vasca di laminazione e si considera come nodo terminale la rete il pozzetto B6.

L'altezza di precipitazione totale è pari a 30 mm, l'intensità media dello ietogramma sintetico è assunta pari a 95 mm/h.

10.2 Scenario 2 – ietogramma rettangolare durata 3 ore – Tr 50 anni

Si è scelto di simulare la rete sollecitata da uno ietogramma rettangolare con TR=50 anni di durata 180 min,

L'altezza di precipitazione totale è pari a 77 mm.

Mediante l'utilizzo del modello di simulazione, sono stati sottoposti a verifica idraulica il manufatto di laminazione e la tubazione di scarico.

La bocca tarata è stata modellata mediante una tubazione di diametro DN 80 mm.

La condizione di valle nel punto di uscita dal sistema è di scarico libero.

11 Analisi dei risultati del modello

11.1 Scenario 1 – ietogramma rettangolare durata 20 min – Tr 20 anni

La massima portata in ingresso al pozzetto B6 è pari a 190 l/s;

Progetto di Piano Particolareggiato di iniziativa privata C.2Q "LA GRANDE"

Nella tabella successiva si riassumono i principali risultati del calcolo riferiti alle tubazioni di progetto. Nella tabella per i diversi tratti si mostra:

- la portata massima idrologica transitante;
- la velocità massima calcolata;
- il massimo grado di riempimento della tubazione.

SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI										
Elemento			Tipo di elemento	Pendenza ramo	Portata di moto uniforme (m ³ /s)	Portata max di (m ³ /s)	Velocità max di (m/s)	Portata massima normalizzata	Livello (m)	Livello massimo normalizzato
13	B2	B3	PVC DE 500	0.00100	0.1202	0.075	0.54	0.62	0.395	0.839
14	B3	B4	PVC DE 500	0.00100	0.1202	0.144	0.91	1.20	0.403	0.855
32	B4	B5	PVC DE 500	0.00100	0.1202	0.180	1.27	1.50	0.358	0.759
35	B1	B2	PVC DE 315	0.00100	0.0351	0.029	0.47	0.82	0.297	1.000
36	B5	B6	PVC DE 630	0.00100	0.2204	0.194	1.37	0.88	0.303	0.510

Tabella 8: risultati del calcolo – tubazioni – scenario 1

Da quanto mostrato in tabella si deduce che le tubazioni sono correttamente dimensionate dato che il grado di riempimento non è mai superiore all' 85 %. Il tratto iniziale B1 – B2 è in pressione per un breve lasso di tempo con l'evento Tr 20 anni.

11.2 Scenario 1 – ietogramma rettangolare durata 180 min – Tr 50 anni

La massima portata in ingresso al pozzetto B7 è pari a 50l/s.

La massima portata uscente dalla bocca tarata è pari 19 l/s;

Il massimo livello nell'area di laminazione è pari a 48 cm.

12 Dati di progetto

Si riassumono nella tabella seguente le caratteristiche del sistema di laminazione

SUPERFICIE INTERVENTO	13.432,17 mq
SUPERFICIE IMPERMEABILE	6.945,69 mq
VOLUME PARAMETRICO DI LAMINAZIONE	700 mc/ha imp
VOLUME DI LAMINAZIONE	486,20 mc
SISTEMA DI LAMINAZIONE	VASCA DI LAMINAZIONE A CIELO APERTO IN AREE VERDE RIBASSATA
DIAMETRO BOCCA TARATA	8 cm
RECETTORE TERMINALE	FOSSO ESISTENTE TOMBATO CLS DN 800 AFFERENTE ALLO SCOLO VIAZZA
FUNZIONAMENTO SISTEMA	A gravità

ALLEGATO I

REPORT CALCOLO SIMULAZIONI SWMM



Marte DEFLUX 2009 Full Edition	
Codice	Marte DEFLUX/SWMM 5.0 (5.00.013)
	Copyright (C) 2000-2012 DEK s.r.l.
Nome	TR20_B6SCARICO
Descrizione	<nessuna descrizione>
Data di creazione	12/10/2021 - 7:13:21 PM
Sottorete	Sottorete (1)
Database	NONANTOLA
DATI GENERALI	
CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE	
CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE	
TABELLA DEI MATERIALI	
DATI DEI NODI	
DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI	
SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI	
SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI	
SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO	
SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI	
SOMMARIO STATISTICHE PORTATE	

DATI GENERALI	
Numero dei nodi	15
Numero dei rami	14
Numero delle pompe	0
Numero dei regolatori di flusso	0
Numero degli inquinanti	0

CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE		
	Volume (m ha)	Livello (mm) sul bacino
Precipitazione totale	0.027545	29.837
Infiltrazione totale	0.006547	7.091
Evaporazione totale dai sottobacini	0.000248	0.268
Deflusso superficiale	0.020011	21.676
Accumulo finale in superficie	0.000804	0.871
Errore continuità -0.233 %		

CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE		
	Volume (m ha)	Volume (Mlitri)
Ingresso nel periodo secco	0.000000	0.0000
Ingresso nel periodo bagnato	0.020021	0.2002
Apporto ipodermico da falda	0.000000	0.0000
Apporto da idrogrammi	0.000000	0.0000
Uscita da nodi di recapito	0.020011	0.2001
Uscita da esondazione	0.000000	0.0000
Evaporazione totale dalla rete	0.000000	0.0000
Accumulo iniziale	0.000000	0.0000
Accumulo finale	0.000003	0.0000

Errore continuità	0.034 %
-------------------	---------

TABELLA DEI MATERIALI												
Nome	Tipo	Area (m2)	Diametro int. (m)	Altezza (m)	Larghez. (m)	Pendenze (o/v)	n Manning	n Manning sinistra	n Manning destra	Spessore (mm)	Numero rami	Lunghezza totale (m)
BOCCA TARATA	Circolare	0.005	0.080	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	5.000	0	0.00
PVC DE 200	Circolare	0.028	0.188	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	5.900	0	0.00
PVC DE 250	Circolare	0.044	0.235	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	7.300	7	141.43
PVC DE 315	Circolare	0.069	0.297	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	9.200	3	81.12
PVC DE 500	Circolare	0.174	0.471	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	14.600	3	114.92
PVC DE 630	Circolare	0.276	0.593	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	18.400	1	13.70
										60	14.00	

DATI DEI NODI										
Nodo	Tipo di nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Livello iniziale (m)	Portata esterna fissata (m3/s)	Idrogramma	Livello addizion. sovracc. (m)	Evapor. superf. (%)
18	Nodo generico	0.00	-0.49	-0.73		0.000	0.000			
20	Nodo generico	0.00	-0.48	-0.72		0.000	0.000			
22	Nodo generico	0.00	-0.55	-0.78		0.000	0.000			
24	Nodo generico	0.00	-0.43	-0.67		0.000	0.000			
26	Nodo generico	0.00	-0.42	-0.66		0.000	0.000			
28	Nodo generico	0.00	-0.46	-0.70		0.000	0.000			
30	Nodo generico	0.00	-0.51	-0.75		0.000	0.000			
B1	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.17		0.000	0.000			
B10	Nodo generico	0.15	-0.55	-0.84		0.000	0.000			
B11	Nodo generico	0.00	-0.62	-1.17		0.000	0.000			
B2	Nodo generico	0.00	-0.74	-1.21		0.000	0.000			
B3	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.26		0.000	0.000			
B4	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.29		0.000	0.000			
B5	Nodo generico	0.00	-0.73	-1.33		0.000	0.000			
B6	Nodo di recapito	0.00	-0.75	-1.34			0.000			

DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI						
Elemento	Nodo iniziale	Nodo finale	Tipo di elemento	Materiale	Lunghezza (m)	Valvola anti-rifl.
13	B2	B3	Ramo	PVC DE 500	44.95	no
14	B3	B4	Ramo	PVC DE 500	35.00	no
17	18	B3	Ramo	PVC DE 250	25.96	no
19	20	B4	Ramo	PVC DE 250	21.07	no
21	22	B5	Ramo	PVC DE 250	18.92	no
23	24	B2	Ramo	PVC DE 250	31.55	no
25	26	B1	Ramo	PVC DE 250	15.69	no
26	28	B2	Ramo	PVC DE 250	14.63	no
29	30	B11	Ramo	PVC DE 250	13.61	no
32	B4	B5	Ramo	PVC DE 500	34.98	no
33	B11	B3	Ramo	PVC DE 315	23.76	no
34	B10	B11	Ramo	PVC DE 315	21.67	no
35	B1	B2	Ramo	PVC DE 315	35.68	no
36	B5	B6	Ramo	PVC DE 630	13.70	no

SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI											
Sotto-bacino affidente al ramo	Nodo di Ingresso	Area (ha)	Larghezza (m)	Pendenza terreno (m/m)	% imper.	Precipit. totale (mm)	Evaporaz. totale (mm)	Infiltr. totale (mm)	Deflusso superfic. totale (mm)	Picco deflusso superfic. (m3/s)	Coeffic. di deflusso (-)
13	B2	0.07	83.516	0.002	90.00	29.837	0.292	2.114	26.349	0.02	0.883
14	B3	0.05	65.013	0.002	90.00	29.837	0.292	2.114	26.350	0.01	0.883
17	18	0.07	50.000	0.002	65.00	29.837	0.252	8.316	20.480	0.01	0.686
19	20	0.11	50.000	0.002	65.00	29.837	0.270	8.642	20.105	0.02	0.674
21	22	0.07	50.000	0.002	65.00	29.837	0.252	8.316	20.480	0.01	0.686
23	24	0.07	50.000	0.002	65.00	29.837	0.252	8.316	20.480	0.01	0.686
25	26	0.07	50.000	0.002	65.00	29.837	0.253	8.358	20.433	0.02	0.685
26	28	0.07	50.000	0.002	65.00	29.837	0.254	8.374	20.415	0.02	0.684
29	30	0.16	50.000	0.002	50.00	29.837	0.258	13.061	15.882	0.03	0.532
32	B4	0.06	72.041	0.002	90.00	29.837	0.292	2.114	26.350	0.01	0.883
33	B11	0.04	52.758	0.002	90.00	29.837	0.291	2.106	26.363	0.01	0.884
34	B10	0.03	39.886	0.004	90.00	29.837	0.284	1.778	27.387	0.01	0.918
35	B1	0.06	42.521	0.004	90.00	29.837	0.290	1.829	27.294	0.01	0.915

SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI												
Nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Massima quota		Livello massimo (m)	Sovrac-carico massimo (m)	Durata sovrac-carico (min)	Volume esondato totale (mm ha)	Durata della esondaz. (min)	Errore bilancio (%)
					(m slm)	al tempo						
18	0.00	-0.49	-0.73		0.00	0:00	0.08					0.00
20	0.00	-0.48	-0.72		0.00	0:00	0.09					0.00
22	0.00	-0.55	-0.78		0.00	0:00	0.08					0.00
24	0.00	-0.43	-0.67		0.00	0:00	0.08					0.00
26	0.00	-0.42	-0.66		0.00	0:00	0.07					0.00
28	0.00	-0.46	-0.70		0.00	0:00	0.07					0.00
30	0.00	-0.51	-0.75		0.00	0:00	0.11					0.00
B1	0.00	-0.76	-1.17		0.00	0:00	0.37					-0.25
B10	0.15	-0.55	-0.84		0.00	0:00	0.05					0.00
B11	0.00	-0.62	-1.17		0.00	0:00	0.36					0.66
B2	0.00	-0.74	-1.21		0.00	0:00	0.38					-0.22
B3	0.00	-0.76	-1.26		0.00	0:00	0.41					-0.17
B4	0.00	-0.76	-1.29		0.00	0:00	0.40					-0.01
B5	0.00	-0.73	-1.33		0.00	0:00	0.32					0.04
B6	0.00	-0.75	-1.34		0.00	0:00	0.29					0.00

SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO			
Nodo	Frequenza flusso (%)	Portata media (m3/s)	Portata max (m3/s)
B6	78.94	0.0235	0.1941

SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI															
Elemento	Tipo di elemento	Pendenza ramo	Altezza sezione (m)	Area sezione piena (m2)	Raggio idraulico sez.piena (m)	Portata di moto uniforme (m3/s)	Portata max di calcolo		Velocità max di calcolo		Portata massima normalizzata	Livello massimo		Livello massimo normalizzato	Durata sovraccarico (min)
							(m3/s)	al	(m/s)	al		(m)	al		
13	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.075	0:19	0.54	0:03	0.62	0.395	0:19	0.839	
14	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.144	0:19	0.91	0:19	1.20	0.403	0:19	0.855	
17	Ramo	0.01046	0.235	0.044	0.059	0.0606	0.014	0:19	1.06	0:06	0.23	0.116	0:19	0.493	
19	Ramo	0.01351	0.235	0.044	0.059	0.0689	0.022	0:19	1.37	0:13	0.32	0.098	0:19	0.417	
21	Ramo	0.01138	0.235	0.044	0.059	0.0632	0.014	0:19	1.17	0:19	0.23	0.076	0:19	0.323	
23	Ramo	0.01051	0.235	0.044	0.059	0.0608	0.014	0:19	1.06	0:05	0.23	0.124	0:19	0.525	
25	Ramo	0.02183	0.235	0.044	0.059	0.0876	0.015	0:19	1.39	0:05	0.17	0.130	0:19	0.552	
26	Ramo	0.02070	0.235	0.044	0.059	0.0853	0.015	0:19	1.38	0:05	0.18	0.119	0:19	0.504	
29	Ramo	0.00797	0.235	0.044	0.059	0.0529	0.025	0:19	1.20	0:19	0.48	0.115	0:19	0.487	
32	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.180	0:19	1.27	0:19	1.50	0.358	0:19	0.759	
33	Ramo	0.00126	0.297	0.069	0.074	0.0394	0.043	0:19	0.67	0:03	1.09	0.297	0:08	1.000	12.10
34	Ramo	0.01512	0.297	0.069	0.074	0.1364	0.008	0:19	0.76	0:01	0.06	0.172	0:19	0.581	
35	Ramo	0.00100	0.297	0.069	0.074	0.0351	0.029	0:19	0.47	0:03	0.82	0.297	0:07	1.000	12.93
36	Ramo	0.00100	0.593	0.276	0.148	0.2204	0.194	0:19	1.37	0:19	0.88	0.303	0:19	0.510	

SOMMARIO STATISTICHE PORTATE									
Ramo	Lunghezza equival. / iniziale	Frazione temporale per ciascuna condizione							Media numero di Froude
		asciutto	asciutto a monte	asciutto a valle	Q sub- critica	Q super- critica	Q crit. a monte	Q crit. a valle	
13	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.1228
14	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.2192
17	1.000	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.92	0.3746
19	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.96	0.4998
21	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.4026
23	1.000	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.91	0.3882
25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.91	0.3695
26	1.000	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.91	0.3759
29	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.4359
32	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.2361
33	1.000	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.85	0.2482
34	1.000	0.00	0.46	0.00	0.53	0.01	0.00	0.00	0.0385
35	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.1067
36	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.3411

Marte DEFLUX 2009 Full Edition	
Codice	Marte DEFLUX/SWMM 5.0 (5.00.013)
	Copyright (C) 2000-2012 DEK s.r.l.
Nome	TR50
Descrizione	<nessuna descrizione>
Data di creazione	12/13/2021 - 5:14:09 PM
Sottorete	Intera rete
Database	NONANTOLA
DATI GENERALI	
CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE	
CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE	
TABELLA DEI MATERIALI	
DATI DEI NODI	
DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI	
SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI	
SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI	
SOMMARIO STATISTICHE NODI DI ACCUMULO	
SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO	
SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI	
SOMMARIO STATISTICHE PORTATE	

TR50 - DATI GENERALI

DATI GENERALI	
Numero dei nodi	28
Numero dei rami	26
Numero delle pompe	0
Numero dei regolatori di flusso	0
Numero degli inquinanti	0

TR50 - CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE

CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE		
	Volume (m ha)	Livello (mm) sul bacino
Precipitazione totale	0.060175	65.181
Infiltrazione totale	0.011365	12.311
Evaporazione totale dai sottobacini	0.000596	0.646
Deflusso superficiale	0.047446	51.393
Accumulo finale in superficie	0.000775	0.839
Errore continuità -0.012 %		

CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE		
	Volume (m ha)	Volume (Mlitri)
Ingresso nel periodo secco	0.000000	0.0000
Ingresso nel periodo bagnato	0.047437	0.4744
Apporto ipodermico da falda	0.000000	0.0000
Apporto da idrogrammi	0.000000	0.0000
Uscita da nodi di recapito	0.036996	0.3700
Uscita da esondazione	0.000000	0.0000
Evaporazione totale dalla rete	0.000000	0.0000
Accumulo iniziale	0.000000	0.0000
Accumulo finale	0.008837	0.0884

Errore continuità	3.382 %
-------------------	---------

TABELLA DEI MATERIALI												
Nome	Tipo	Area (m2)	Diametro int. (m)	Altezza (m)	Larghez. (m)	Pendenze (o/v)	n Manning	n Manning sinistra	n Manning destra	Spessore (mm)	Numero rami	Lunghezza totale (m)
BOCCA TARATA	Circolare	0.005	0.080	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	5.000	1	2.51
PVC DE 200	Circolare	0.028	0.188	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	5.900	7	181.13
PVC DE 250	Circolare	0.044	0.235	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	7.300	7	141.43
PVC DE 315	Circolare	0.069	0.297	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	9.200	2	24.33
PVC DE 400	Circolare	0.111	0.377	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	11.700	2	59.44
PVC DE 500	Circolare	0.174	0.471	*****	*****	*****	0.0110	*****	*****	14.600	3	114.92
PVC DE 630	Circolare	0.276	0.593	*****	*****	*****	0.0111	*****	*****	18.400	4	50.01
										72	26.00	

DATI DEI NODI										
Nodo	Tipo di nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Livello iniziale (m)	Portata esterna fissata (m3/s)	Idrogramma	Livello addizion. sovracc. (m)	Evapor. superf. (%)
12	Nodo generico	-0.33	-1.07	-1.37		0.000	0.000			
13	Nodo di recapito	-0.33	-1.07	-1.37			0.000			
18	Nodo generico	0.00	-0.49	-0.73		0.000	0.000			
20	Nodo generico	0.00	-0.48	-0.72		0.000	0.000			
22	Nodo generico	0.00	-0.55	-0.78		0.000	0.000			
24	Nodo generico	0.00	-0.43	-0.67		0.000	0.000			
26	Nodo generico	0.00	-0.42	-0.66		0.000	0.000			
28	Nodo generico	0.00	-0.46	-0.70		0.000	0.000			
30	Nodo generico	0.00	-0.51	-0.75		0.000	0.000			
B1	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.17		0.000	0.000			
B10	Nodo generico	0.15	-0.55	-0.84		0.000	0.000			
B11	Nodo generico	0.00	-0.62	-1.17		0.000	0.000			
B2	Nodo generico	0.00	-0.74	-1.21		0.000	0.000			
B3	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.26		0.000	0.000			
B4	Nodo generico	0.00	-0.76	-1.29		0.000	0.000			
B5	Nodo generico	0.00	-0.73	-1.33		0.000	0.000			
B6	Nodo generico	0.00	-0.75	-1.34		0.000	0.000			
B7	Nodo generico	0.00	-0.26	-1.36		0.000	0.000			
B8 VV	Nodo di accumulo	0.00	-0.21	-0.80	0.00	0.000	0.000			0
B9	Nodo generico	-0.30	-0.77	-1.37		0.000	0.000			
N1	Nodo generico	0.00	-0.67	-0.85		0.000	0.000			
N2	Nodo generico	0.00	-0.71	-0.90		0.000	0.000			
N3	Nodo generico	0.00	-0.79	-0.98		0.000	0.000			
N4	Nodo generico	0.00	-0.85	-1.04		0.000	0.000			
N5	Nodo generico	0.00	-0.90	-1.09		0.000	0.000			
N6	Nodo generico	0.00	-0.96	-1.15		0.000	0.000			
N8	Nodo generico	-0.30	-1.02	-1.21		0.000	0.000			
R	Nodo generico	-0.33	-1.04	-1.23		0.000	0.000			

DATI DEGLI ELEMENTI LINEARI						
Elemento	Nodo iniziale	Nodo finale	Tipo di elemento	Materiale	Lunghezza (m)	Valvola anti-rifl.
1	N1	N2	Ramo	PVC DE 200	20.29	no
10	B9	12	Ramo	BOCCA TARATA	2.51	no
11	12	13	Ramo	PVC DE 315	2.66	no
13	B2	B3	Ramo	PVC DE 500	44.95	no
14	B3	B4	Ramo	PVC DE 500	35.00	no
17	18	B3	Ramo	PVC DE 250	25.96	no
19	20	B4	Ramo	PVC DE 250	21.07	no
2	N2	N3	Ramo	PVC DE 200	40.83	no
21	22	B5	Ramo	PVC DE 250	18.92	no
23	24	B2	Ramo	PVC DE 250	31.55	no
25	26	B1	Ramo	PVC DE 250	15.69	no
26	28	B2	Ramo	PVC DE 250	14.63	no
29	30	B11	Ramo	PVC DE 250	13.61	no
3	N3	N4	Ramo	PVC DE 200	33.00	no
32	B4	B5	Ramo	PVC DE 500	34.98	no
33	B11	B3	Ramo	PVC DE 400	23.76	no
34	B10	B11	Ramo	PVC DE 315	21.67	no
35	B1	B2	Ramo	PVC DE 400	35.68	no
36	B5	B6	Ramo	PVC DE 630	13.70	no
37	B6	B7	Ramo	PVC DE 630	22.16	no
38	B8 VV	B7	Ramo	PVC DE 630	8.41	no
39	B7	B9	Ramo	PVC DE 630	5.74	no
4	N4	N5	Ramo	PVC DE 200	24.69	no
40	N5	N6	Ramo	PVC DE 200	30.05	no
5	N6	N8	Ramo	PVC DE 200	29.45	no
6	N8	R	Ramo	PVC DE 200	2.82	no

SOMMARIO DELLE STATISTICHE DEI SOTTOBACINI											
Sotto-bacino affidente al ramo	Nodo di Ingresso	Area (ha)	Larghezza (m)	Pendenza terreno (m/m)	% imper.	Precipit. totale (mm)	Evaporaz. totale (mm)	Infiltr. totale (mm)	Deflusso superfic. totale (mm)	Picco deflusso superfic. (m3/s)	Coeffic. di deflusso (-)
13	B2	0.07	83.516	0.002	90.00	65.181	0.671	4.002	59.379	0.00	0.911
14	B3	0.05	65.013	0.002	90.00	65.181	0.671	4.002	59.380	0.00	0.911
17	18	0.07	50.000	0.002	65.00	65.181	0.632	14.515	49.215	0.00	0.755
19	20	0.11	50.000	0.002	65.00	65.181	0.644	14.779	48.923	0.01	0.751
21	22	0.07	50.000	0.002	65.00	65.181	0.632	14.515	49.215	0.00	0.755
23	24	0.07	50.000	0.002	65.00	65.181	0.632	14.515	49.215	0.00	0.755
25	26	0.07	50.000	0.002	65.00	65.181	0.632	14.545	49.182	0.00	0.755
26	28	0.07	50.000	0.002	65.00	65.181	0.633	14.557	49.170	0.00	0.754
29	30	0.16	50.000	0.002	50.00	65.181	0.631	21.941	41.963	0.01	0.644
32	B4	0.06	72.041	0.002	90.00	65.181	0.671	4.002	59.380	0.00	0.911
33	B11	0.04	52.758	0.002	90.00	65.181	0.670	3.998	59.386	0.00	0.911
34	B10	0.03	39.886	0.004	90.00	65.181	0.660	3.691	60.391	0.00	0.927
35	B1	0.06	42.521	0.004	90.00	65.181	0.666	3.714	60.343	0.00	0.926

SOMMARIO STATISTICHE DEI NODI												
Nodo	Quota terreno (m slm)	Quota cielo (m slm)	Quota fondo (m slm)	Quota massimo accumulo (m slm)	Massima quota		Livello massimo (m)	Sovrac-carico massimo (m)	Durata sovrac-carico (min)	Volume esondato totale (mm ha)	Durata della esondaz. (min)	Errore bilancio (%)
					(m slm)	al tempo						
12	-0.33	-1.07	-1.37		0.00	0:00	0.12					0.07
13	-0.33	-1.07	-1.37		0.00	0:00	0.11					0.00
18	0.00	-0.49	-0.73		0.00	0:00	0.32	0.49	155.78			0.00
20	0.00	-0.48	-0.72		0.00	0:00	0.31	0.48	131.42			0.00
22	0.00	-0.55	-0.78		0.00	0:00	0.37	0.55	238.23			0.00
24	0.00	-0.43	-0.67		0.00	0:00	0.28	0.43	45.17			0.00
26	0.00	-0.42	-0.66		0.00	0:00	0.27	0.42	20.62			0.00
28	0.00	-0.46	-0.70		0.00	0:00	0.29	0.46	101.32			0.00
30	0.00	-0.51	-0.75		0.00	0:00	0.34	0.51	187.72			0.00
B1	0.00	-0.76	-1.17		0.00	0:00	0.78	0.76	322.75			4.60
B10	0.15	-0.55	-0.84		0.00	0:00	0.44	0.55	234.92			0.00
B11	0.00	-0.62	-1.17		0.00	0:00	0.76	0.62	306.72			3.99
B2	0.00	-0.74	-1.21		0.00	0:00	0.81	0.74	321.57			4.66
B3	0.00	-0.76	-1.26		0.00	0:00	0.85	0.76	322.63			3.01
B4	0.00	-0.76	-1.29		0.00	0:00	0.88	0.76	322.57			1.93
B5	0.00	-0.73	-1.33		0.00	0:00	0.91	0.73	321.15			1.59
B6	0.00	-0.75	-1.34		0.00	0:00	0.92	0.75	321.75			1.42
B7	0.00	-0.26	-1.36		0.00	0:00	0.95					1.06
B8 VV	0.00	-0.21	-0.80	0.00	0.00	0:00	0.38					0.00
B9	-0.30	-0.77	-1.37		0.00	0:00	0.95	0.77	323.02			0.53
N1	0.00	-0.67	-0.85		0.00	0:00	0.00					0.00
N2	0.00	-0.71	-0.90		0.00	0:00	0.00					0.00
N3	0.00	-0.79	-0.98		0.00	0:00	0.00					0.00
N4	0.00	-0.85	-1.04		0.00	0:00	0.00					0.00
N5	0.00	-0.90	-1.09		0.00	0:00	0.00					0.00
N6	0.00	-0.96	-1.15		0.00	0:00	0.00					0.00
N8	-0.30	-1.02	-1.21		0.00	0:00	0.00					0.00
R	-0.33	-1.04	-1.23		0.00	0:00	0.00					0.00

SOMMARIO STATISTICHE NODI DI ACCUMULO						
Nodo	Volume medio		Volume massimo			Portata massima in uscita (m3/s)
	(1000 m3)	(%)	(1000 m3)	(%)	al tempo	
B8 VV	0.1084	9	0.2275	20	3:03	0.0808

SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO			
Nodo	Frequenza flusso (%)	Portata media (m3/s)	Portata max (m3/s)
13	97.13	0.0176	0.0193

SOMMARIO STATISTICHE DEGLI ELEMENTI LINEARI															
Elemento	Tipo di elemento	Pendenza ramo	Altezza sezione (m)	Area sezione piena (m2)	Raggio idraulico sez.piena (m)	Portata di moto uniforme (m3/s)	Portata max di calcolo		Velocità max di calcolo		Portata massima normalizzata	Livello massimo		Livello massimo normalizzato	Durata sovraccarico (min)
							(m3/s)	al	(m/s)	al		(m)	al		
1	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
10	Ramo	0.00115	0.080	0.005	0.020	0.0011	0.019	3:04	3.83	3:04	17.04	0.080	0:14	1.000	346.00
11	Ramo	0.00012	0.297	0.069	0.074	0.0119	0.019	3:04	0.81	3:04	1.62	0.112	3:04	0.377	
13	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.019	3:00	0.34	0:09	0.16	0.471	0:38	1.000	321.57
14	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.038	3:00	0.49	0:13	0.31	0.471	0:36	1.000	323.77
17	Ramo	0.01046	0.235	0.044	0.059	0.0606	0.004	0:41	0.70	0:23	0.07	0.235	2:01	1.000	155.75
19	Ramo	0.01351	0.235	0.044	0.059	0.0689	0.006	3:00	0.88	0:24	0.09	0.235	2:10	1.000	131.40
2	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
21	Ramo	0.01138	0.235	0.044	0.059	0.0632	0.011	5:59	0.72	0:23	0.17	0.235	1:33	1.000	238.22
23	Ramo	0.01051	0.235	0.044	0.059	0.0608	0.004	3:00	0.70	0:23	0.07	0.235	2:39	1.000	45.12
25	Ramo	0.02183	0.235	0.044	0.059	0.0876	0.005	3:00	0.92	0:23	0.05	0.235	2:47	1.000	20.55
26	Ramo	0.02070	0.235	0.044	0.059	0.0853	0.004	3:00	0.91	0:23	0.05	0.235	2:20	1.000	101.28
29	Ramo	0.00797	0.235	0.044	0.059	0.0529	0.009	0:45	0.76	0:35	0.17	0.235	1:49	1.000	187.70
3	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
32	Ramo	0.00100	0.471	0.174	0.118	0.1202	0.047	3:00	0.59	0:12	0.39	0.471	0:34	1.000	325.70
33	Ramo	0.00126	0.377	0.111	0.094	0.0738	0.012	3:00	0.45	0:10	0.17	0.377	0:35	1.000	324.25
34	Ramo	0.01512	0.297	0.069	0.074	0.1364	0.006	0:41	0.40	0:03	0.04	0.297	1:31	1.000	234.90
35	Ramo	0.00100	0.377	0.111	0.094	0.0657	0.008	3:00	0.29	0:06	0.12	0.377	0:35	1.000	324.48
36	Ramo	0.00100	0.593	0.276	0.148	0.2204	0.050	3:00	0.62	0:08	0.23	0.593	0:38	1.000	321.15
37	Ramo	0.00100	0.593	0.276	0.148	0.2204	0.050	3:00	0.53	0:10	0.23	0.593	0:38	1.000	321.75
38	Ramo	0.00595	0.593	0.276	0.148	0.5375	0.081	5:58	0.72	5:59	0.15	0.408	3:04	0.688	
39	Ramo	0.00100	0.593	0.276	0.148	0.2204	0.019	3:04	0.73	0:09	0.09	0.593	0:37	1.000	322.67
4	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
40	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
5	Ramo	0.00200	0.188	0.028	0.047	0.0147	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	
6	Ramo	0.00660	0.188	0.028	0.047	0.0268	0.000	0:00	0.00	0:00	0.00	0.000	0:00	0.000	

SOMMARIO STATISTICHE PORTATE									
Ramo	Lunghezza equival. / iniziale	Frazione temporale per ciascuna condizione							Media numero di Froude
		asciutto	asciutto a monte	asciutto a valle	Q sub- critica	Q super- critica	Q crit. a monte	Q crit. a valle	
1	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
10	1.000	0.02	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	3.8517
11	1.000	0.03	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.7429
13	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0343
14	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0544
17	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1060
19	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1399
2	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
21	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1121
23	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1103
25	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1463
26	1.000	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.07	0.1411
29	1.000	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.10	0.1517
3	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
32	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0652
33	1.000	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.03	0.0414
34	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0327
35	1.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.0267
36	1.000	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.0437
37	1.000	0.01	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.0382
38	1.000	0.09	0.01	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.0850
39	1.000	0.02	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.0309
4	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
40	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
5	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
6	1.000	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000