



COMUNE DI FANO

Provincia di Pesaro e Urbino

SETTORE 5° - LL.PP. - URBANISTICA

U.O. NUOVE OPERE

**COSTRUZIONE DI POLO SCOLASTICO IN
LOCALITA' CUCCURANO CARRARA -
LOTTO 1 - SCUOLA ELEMENTARE CON
PALESTRA.**

PROGETTO DEFINITIVO

COLLETTORE FOGNATURA ACQUE BIANCHE

RELAZIONE SPECIALISTICA

RETI FOGNARIE E INVARIANZA IDRAULICA:

I&A Idraulica & Ambiente Srl

SOCIETÀ DI INGEGNERIA - VIA B. BEDOSTI, 21 - 61122 PESARO

TEL. E FAX. +39 0721 453542 - E-mail ingegneria@idraulicaeambiente.it

Dott. Ing. Giacomo Furlani

DATA: GIUGNO 2015

SCALA:

TAVOLA

AGGIORNAMENTO:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	ANALISI DELLE PIOGGE.....	5
3	GLI INTERVENTI DI PROGETTO – FOGNATURA BIANCA	7
3.1	I PRINCIPALI PARAMETRI PROGETTUALI E LE PROCEDURE DI DIMENSIONAMENTO ADOTTATE - FOGNATURA BIANCA	9
3.2	I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE	13
4	I PRINCIPALI MATERIALI IMPIEGATI.....	14
4.1	TUBI IN PVC	15
4.2	VASCA DI LAMINAZIONE	15
4.3	CAMERETTE D'ISPEZIONE E PROLUNGHE PREFABBRICATE	16
4.4	POZZETTI RACCOLTA ACQUE STRADALI	16
4.5	DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI CORONAMENTO (CHIUSINI E GRIGLIE) PER FOGNATURA.....	16
4.6	VALVOLA ANTIRIFLUSSO E TUBO DERIVATORE	17
5	ALLEGATO 1 – PRINCIPALI VERIFICHE DI CALCOLO DELLA RETE PER ACQUE METEORICHE	18
6	ALLEGATO 2 – SCHEMA TOPOLOGICO.....	43
7	ALLEGATO 3 – COEFFICIENTI DI DEFLUSSO.....	45

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1: SINTESI DEI COSTI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE FOGNARIE BIANCHE	4
TABELLA 2: PARAMETRI “N, A” E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	6
TABELLA 3: VALORI DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO IMPIEGATI.	9
TABELLA 4: CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	9
TABELLA 5 VERIFICHE E SIMULAZIONI EFFETTUATE IN MOTO VARIO	14

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO	4
FIGURA 2 CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI FANO.....	6

1 PREMESSA

La presente relazione specialistica segue la medesima relazione relativa al dimensionamento del sistema fognario per la raccolta delle acque meteoriche e di quelle nere nella **“COSTRUZIONE POLO SCOLASTICO IN LOCALITA’ CUCCURANO – CARRARA - LOTTO 1 SCUOLA EMENTARE CON PALESTRA – NUOVA STRADA DI ACCESSO”** datata DICEMBRE 2014.

Il presente progetto delle opere fognarie, facente parte appunto di quello complessivo di cui sopra datato dicembre 2014 è invece denominato **“COSTRUZIONE DI POLO SCOLASTICO IN LOCALITA’ CUCCURANO – CARRARA LOTTO 1^ – SCUOLA ELEMENTARE CON PALESTRA” - “COLLETTORE FOGNATURA ACQUE BIANCHE”** e riguarda, così come chiaramente illustrato negli elaborati grafici allegati (si veda in particolare la TAV. C02 – PLANIMETRIA DI PROGETTO) la realizzazione delle sole acque bianche.

La presente relazione specialistica è relativa al dimensionamento del sistema fognario per la raccolta delle acque meteoriche nella **“COSTRUZIONE POLO SCOLASTICO IN LOCALITA’ CUCCURANO – CARRARA - LOTTO 1 SCUOLA EMENTARE CON PALESTRA”**. Il presente progetto delle opere fognarie, facente parte di quello complessivo del POLO SCOLASTICO è denominato **“COLLETTORE FOGNATURA ACQUE BIANCHE”**.

L’Amministrazione Comunale ha manifestato la volontà di procedere dividendo in lotti la realizzazione dell’opera, prevedendo:

- Nel lotto 1: la costruzione della strada di accesso (attualmente in corso di realizzazione) , della scuola primaria elementare e della palestra e delle relative opere di urbanizzazione;
- Nel lotto 2: la scuola materna e i locali di servizio, cucina e biblioteca.

Inoltre, in considerazione che le opere del 1° LOTTO saranno realizzate per stralci, anche il progetto del sistema fognario è stato previsto secondo due stralci funzionali e funzionanti:

- **1° STRALCIO (opere in corso di realizzazione):** realizzazione totale delle opere fognarie delle acque reflue (nere) con recapito nella fognatura comunale esistente in Via M. Biagi e di quelle per acque meteoriche (bianche) relative alla sola nuova strada di accesso dotate di un proprio sistema di laminazione costituito da una serie di pozzi disperdenti con recapito quindi su suolo (per una visione d’insieme si veda la TAV. C08 “Reti smaltimento acque bianche, nere e opere di laminazione” del citato progetto **“COSTRUZIONE DI POLO SCOLASTICO IN LOCALITA’ CUCCURANO – CARRARA – SCUOLA ELEMENTARE CON PALESTRA - NUOVA STRADA DI ACCESSO – SCUOLA MATERNA”**)

- **2° STRALCIO:** completamento delle opere di smaltimento delle acque meteoriche relative all'intero polo scolastico e del relativo sistema di laminazione (dimensionato idraulicamente per l'intero intervento comprensivo anche della strada di accesso) costituito da una vasca in linea con recapito finale sul Fosso della Carrara (**opere del presente progetto**).

Di seguito, per una visione d'insieme delle opere, si riporta una breve descrizione del nuovo Polo Scolastico che prevede la realizzazione di una scuola primaria e di una scuola materna. La scuola primaria, prevista nel 1° LOTTO, è stata dimensionata per ospitare 2 cicli per un massimo di 280 alunni.

L'accesso alla scuola primaria è posizionato all'interno del cortile. Si compone di 10 aule, quattro laboratori, aula di sostegno, aula per insegnanti, bidelleria e servizi.

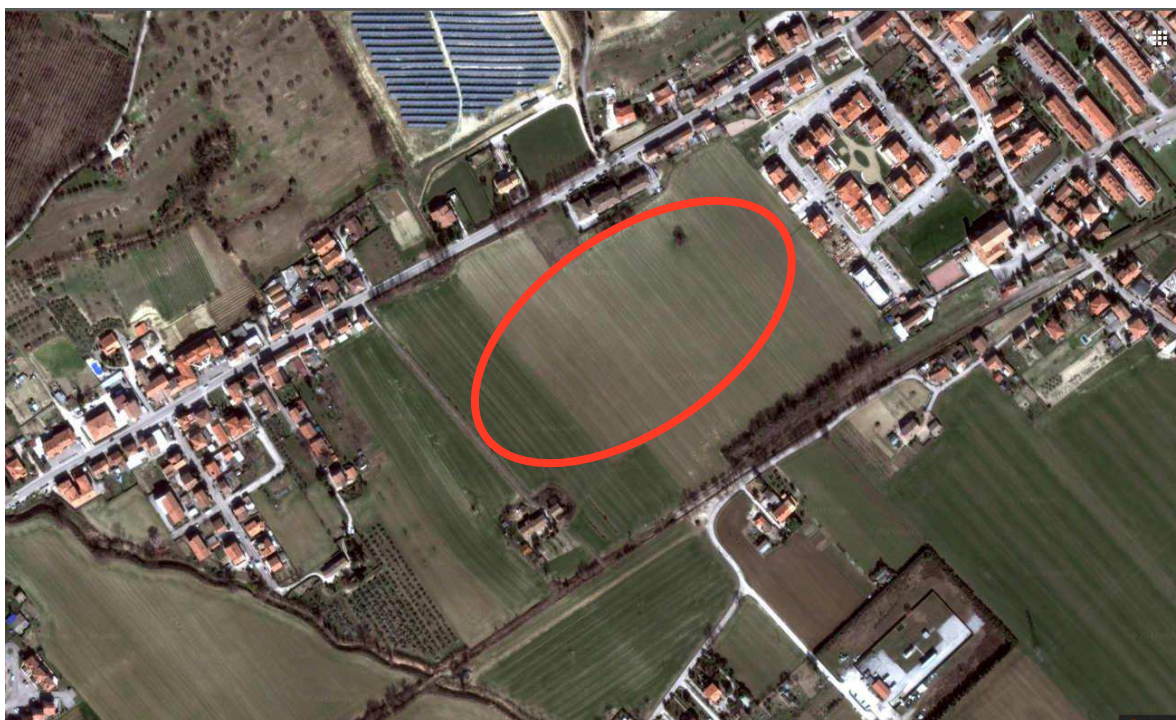
In adiacenza alla scuola primaria ma con accesso separato dal cortile c'è la palestra. La biblioteca verrà realizzata invece con il Lotto 2.

Nel progetto è prevista, sempre nel 1° LOTTO, anche la realizzazione della strada di accesso provvisorio alla scuola il cui tracciato, nel pieno rispetto della previsione di PRG, costituisce la prosecuzione di Via Marco Biagi ed ha uno sviluppo complessivo di circa 300 m. In adiacenza all'accesso carrabile della scuola verranno posti di sosta per auto, moto e scuolabus.

La scuola materna, prevista nel 2° LOTTO, è stata dimensionata per ospitare 6 sezioni per un massimo di 180 bambini. L'accesso della scuola dell'infanzia è posto sul lato nord dell'edificio e prevede una doppia porta di ingresso con uno spazio riservato all'accoglienza dei bambini. Si compone di sei aule, tre laboratori destinati ad altre attività quali: psicomotricità, pittura e logico matematiche e la "stanza magica" per drammatizzazioni e attività varie. Gli spazi destinati al connettivo e servizi comprendono: bidelleria con spogliatoi e servizi, aula insegnanti, infermeria, ripostiglio/lavanderia e bagno per disabili. Sempre nell'ambito degli interventi del 2° LOTTO, è prevista anche la realizzazione della cucina e della biblioteca, oltre ad alcuni locali di servizio.

L'area oggetto della futura edificazione (Figura 1) si presenta pianeggiante e rappresenta un "vuoto" posto all'interno di un tessuto urbano caratterizzato da una edilizia puntiforme costituita prevalentemente da edifici destinati ad abitazioni unifamiliari sorti nel dopoguerra.

Figura 1: Inquadramento dell'area di intervento



Tali edifici furono collocati lungo l'asse viario della Via Flaminia senza un disegno urbanistico precostituito. Negli ultimi anni è stato realizzato nelle vicinanze del lotto destinato a scuola il complesso edilizio della lottizzazione San Biagio con indirizzo esclusivamente residenziale. La costruzione della nuova scuola dunque è una occasione importante per ricomporre e qualificare un'area che vede la presenza di un tessuto urbano anonimo, generico e confuso, con lo scopo di conseguire un buon livello di qualità urbana e architettonica.

Le opere fognarie di tipo bianco descritte nella presente relazione sono caratterizzate da un costo complessivo pari a euro 270 000,00.

Tabella 1: Sintesi dei costi per la realizzazione delle opere fognarie bianche

	COSTO OPERE [€]	INCIDENZA SICUREZZA [%]	INCIDENZA MANO D'OPERA [%]
FOGNA BIANCA	270 000,00	3,273%	38%

Nel seguito della presente relazione specialistica si riporta l'analisi delle piogge assunte per il dimensionamento delle opere fognarie di tipo bianco, quindi si riporta la descrizione dei principali parametri progettuali e di dimensionamento adottati, si illustrano i relativi risultati e quindi si allega una descrizione dei principali materiali costituenti le opere.

Nelle fasi successive della progettazione andranno verificate e definite puntualmente le scelte fatte .

2 ANALISI DELLE PIOGGE

Il presente capitolo riguarda l'elaborazione statistica del campione (o dei campioni) delle misure della variabile idrologica pioggia con lo scopo di definire la forma della funzione di distribuzione di probabilità (FDP) della variabile medesima, ossia il legame tra la variabile e il tempo di ritorno (il numero medio di anni che occorre aspettare per il primo superamento di un generico valore x proveniente da una serie di dati e si ricava dal processo dei massimi annuali mediante la relazione $T(x) = E[N_x] = \frac{1}{1 - F(x)}$; è inoltre legato

alla probabilità che x sia superato almeno una volta in n anni tramite la relazione $P = 1 - \frac{1}{T}$ che a sua volta risulta legata al *rischio* $R = 1 - P$):

$$X_T = X(T)$$

Nel caso in oggetto, il legame tra la variabile e il tempo di ritorno viene individuato elaborando i suoi massimi annui misurati in una serie di anni, anche non consecutivi, procedura definita come elaborazione della serie dei massimi annui (AM). La stima della (FDP) della variabile idrologica altezza di pioggia è ottenuta da un unico campione di dati misurati. Il campione, a parte un'annata, è stato misurato presso l'Osservatorio Meteorologico Valerio, ubicato nella parte centrale della città di Pesaro. La FDP prescelta è quella di Gumbel in cui la distribuzione del massimo valore, l'altezza di precipitazione massima caduta in un intervallo prescelto, tra M valori di una variabile casuale, segue la cosiddetta prima legge asintotica del massimo valore (o di Gumbel appunto), quando M è sufficientemente grande, come si vedrà nel prossimo paragrafo.

Al fine di calcolare le portate di pioggia, occorrono pertanto informazioni sull'idrologia della zona. Queste informazioni possono essere riassunte dalla relazione a due parametri denominata legge di probabilità pluviometrica o curva segnatrice di possibilità climatica che lega le altezze di pioggia con le durate di pioggia con l'espressione seguente:

$$h = at^n$$

Per la stima di a e n è necessario raccogliere i dati di pioggia riportati dai pluviografi che nel caso in questione possono essere ben rappresentati dal pluviometro di Fano facente parte dell'ex Servizio Idrografico Nazionale sezione di Bologna ora gestito dalla Protezione Civile Regionale.

Nel caso in esame di stima della portata al colmo, le piogge d'interesse, cautelativamente, sono quelle conseguenti alle precipitazioni di massima intensità per tempi di pioggia superiori all'ora.

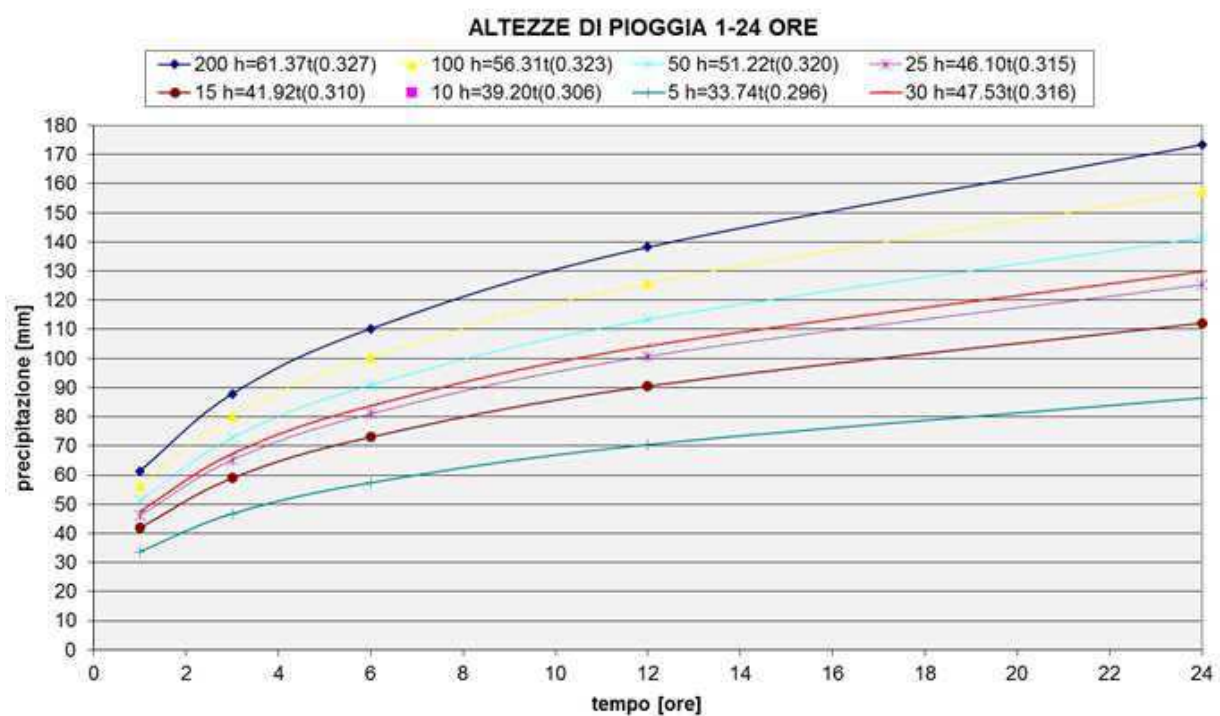
Si sono costruite differenti curve di possibilità climatica per diversi tempi di ritorno ($Tr = 200$ anni, $Tr = 100$ anni, $Tr = 50$ anni, $Tr = 30$ anni, $Tr = 25$ anni, $Tr = 15$ anni, $Tr = 10$ anni, $Tr = 5$ anni) tramite l'uso della legge di probabilità di Gumbel che lega i valori estremi di pioggia della precedente tabella con la probabilità di avere valori minori di quelli considerati. Tramite tale procedimento matematico è possibile calcolare la curva di possibilità climatica stimando i parametri a e n con il metodo dei minimi quadrati riassunti nella sottostante Tabella 2.

Tabella 2: Parametri “ n , a ” e curve di possibilità climatica

Tr (anni)	n	a	$h = at^n$
200	0.327	61.37	$h = 61,37t^{0.327}$
100	0.323	56.31	$h = 56,31t^{0.323}$
50	0.320	51.22	$h = 51,22t^{0.320}$
30	0.316	47.53	$h = 47,53t^{0.316}$
25	0.315	46.10	$h = 46,10t^{0.315}$
15	0.310	41.92	$h = 41,92t^{0.310}$
10	0.306	39.20	$h = 39,20t^{0.306}$
5	0.296	33.74	$h = 33,74t^{0.296}$

Le curve elencate nella precedente Tabella 2 sono riassunte nella seguente Figura 2, in cui si mostra per i 8 differenti valori del tempo di ritorno l'andamento delle precipitazioni sempre per durate comprese fra 1 – 24 ore.

Figura 2 Curva di possibilità pluviometrica di Fano



3 GLI INTERVENTI DI PROGETTO – FOGNATURA BIANCA

Il sistema di fognatura delle acque meteoriche a servizio del POLO SCOLASTICO, così come riportato nella tavola di progetto TAV. C02 PLANIMETRIA DI PROGETTO, verrà realizzato con tubazioni in PVC di classe di rigidità SN 8 e conformi alla norma UNI EN 1401 ed elementi9 scatolari preformati o gettati in opera. Le tubazioni in PVC per la fognatura bianca avranno diametro variabile tra DN 500 e DN 630 e pendenza pari allo 0,1%.

Verranno realizzati pozzetti di ispezione di dimensioni interne minime 80x80 cm ed altezza variabile in funzione dello scorrimento della tubazione in corrispondenza di:

- cambi di direzione, diametro, livelletta;
- immissioni e confluenze;
- inizio spine di fognatura primaria;
- allacci di reti;
- mediamente ogni 30 - 40 m di condotta.

Come riportato nella PREMESSA della presente Relazione Specialistica in considerazione che le opere del 1° LOTTO saranno realizzate per stralci, anche il progetto del sistema fognario, laminazione compresa, è stato previsto secondo due stralci funzionali e funzionanti:

- **1° STRALCIO:** realizzazione totale delle opere fognarie delle acque reflue (nere) con recapito nella fognatura comunale esistente in Via M. Biagi e di quelle per acque meteoriche (bianche) relative alla sola nuova strada di accesso dotate di un proprio sistema di laminazione costituito da una serie di pozzi disperdenti con recapito quindi su suolo (**opere in corso di realizzazione** – si veda per una visione d’insieme la TAV. C08 “Reti smaltimento acque bianche, nere e opere di laminazione” del citato progetto “COSTRUZIONE DI POLO SCOLASTICO IN LOCALITA’ CUCCURANO – CARRARA – SCUOLA ELEMENTARE CON PALESTRA E NUOVA STRADA DI ACCESSO – SCUOLA MATERNA”)
- **2° STRALCIO:** completamento delle opere di smaltimento delle acque meteoriche relative all’intero polo scolastico e del relativo sistema di laminazione (dimensionato per l’intero intervento, strada di accesso compresa) costituito da una vasca in linea con recapito finale sul Fosso della Carrara (**opere del presente progetto**).

Quindi il sistema di laminazione sarà costituito:

- per il primo stralcio da pozzi disperdenti funzionanti anche come recapito su suolo realizzati unitamente alla strada di accesso (opere in corso di realizzazione);
- per il secondo stralcio da una vasca scatolare con pendenza pari allo 0,5‰ e recapito nel Fosso della Carrara da realizzarsi unitamente agli edifici della scuola primaria e della palestra (opere del presente progetto).

I pozzi disperdenti saranno collegati tra loro in parallelo attraverso una tubazione, alla cui estremità di valle, una volta che sarà realizzato il sistema di smaltimento fino al Fosso della Carrara, verrà installata una valvola di non ritorno. In caso di forti piene che interesseranno il suddetto corso d'acqua, onde evitare la generazione di allagamenti dovuti al rigurgito causato dal livello idrico dello stesso, la valvola sarà in grado di chiudersi autonomamente isolando il collettore stradale per proteggerlo dall'innalzamento della quota dei livelli nella vasca stessa e nel Fosso della Carrara. La fognatura delle acque meteoriche a servizio della nuova strada di accesso saranno asservite prima di giungere nei pozzi da un disoliatore con filtro a coalescenza al fine di tutelare nel tempo la qualità del recapito.

Per quanto riguarda il secondo sistema di laminazione questo sarà costituito da una vasca in linea costituito da un insieme di elementi scatolari preformati a tenuta idraulica in calcestruzzo avente superficie pari a $1,50 \text{ m}^2/\text{m}$ di lunghezza. Avendo il sistema una lunghezza pari a circa 322 metri, il volume complessivo della vasca sarà pari a oltre 480 mc e quindi superiore al fabbisogno di calcolo stimato per l'intero comparto (strada di accesso compresa) in circa 430 mc. Ai 480 mc utili andrebbe inoltre sommato l'80% del volume delle condotte e dei manufatti e soprattutto il volume dei pozzi (60 mc) che saranno impiegati nel primo stralcio legato alla realizzazione della strada di accesso.

La vasca sarà di fatto posta in linea alla rete fognaria con scarico sul Fosso della Carrara tramite un manufatto dotato di un tronchetto tarato per permettere il deflusso della sola portata di taglio che si origina nell'intervento e di uno scarico di troppo pieno in caso di riempimento del volume preposto a laminazione. Per il dettaglio dei calcoli di dimensionamento si rimanda allo specifico elaborato denominato "RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO DELL'INVARIANZA IDRAULICA".

Occorre sottolineare che stante il coefficiente di deflusso equivalente calcolato per l'area d'intervento (Tabella 4) il volume specifico per ettaro impermeabile sarebbe, senza condotte, è pari a oltre $440 \text{ mc/ha}_{\text{imp}}$.

Con i suddetti sistemi di laminazione non vi sarà di fatto un incremento di portata verso i recapiti rispetto alla situazione attuale.

Infine visto che nell'ambito del medesimo comparto n. ST5-P31 ove ricade il POLO SCOLASTICO (superficie pari a circa 2,03 ha) è previsto anche un importante intervento di edilizia residenziale (superficie pari a circa 5,19 ha) il collettore di recapito è stato dimensionato, in caso di necessità, per l'intera superficie pari a circa 7,22 ha fermo restando che le aree diverse da quelle del POLO SCOLASTICO dovranno provvedere in maniera autonoma alla realizzazione di un proprio sistema di laminazione prima di immettersi nella fognatura nel rispetto della normativa vigente L.R. n. 22 del 23/11/2011 e D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 in materia.

Per questo la fognatura per le acque bianche è stata verificata sia per l'apporto idrico derivante dal polo scolastico e dalla strada di accesso che dal comparto residenziale. In allegato si riportano due elaborati, Tavola T1 "SCHEMA TOPOLOGICO" e Tavola T2 "COEFFICIENTI DI DEFLUSSO, relativi allo schema di rete fognario adottato e alla relativa area afferente.

Le opere sono state progettate nel rispetto del Regio Decreto n. 523 del 25.07.1904 con particolare riguardo all'art. 96 Articolo 96 "Lavori ed atti vietati in modo assoluto sulle acque pubbliche" e Articolo 97 "Opere ed atti che si possono eseguire con speciale permesso".

Per quanto riguarda gli interventi sul corso d'acqua, tra le opere di progetto sono previsti inoltre interventi di:

- pulizia mediante il taglio selettivo della vegetazione a terra ed interferente con la portata del Fosso;
- rimozione dei sedimenti sul Fosso della Carrara con particolare riguardo ai quelli presenti sul ponticello dell'ex ferrovia Fano – Urbino;
- rivestimento con materassi tipo Reno o altro sistema antierosivo del canale di immissione per il collegamento tra la vasca di laminazione e l'alveo del fosso;
- posizionamento di massi ciclopici con funzione anti erosiva.

3.1 I PRINCIPALI PARAMETRI PROGETTUALI E LE PROCEDURE DI DIMENSIONAMENTO ADOTTATE - FOGNATURA BIANCA

Il dimensionamento delle condotte per la portata di massima piena, con tempo di ritorno pari a 15 e 30 anni, è stata effettuata sulla base delle metodologie riportate nel proseguo della relazione, utilizzando i coefficienti di deflusso riportati nelle seguenti Tabella 3 e Tabella 4.

Tabella 3: Valori dei coefficienti di deflusso impiegati.

Tipologia superficie	ϕ
Giardini ed aree verdi	0,20
Strade e aree impermeabili	0,90

Con riferimento alla precedente Tabella 3 e alla Tavola T2 "COEFFICIENTI DI DEFLUSSO" riportata in allegato, nella seguente Tabella 4 si riporta il calcolo del coefficiente di deflusso assunto nei calcoli della fognatura e del sistema di laminazione a servizio del Comparto.

Tabella 4: Calcolo del coefficiente di deflusso

	superficie (mq)	coefficiente di deflusso
aree verdi	8232,06	0,2
edifici e marciapiedi	8579,77	0,9
Strade	3504,38	0,9
totale	20316,21	
coefficiente di deflusso equivalente		0,62

Per quanto riguarda gli eventi meteorici di riferimento di cui al precedente capitolo, la durata di pioggia considerata critica, che determina cioè il valore di colmo dell'idrogramma di piena, è stata assunta, nei calcoli di dimensionamento definitivo, pari al tempo di corrivazione t_c del bacino preso in esame.

Per il bacino in oggetto tale tempo è stato calcolato utilizzando la formula:

$$t_{c(Ai)} = t_{ai} + t_{ri}$$

dove:

$$t_{ai} = 5 \text{ min}$$

è il tempo di ingresso in rete che è stato stimato con il modello del “condotto equivalente” espresso tramite la formulazione di Mignosa-Paoletti in funzione dei seguenti parametri caratteristici dell'i-esimo sottobacino:

- pendenza media;
- superficie;
- coefficiente di afflusso medio;
- parametri della curva segnalatrice di possibilità climatica;
- tempo di rete.

$$t_{ri} = 10 \text{ min}$$

è il tempo di rete che viene stimato secondo la seguente espressione:

$$t_{ri} = \sum \frac{L_i}{V_{ui}}$$

Il tempo di corrivazione risulta pertanto pari a circa $t_c = 15 \text{ min}$.

Nella pratica ingegneristica italiana è consuetudine utilizzare il metodo cinematico, ovvero il metodo del volume d'invaso per dimensionare e verificare reti di fognatura per acque di pioggia. Tali metodi, com'è noto, hanno nelle ipotesi di moto uniforme nei condotti e di sbocco non rigurgitato due delle condizioni maggiormente vincolanti e riduttive per interpretare correttamente il reale funzionamento delle reti.

Nella stesura del presente progetto si è quindi proceduto dapprima all'applicazione del metodo del volume d'invaso. Nell'ambito di tale metodo il volume specifico dei piccoli invasi è stato posto pari a $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ per la parte di rete in progetto e per quella esistente con piogge caratterizzate dal tempo di ritorno di progetto. L'espressione utilizzata per il calcolo della portata udometrica fa riferimento al funzionamento dei condotti a superficie libera. Dall'equazione di continuità e da quella di moto uniforme, con l'ipotesi semplificativa che

regola la SCALA DI DEFLUSSO: $q = c\omega^\alpha$, ponendo $\alpha = 1$, si giunge all'espressione della PORTATA UDOMETRICA Q_{ud} che è la massima portata generata dall'equazione di progetto:

$$Q_{ud} = 2168 \frac{n(\Psi \cdot a)}{(v^{n-1})A}$$

dove: a = coeff. della curva segnalatrice di possibilità climatica;
 n = esponente della curva segnalatrice di possibilità climatica;
 Ψ = coeff. di afflusso;
 v = volume specifico di invaso.

Infine, per il dimensionamento definitivo, partendo per le verifiche di progetto dai diametri individuati con il metodo dell'invaso, è stato applicato il modello SWMM (Storm Water Management Model), prodotto ed aggiornato da USEPA (United States Environmental Protection Agency), modello tra i più utilizzati, conosciuti, apprezzati in tutto il mondo.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie SWMM considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. E' quest'ultima la componente nel nostro caso maggiormente rappresentativa. La capacità del "serbatoio" rappresenta la capacità massima di accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici urbane e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate.

Nella logica del modello utilizzato il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale. L'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio teorico. L'infiltrazione può essere modellata sia secondo l'equazione di Horton, sia secondo l'equazione di Green-Ampt. Nel caso in cui l'infiltrazione e l'evaporazione risultino potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso risulta ovviamente nullo.

Il processo prima descritto viene ripetuto per ogni area elementare schematizzata ed è rappresentato matematicamente dalla soluzione del sistema seguente di equazioni differenziali costituito dall'equazione di bilancio di massa

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d(A \cdot d)}{dt} = A \cdot i_e - Q$$

dove:

- $V = A d$ è il volume d'acqua accumulato sulla superficie del bacino in un generico istante;
 A è l'area del bacino;
 d è lo spessore della lama d'acqua sul bacino che varia nel tempo durante l'evento meteorico;
 t è la variabile indipendente tempo;
 i_e è l'intensità di pioggia netta, cioè l'intensità di pioggia depurata dall'intensità dell'evaporazione e dell'infiltrazione;
 Q è la portata del deflusso superficiale, cioè la portata che, caduta sulla superficie del sottobacino in esame, giunge ai condotti di fognatura;

e dall'equazione del moto che descrive il deflusso dell'acqua sulla superficie del bacino in condizioni di moto uniforme

$$Q = A_c \cdot \frac{R^{2/3} \cdot S_0^{1/2}}{n} = W(d - d_p) \cdot \frac{k^{2/3} \cdot S_0^{1/2}}{n}$$

dove:

- W è la larghezza del fronte di deflusso superficiale, nell'ipotesi che il bacino possa essere schematizzato come una doppia falda inclinata verso il condotto di fognatura
 d_p è la massima capacità distribuita d'accumulo superficiale
 R il raggio idraulico della lama che defluisce sulla superficie e che può essere approssimato in $(d - dp)$ essendo lo spessore della lama molto contenuto rispetto al suo fronte
 S_0 la pendenza media della superficie della falda del bacino

I parametri di taratura per il deflusso superficiale sono quindi la larghezza del fronte di deflusso superficiale che è stato posto pari alla radice quadrata dell'area, e la massima capacità distribuita di accumulo superficiale posta pari a 1 mm ed a 5 mm rispettivamente per le superfici permeabili ed impermeabili. I coefficienti utilizzati nella legge di infiltrazione di Horton sono stati posti rispettivamente pari a 1 mm/h, 0.5 mm/h e 0.00115 per l'infiltrazione al tempo zero, a tempo infinito e per il coefficiente della curva esponenziale.

Il deflusso superficiale raggiunge quindi la rete di fognatura e la sua propagazione viene simulata attraverso le equazioni complete di Saint-Venant scritte nella maniera di seguito descritta.

L'equazione di bilancio di massa può essere scritta come:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

dove

Q è la portata nel condotto finzione del tempo e dello spazio

x l'ascissa longitudinale del condotto, variabile spazio

A la sezione del condotto di fognatura

t la variabile indipendente tempo

g l'accelerazione di gravità

H è il carico piezometrico $z+y$, con z quota di scorrimento e y tirante idrico

S_f la pendenza della linea dei carichi rappresentata nella forma

$$S_f = \frac{Q \cdot |v|}{n^2 \cdot A \cdot R^{4/3}}$$
 dove R rappresenta il raggio idraulico del condotto, v la velocità nel condotto e n il suo coefficiente di Manning.

Il modello consente una buona rappresentazione del reale comportamento dinamico della rete, anche in condizioni di corrente in pressione, di sbocco non libero e di esondazione in corrispondenza di alcuni pozzetti. Il coefficiente di Manning è stato posto pari a 0.0125, 0.04 e 0.2 s^{1/3}/m rispettivamente per le tubazioni, per le superfici impermeabili e per quelle permeabili.

SWMM permette quindi di:

- valutare il reale comportamento delle reti sollecitate da eventi di pioggia descritti dalla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno di progetto, di intensità costante e durata variabile;
- modificare il dimensionamento scaturito dai metodi semplificati scegliendo sezioni di dimensioni diverse, pendenze e condizioni d'innesto idonee per realizzare il miglior stato di funzionamento e di sicurezza del sistema drenante ovvero per realizzare, in zone particolari, una medesima sicurezza con dimensioni dei condotti minori di quelle ottenute con i metodi semplificati.
- verificare il funzionamento della rete con sbocco rigurgitato;
- verificare il quantitativo di acqua in transito in una determinata sezione di interesse e stabilire di conseguenza l'effettiva necessità di laminazione.

3.2 I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE

In allegato (ALLEGATO 1) si fornisce una sintesi dei risultati delle verifiche del comportamento della rete durante la precipitazione di progetto con assegnato tempo di ritorno. Nella Tavola T1 "SCHEMA TOPOLOGICO" riportata sempre in allegato, si illustra lo schema di calcolo assunto nelle verifiche idrauliche della rete fognaria per acque meteoriche. L'allegato di calcolo indica, fra gli altri dati, il massimo

valore del livello idrico nei manufatti e nei condotti, la portata e la velocità massima nei condotti e la durata del moto in pressione.

Nella sottostante Tabella 5 sono elencati i casi oggetto di simulazione e precisamente:

Tabella 5 Verifiche e simulazioni effettuate in moto vario

NUMERO VERIFICA	OGGETTO VERIFICA	DURATA E TEMPO DI RITORNO PRECIPITAZIONE	NOTA
01 001_TR_15_TC_15	VERIFICA/PROGETTO DELLA RETE DI FOGNATURA	DURATA PRECIPITAZIONE 15 MINUTI SBOCCO LIBERO $T_R = 15$ ANNI	SIMULAZIONE CON SBOCCO LIBERO NEL FOSSO DELLA CARARA
02 001_TR_30_TC_15	VERIFICA/PROGETTO DELLA RETE DI FOGNATURA	DURATA PRECIPITAZIONE 15 MINUTI SBOCCO LIBERO $T_R = 30$ ANNI	SIMULAZIONE CON SBOCCO LIBERO NEL FOSSO DELLA CARARA
03 001_TR_15_TC_15	VERIFICA/PROGETTO DELLA RETE DI FOGNATURA	DURATA PRECIPITAZIONE 15 MINUTI SBOCCO SBOCCO RIGURGITATO +1,00 $T_R = 15$ ANNI	SIMULAZIONE CON SBOCCO RIGURGITATO NEL FOSSO DELLA CARRARA
04 001_TR_30_TC_120	VERIFICA/PROGETTO DELLA RETE DI FOGNATURA	DURATA PRECIPITAZIONE 120 MINUTI SBOCCO RIGURGITATO +1,00 $T_R = 30$ ANNI	SIMULAZIONE CON SBOCCO RIGURGITATO NEL FOSSO DELLA CARRARA

4 I PRINCIPALI MATERIALI IMPIEGATI

Le opere in progetto prevedono l'utilizzo dei seguenti principali materiali:

- PVC SN8 UNI EN1401;
- Vasca di laminazione (UNI EN 14844 calcestruzzo prefabbricato autoportante a sezione scatolare DM 14/01/2008 se costruiti in opera);
- Pozzetti: calcestruzzo prefabbricato;
- Chiusini: ghisa grigia o sferoidale, con classi di carico conformi alla norma UNI EN 124;
- AISI 304 DN 150 (tubo derivatore della portata di taglio);
- Valvole di non ritorno automatiche in poliestere DN 500 e DN 600.

Tutti i manufatti e le canalizzazioni dovranno essere idonei all'impiego stradale.

Indipendentemente dai materiali utilizzati e dalle relative modalità di posa e degli inerti impiegati occorrerà comunque prestare la massima attenzione durante la realizzazione delle opere e le condotte ed i manufatti dovranno essere provate secondo la norma UNI EN 1610.

In considerazione che i collettori in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi potranno funzionare rigurgitati dal sistema di laminazione, è importante che gli stessi, ed il sistema fognario nel suo complesso, siano a perfetta tenuta.

4.1 *Tubi in PVC*

I tubi di PVC (policloruro di vinile) rigido non plastificato dovranno avere rigidità nominale dell'anello, $SN = 8 \text{ kN/m}^2$ SDR 34 (rapporto standard di dimensione) conformi alla norma europea EN 1401 e riconosciuti da attestato di conformità a questa norma europea da UNIPLAST, Ente federato all'UNI. Le condotte, in conformità alla norma UNI EN ISO 9002, dovranno recare sul prodotto il nome commerciale, la data di produzione, il diametro esterno del tubo, la classe di rigidità, il rapporto standard dimensionale o lo spessore minimo, di colore rosso mattone RAL 8023 o colore grigio opaco RAL 7037. Le tubazioni della fornitura dovranno essere condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'IIP (pubblicazione n° 3 - 11/84) inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi abitualmente a pelo libero fornite in barre di lunghezza di 6 - 12 m corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro. Le condotte dovranno essere accompagnate dalle specifiche certificazioni di conformità.

4.2 *Vasca di laminazione*

La vasca di laminazione sarà costituita da elementi scatolari di lunghezza non inferiore a ml. 2.00 e dimensioni interne 100x150 cm, prefabbricati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbo vibro compresso a sezione rettangolare armata, con incastro a bicchiere ed anello di tenuta in gomma sintetica con durezza conforme alle norme UNI 4920. Le norme di riferimento per gli elementi in calcestruzzo sono la UNI EN 14844 "Calcestruzzo prefabbricato autoportante a sezione scatolare" o in alternativa DM 14/01/2008 se costruiti in opera.

Verranno realizzati pozzetti d'accesso disposti sui cambi di direzione, livelletta e/o geometria e comunque a distanze comprese tra 50 - 80 m. Il pozzetto sarà in cls prefabbricato o gettato in opera a secondo delle circostanze mentre il coronamento verrà sempre realizzato con lastra di copertura di tipo prefabbricato in cls, dimensionata per supportare carichi di prima categoria stradale. I chiusini installati in strada sono previsti in ghisa UNI EN 124 ed idonei alla classe di carico D400.

4.3 Camerette d'ispezione e prolunghe prefabbricate

Le camerette d'ispezione saranno prefabbricate, prodotte con materiali marcati (calcestruzzo C 45/55 ed armato con ferri B 450 C) e conformi al D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le Costruzioni e lastra di copertura atta a sopportare carichi di prima categoria

Verranno realizzati pozzetti d'accesso disposti sui cambi di direzione, livelletta e/o geometria e comunque a distanze comprese tra 30 - 40 m.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri dovranno essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.

Tutte le parti dei pozzi prefabbricati, inclusi i collegamenti, se sottoposte a sovrappressioni idriche interne ed esterne da 0 a 0,5 bar, dovranno conservarsi durevolmente impermeabili. Nella prova di impermeabilità di ciascun pezzo, sottoposto alla pressione interna di 0,5 bar, non si deve superare l'aggiunta media di acqua pari a 0,07 l/m² di superficie interna bagnata.

I pozzetti d'ispezione dovranno essere in calcestruzzo vibrato con base di appoggio in calcestruzzo magro, rinfilanchi in materiale incoerente, collegamento delle tubazioni, controllo idraulico per la tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Le camerette o le loro prolunghe avranno dimensione interne pari a cm 80 x 80, 100 x 100 o 150 x 150. Lo spessore minimo della parete di cm 15 o comunque necessario a garantire unitamente alla soletta carichi per impalcati di ponti di 1° categoria. I manufatti dovranno essere accompagnati delle specifiche certificazioni di conformità.

4.4 Pozzetti raccolta acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia in ghisa sferoidale C250 oppure D400 UNI EN 124.

La luce netta dei vari elementi sarà di 500 mm; quella del tubo di scarico di 160 mm.

I pozzetti saranno perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie. I manufatti dovranno essere accompagnato delle specifiche certificazioni di conformità.

4.5 Dispositivi di chiusura e di coronamento (chiusini e griglie) per fognatura

I dispositivi di chiusura e coronamento (chiusini e griglie) dovranno essere conformi per caratteristiche dei materiali di costruzione di prestazioni e di marcatura a quanto prescritto dalla norma UNI EN 124.

I chiusini dovranno essere di fabbricazione CEE, con passo d'uomo Ø 600 mm, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 400 kN.

I chiusini dovranno essere costituiti da coperchio, Ø 750 mm, dotato di apposita maniglia a scomparsa che ne permette il bloccaggio e le manovre di apertura/chiusura senza l'ausilio di attrezzi. Il coperchio autocentrante sul telaio mediante 5 guide, deve essere articolato ed un angolo di apertura non inferiore a 120° circa, essere estraibile dal telaio e avere bloccaggio di sicurezza antichiusura accidentale in posizione aperta a 90°.

Il telaio, altezza 100 mm, deve essere dotato di guarnizione in polietilene antirumore ed antibasculamento ed avere struttura alveolare per ottimizzare la presa nella malta cementizia; quest'ultimo potrà essere quadrato, 850x850 mm, od ottagonale (inscritto in Ø 850 mm) con luce netta Ø 700 mm. I chiusini dovranno essere accompagnati dalle specifiche certificazioni di conformità.

4.6 Valvola antiriflusso e tubo derivatore

Valvola antiriflusso fine linea a battente verticale costruita in poliestere rinforzato, metallerie in acciaio inox AISI 316 per accoppiamento a parete verticale o a flangia con tenuta idraulica 0,8 bar e guarnizione di tenuta in EPDM. I tronchetti di derivazione dovranno essere in acciaio inox AISI 304.

5 ALLEGATO 1 – PRINCIPALI VERIFICHE DI CALCOLO DELLA RETE PER ACQUE METEORICHE

01 - 001_TR_15_TC_15

 * JUNCTION SUMMARY STATISTICS *

I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI
 TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min

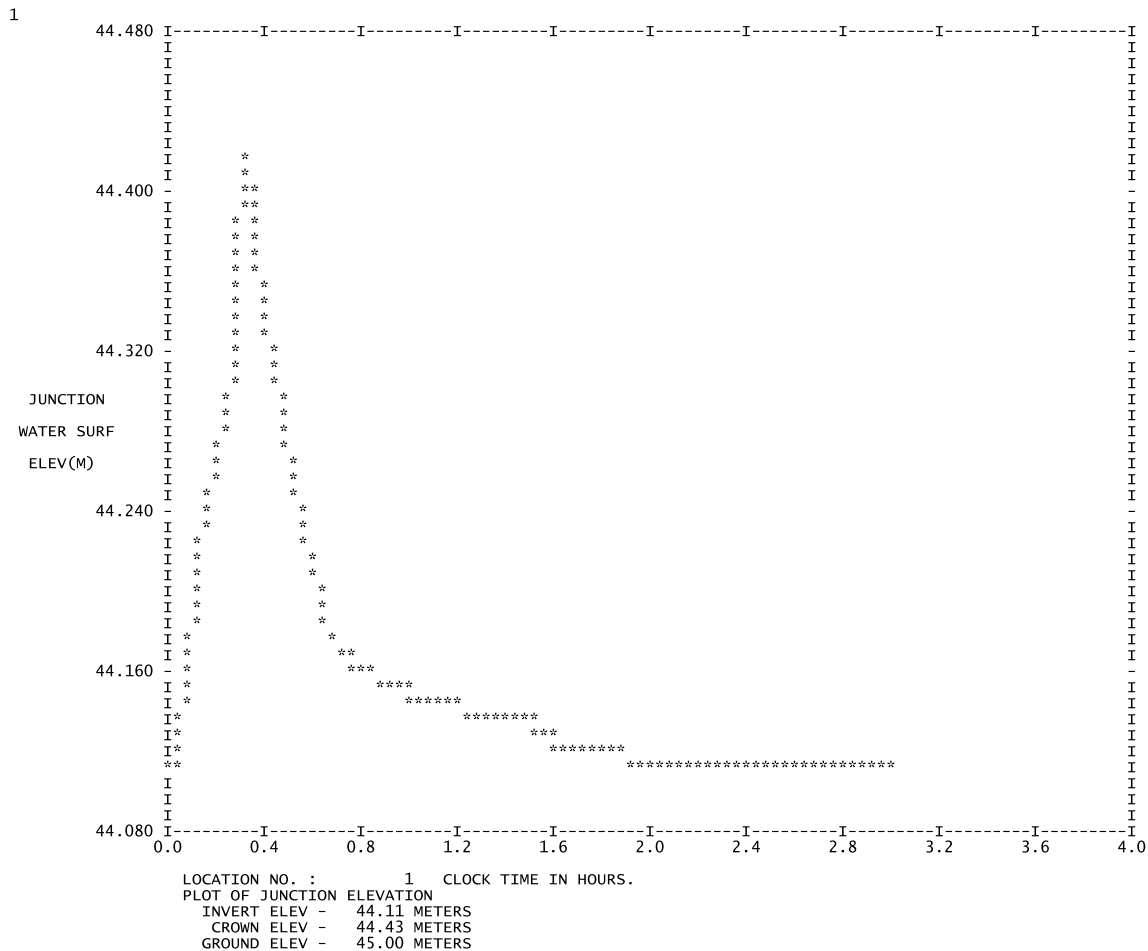
JUNCTION NUMBER	GROUND ELEVATION (M)	UPPERMOST PIPE CROWN ELEVATION (M)	MEAN JUNCTION ELEVATION (M)	JUNCTION AVERAGE % CHANGE	MAXIMUM JUNCTION ELEV. (M)	TIME OF OCCURENCE HR. MIN.	METERS OF SURCHARGE AT MAX ELEVATION	METERS MAX. DEPTH IS BELOW GROUND ELEVATION	LENGTH OF SURCHARGE (MIN)	LENGTH OF FLOODING (MIN)	MAXIMUM JUNCTION AREA (SQ. MET)
1	45.00	44.43	44.16	0.0187	44.42	0 19	0.00	0.58	0.0	0.0	2.697E+02
4	45.47	44.36	44.04	0.0226	44.41	0 18	0.05	1.06	4.1	0.0	2.188E+02
6	45.77	44.38	43.99	0.0197	44.38	0 18	0.00	1.39	0.2	0.0	6.831E+01
17	46.40	44.45	43.97	0.0169	44.37	0 18	0.00	2.03	0.0	0.0	4.644E+01
15	46.13	44.40	44.00	0.0187	44.38	0 19	0.00	1.75	0.0	0.0	1.946E+01
19	45.40	45.28	43.95	0.0072	44.35	0 19	0.00	1.05	0.0	0.0	4.863E+02
190	47.00	45.40	44.52	0.0078	44.81	0 18	0.00	2.19	0.0	0.0	2.330E+02
191	47.00	45.52	44.60	0.0066	44.86	0 18	0.00	2.14	0.0	0.0	1.750E+02
192	47.00	45.14	44.69	0.0094	44.88	0 18	0.00	2.12	0.0	0.0	5.900E+01
26	46.28	44.63	43.70	0.0055	43.91	0 19	0.00	2.37	0.0	0.0	4.770E+02

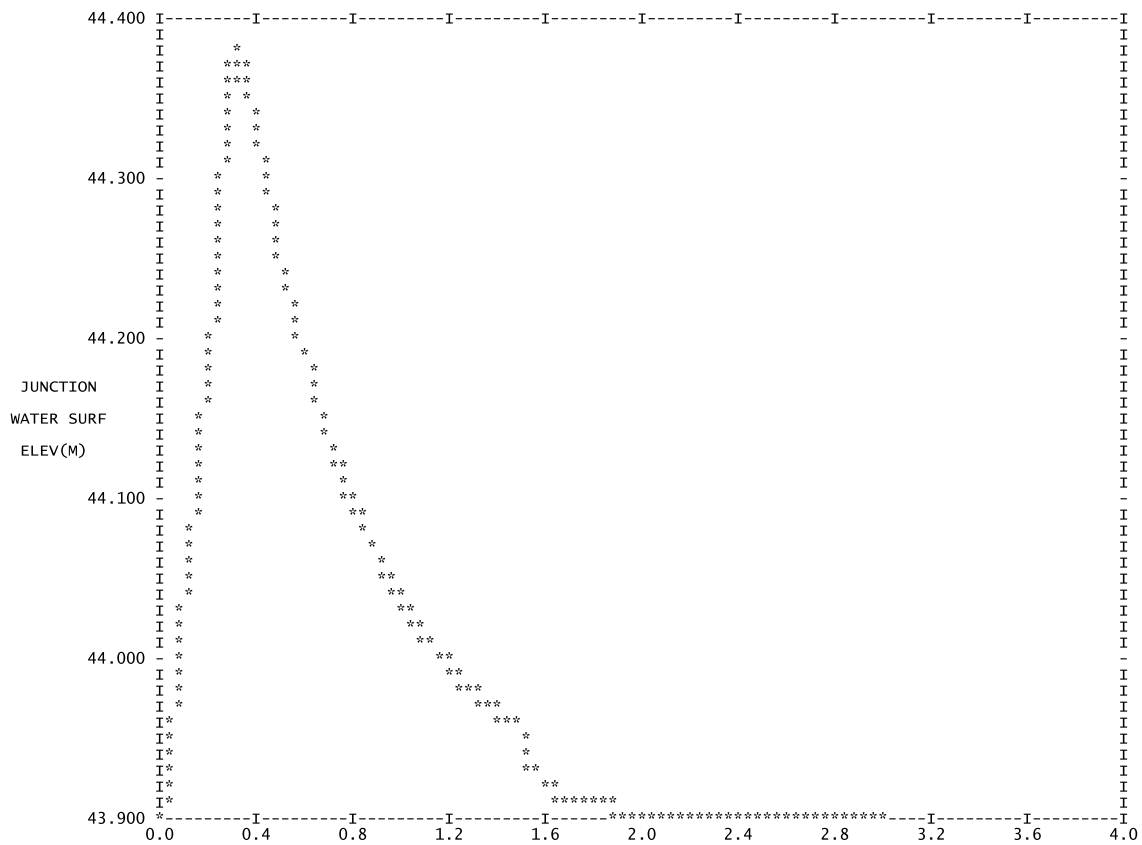
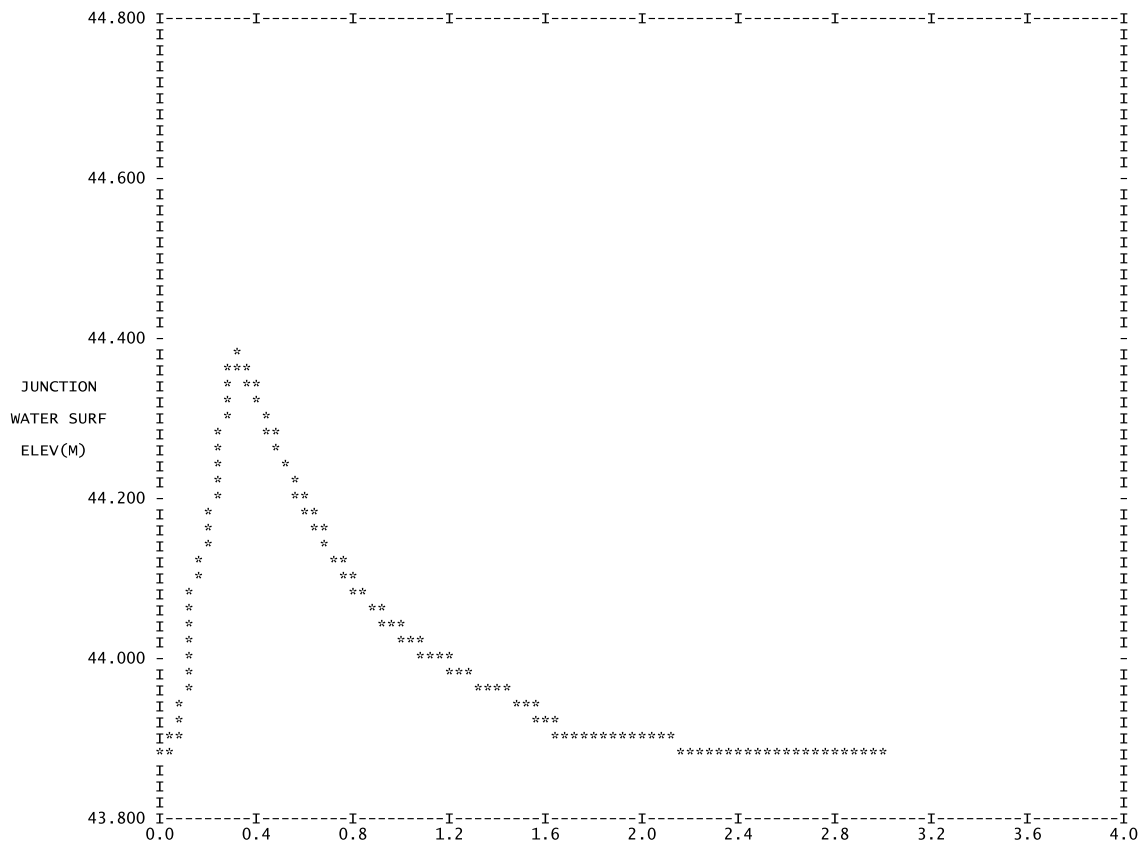
1

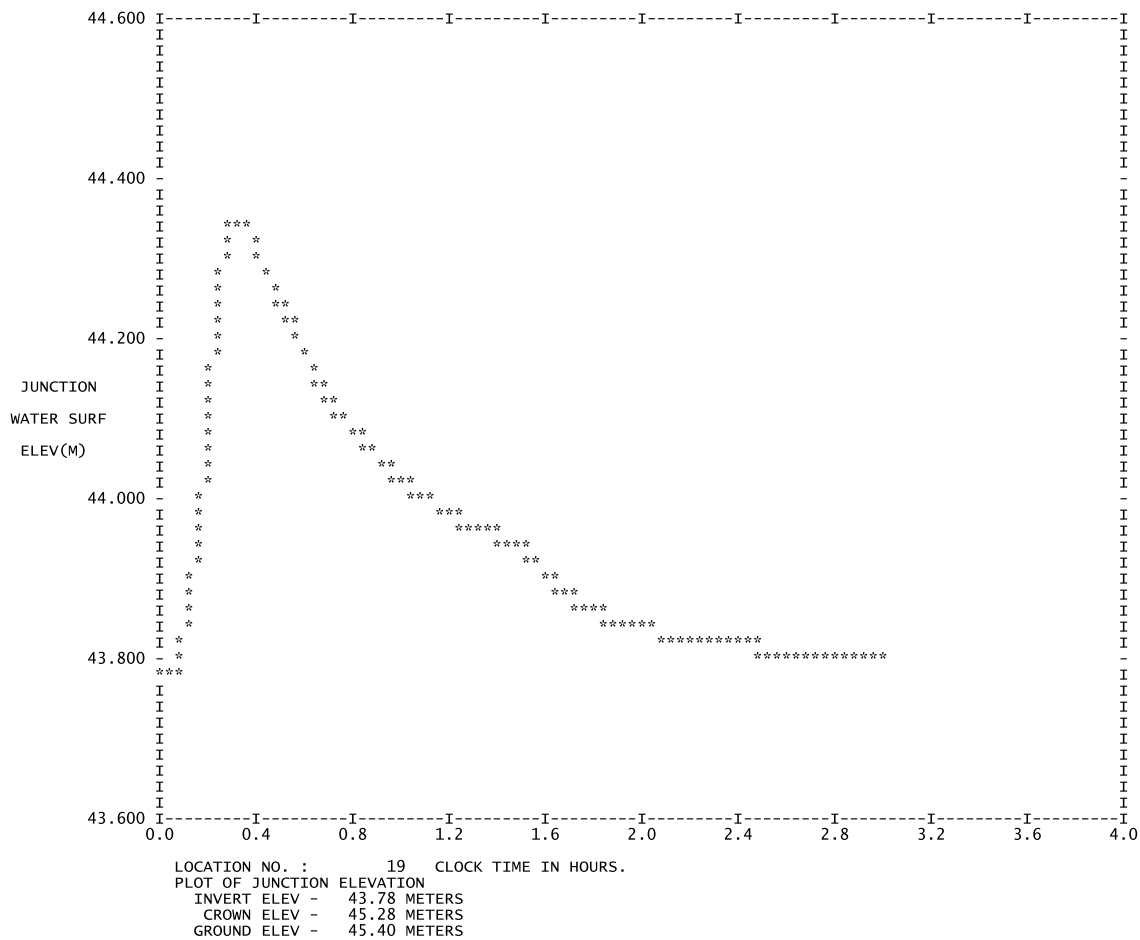
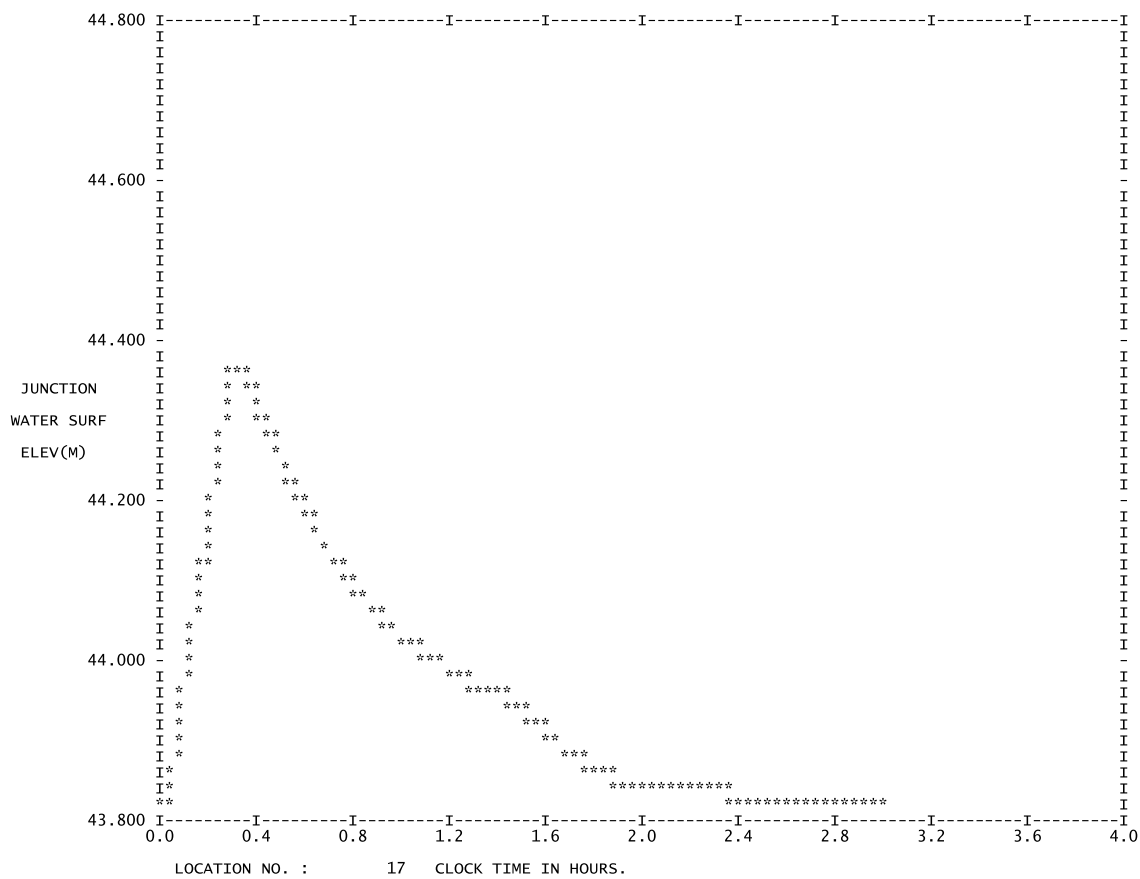
 * CONDUIT SUMMARY STATISTICS *

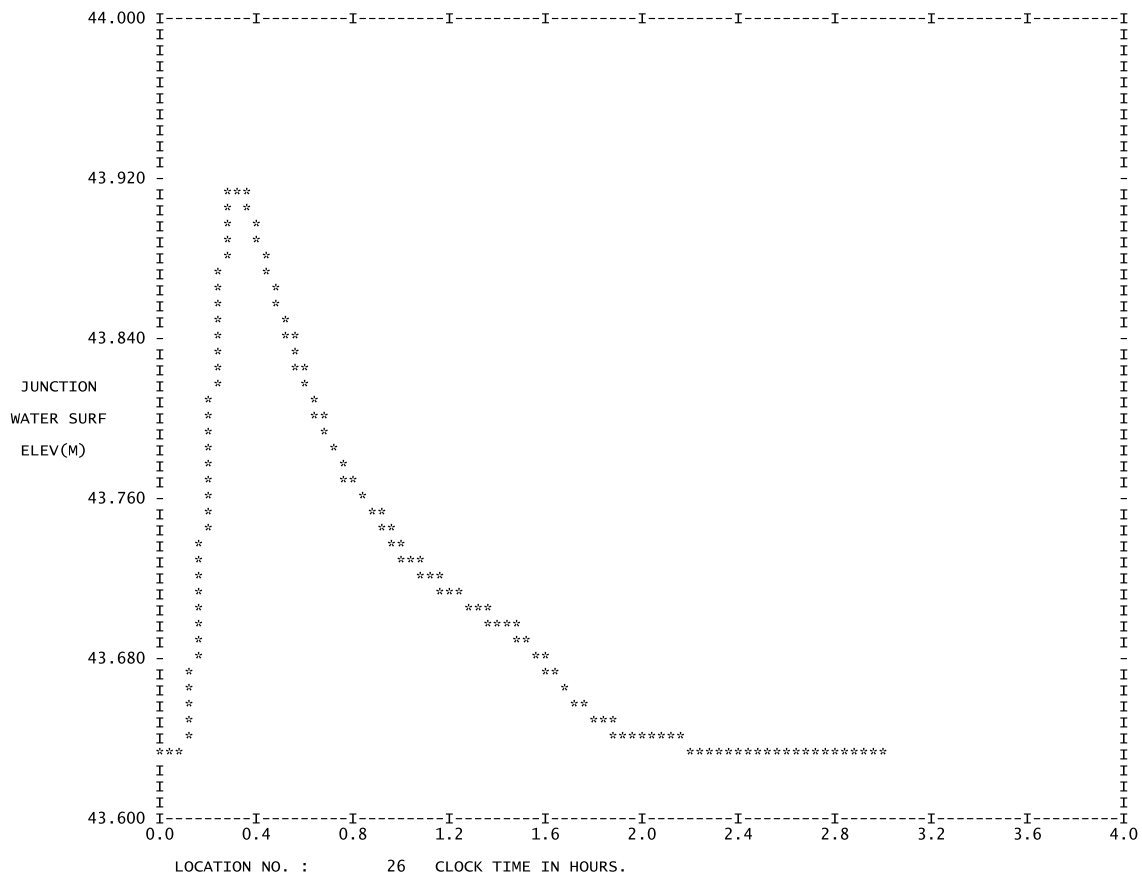
I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI
 TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min

CONDUIT NUMBER	DESIGN FLOW (CMS)	DESIGN VELOCITY (M/S)	CONDUIT VERTICAL DEPTH (M)	MAXIMUM COMPUTED FLOW (CMS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	MAXIMUM COMPUTED VELOCITY (MPS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	RATIO OF MAX. TO DESIGN FLOW	MAXIMUM INV. AT UPSTREAM (M)	DEPTH ABOVE CONDUIT ENDS DOWNSTREAM (M)	LENGTH OF NORM FLOW (MIN)	CONDUIT SLOPE (M/M)
101	4.04E-02	0.50	0.320	2.33E-02	0 14	0.42	0 7	0.58	0.31	0.45	148.5	0.00115
102	6.68E-02	0.53	0.400	3.37E-02	0 13	0.35	0 13	0.50	0.45	0.50	121.9	0.00095
103	1.32E-01	0.67	0.500	4.58E-02	0 18	0.33	0 12	0.35	0.50	0.55	90.2	0.00114
104	1.29E-01	0.66	0.500	7.62E-02	0 15	0.53	0 11	0.59	0.48	0.55	98.1	0.00108
105	2.37E-01	0.76	0.630	1.81E-01	0 16	1.02	0 10	0.76	0.55	0.57	66.1	0.00106
106	1.02E+00	1.02	1.000	3.81E-01	0 18	1.17	0 18	0.37	0.41	0.25	0.0	0.00103
107	1.02E+00	1.02	1.000	2.64E-01	0 16	0.76	0 14	0.26	0.34	0.41	133.4	0.00103
108	3.90E-01	0.78	0.500	1.44E-01	0 15	0.55	0 12	0.37	0.24	0.34	146.9	0.00103
109	1.17E+00	0.78	1.000	7.14E-01	0 19	1.12	0 19	0.61	0.57	0.28	0.0	0.00047
90010	UNDEF	UNDEF	UNDEF	7.14E-01	0 19							

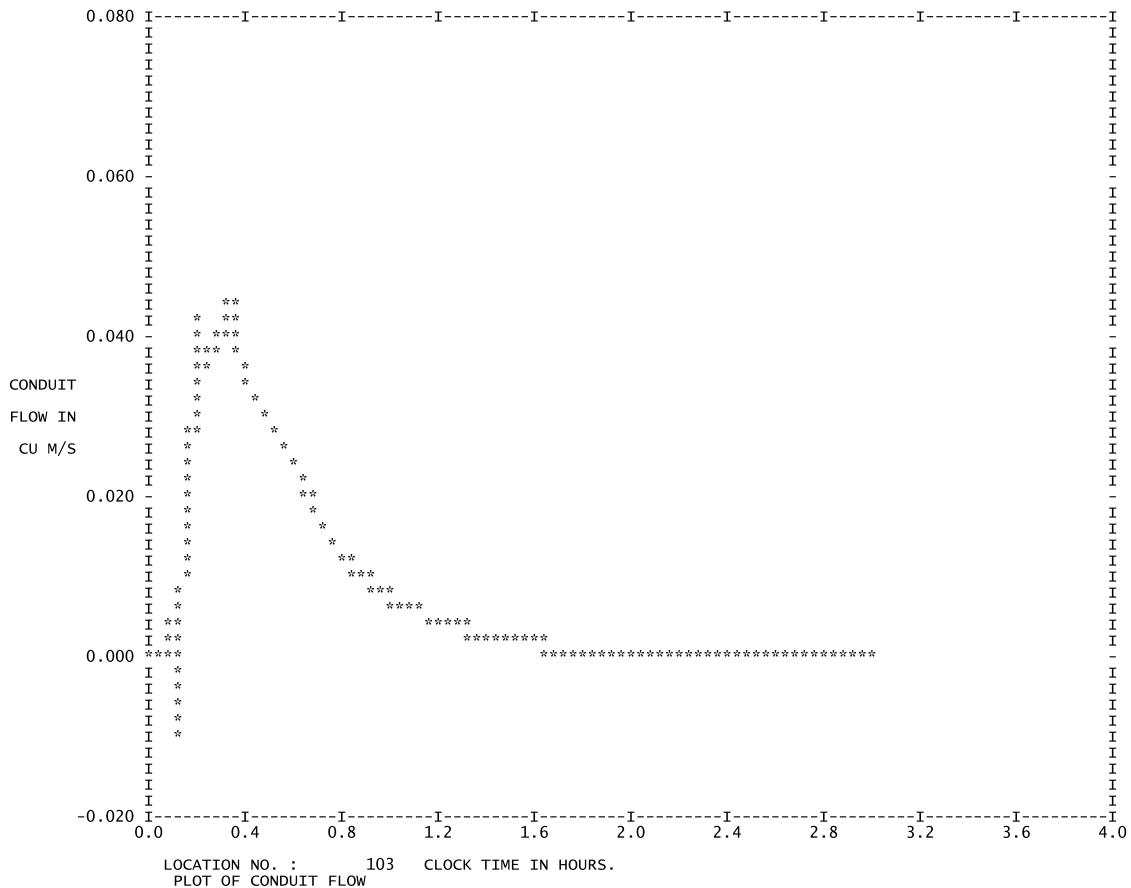




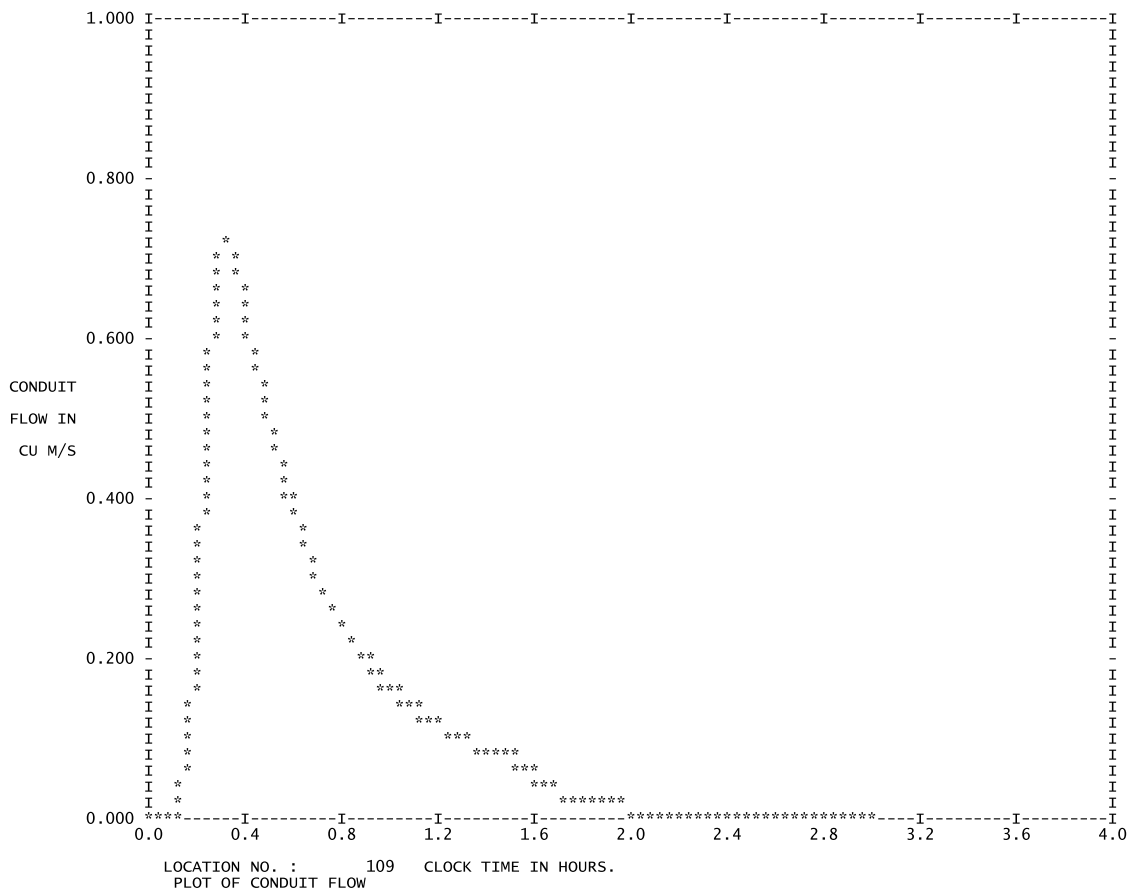
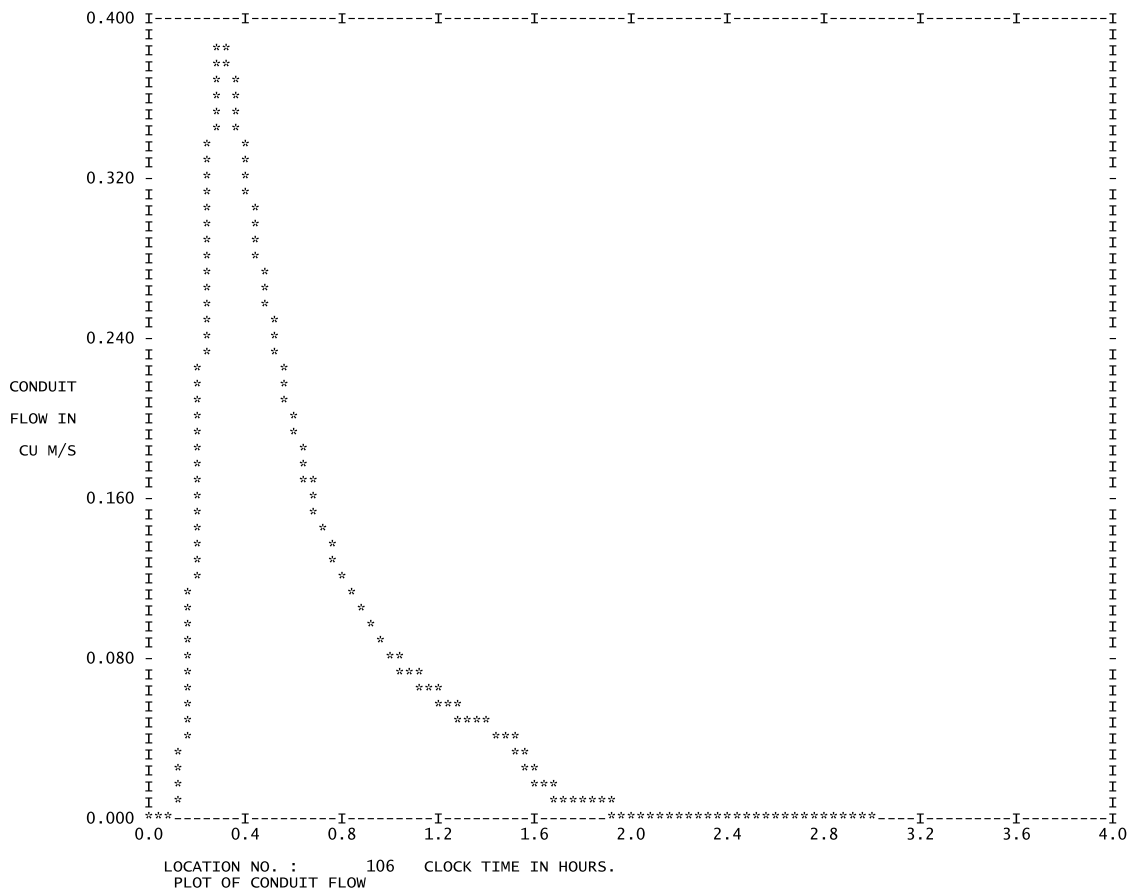


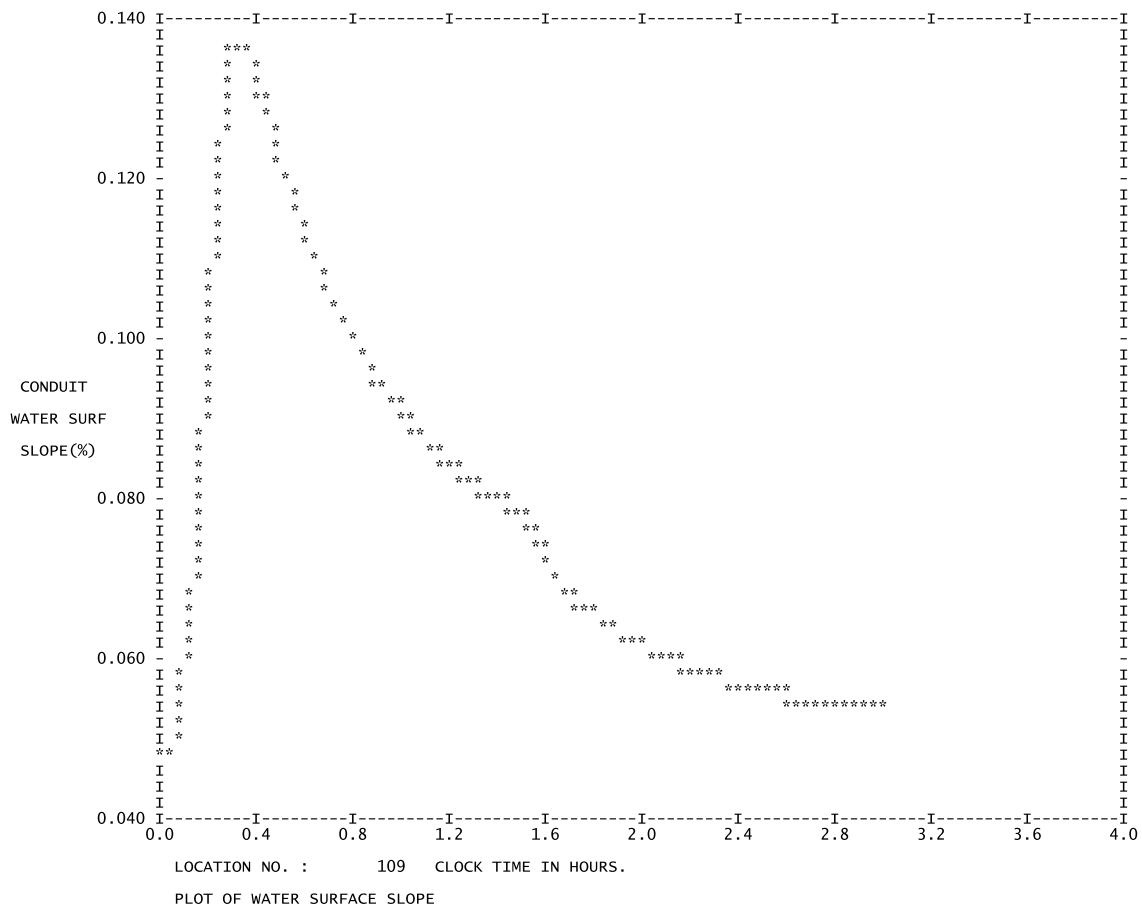
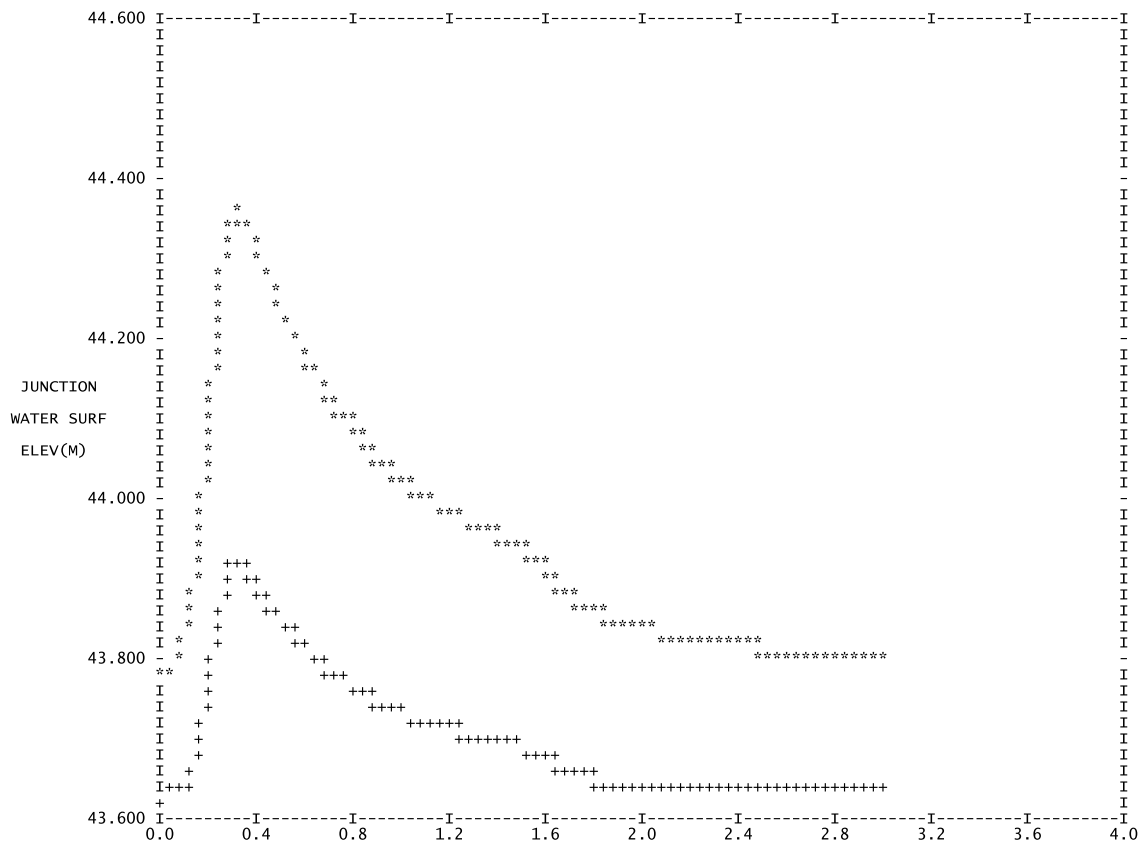


PLOT OF JUNCTION ELEVATION
 INVERT ELEV - 43.63 METERS
 CROWN ELEV - 44.63 METERS
 GROUND ELEV - 46.28 METERS



PLOT OF CONDUIT FLOW





02-001_TR_30_TC_15

 * JUNCTION SUMMARY STATISTICS *

I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI
 TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 30 ANNI - DURATA 15 min

JUNCTION NUMBER	GROUND ELEVATION (M)	PIPE CROWN ELEVATION (M)	UPPERMOST MEAN JUNCTION ELEVATION (M)	JUNCTION AVERAGE % CHANGE	MAXIMUM JUNCTION ELEV. (M)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	METERS OF SURCHARGE AT MAX ELEVATION	METERS MAX. DEPTH IS BELOW GROUND ELEVATION	LENGTH OF SURCHARGE (MIN)	LENGTH OF FLOODING (MIN)	MAXIMUM JUNCTION AREA (SQ. MET)
1	45.00	44.43	44.17	0.2004	45.00	0 15	0.57	0.00*	6.3	0.2	5.192E+02
4	45.47	44.36	44.05	0.4419	45.28	0 14	0.92	0.19	10.0	0.0	2.486E+02
6	45.77	44.38	44.01	0.0744	44.91	0 14	0.53	0.86	8.2	0.0	5.885E+01
17	46.40	44.45	43.98	0.0214	44.46	0 18	0.01	1.94	0.2	0.0	6.304E+01
15	46.13	44.40	44.02	0.0363	44.59	0 15	0.19	1.54	7.9	0.0	1.025E+02
19	45.40	45.28	43.96	0.0081	44.42	0 18	0.00	0.98	0.0	0.0	4.816E+02
190	47.00	45.40	44.50	0.0065	44.74	0 18	0.00	2.26	0.0	0.0	2.620E+02
191	47.00	45.52	44.58	0.0051	44.79	0 17	0.00	2.21	0.0	0.0	1.750E+02
192	47.00	45.14	44.68	0.0068	44.82	0 16	0.00	2.18	0.0	0.0	8.800E+01
26	46.28	44.63	43.71	0.0063	43.96	0 18	0.00	2.32	0.0	0.0	4.770E+02

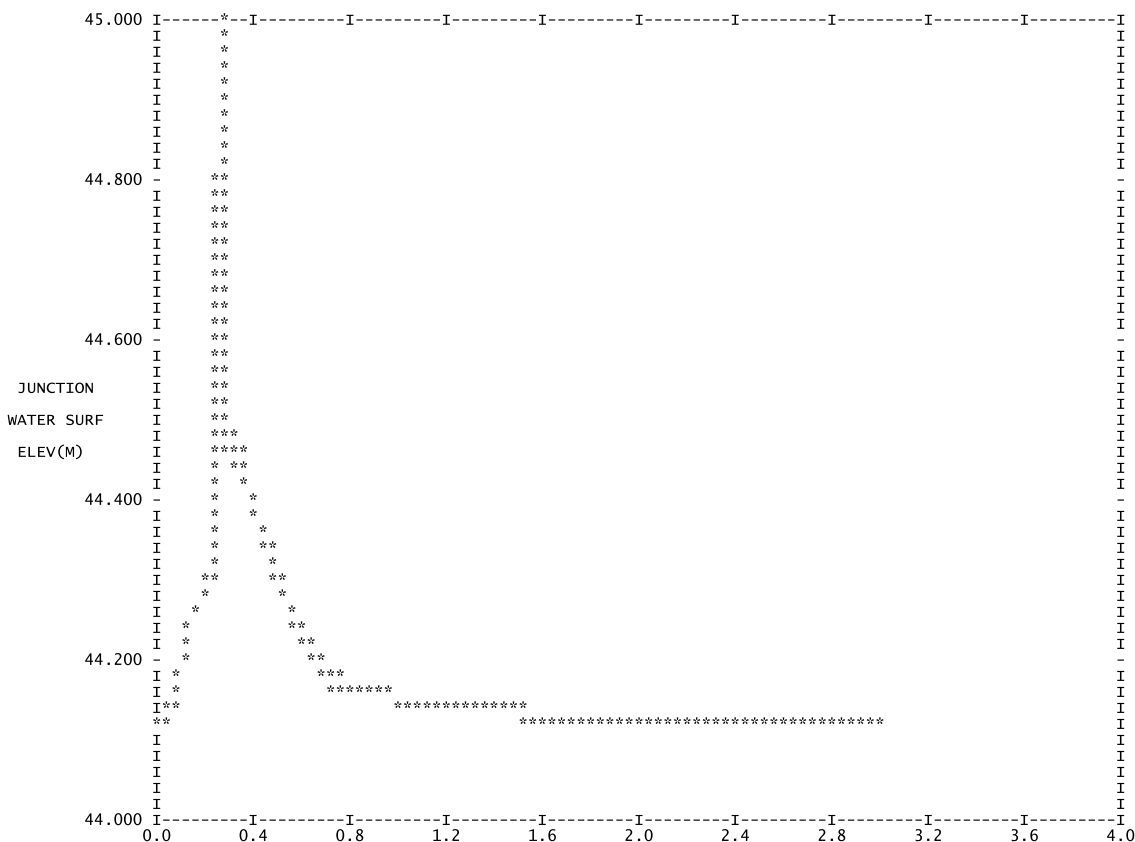
WARNING. INFLOW TO EXTRAN OCCURED AT JUNCTION THAT EXPERIENCED SURFACE FLOODING.
 IF THIS INFLOW OCCURED SIMULTANEOUSLY WITH FLOODING, WATER WILL NOT ENTER EXTRAN
 AND IS LOST FROM SIMULATION EXCEPT FOR CONTINUITY CHECK.
 USER MAY WISH TO CONSIDER EFFECTS ON UPSTREAM CHANNELS/PIPES NOT MODELED IN EXTRAN.
 ASTERISK (*) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM SWMM INTERFACE FILE.
 POUND (#) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM K3 GROUP.
 DOLLAR (\$) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOWS FROM BOTH SOURCES.

NOTE THAT CONSTANT JUNCTION INFLOWS CAN ENHANCE FLOODING.

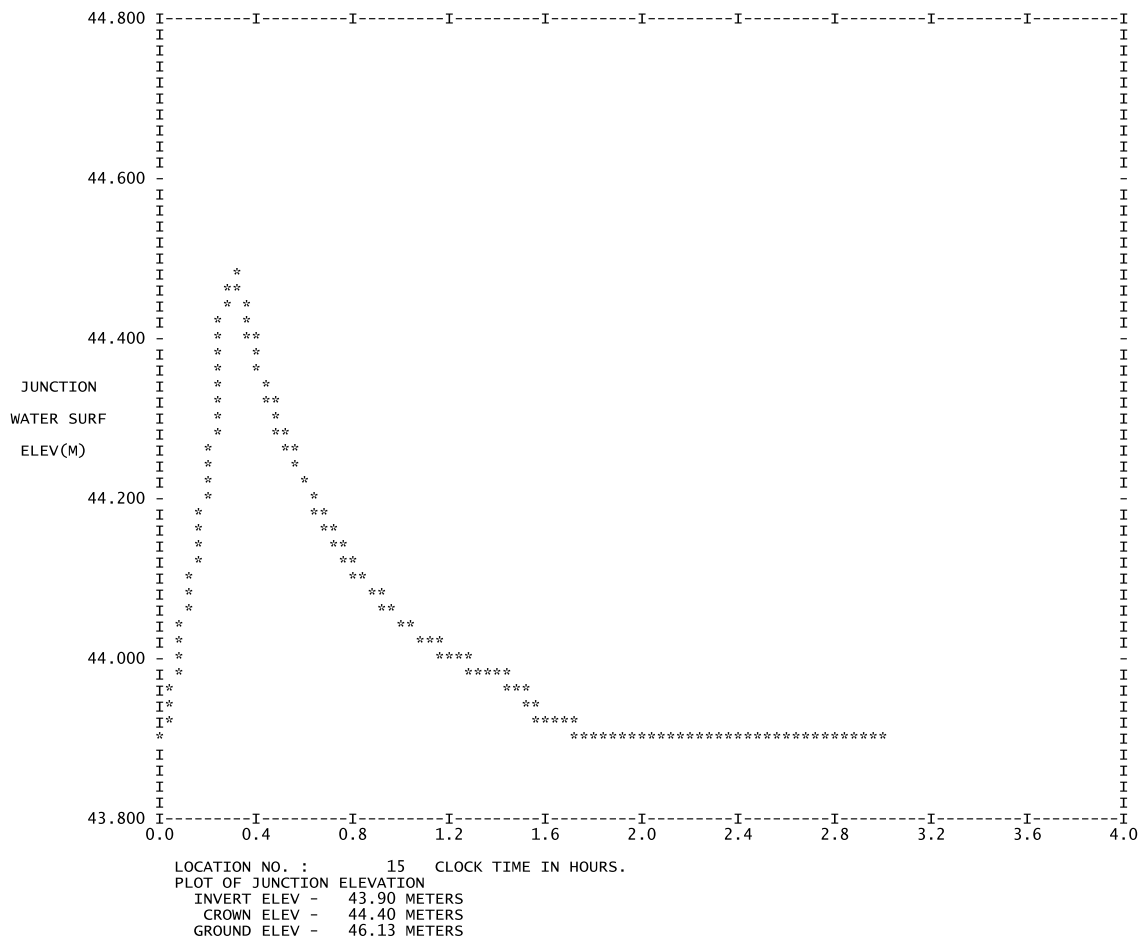
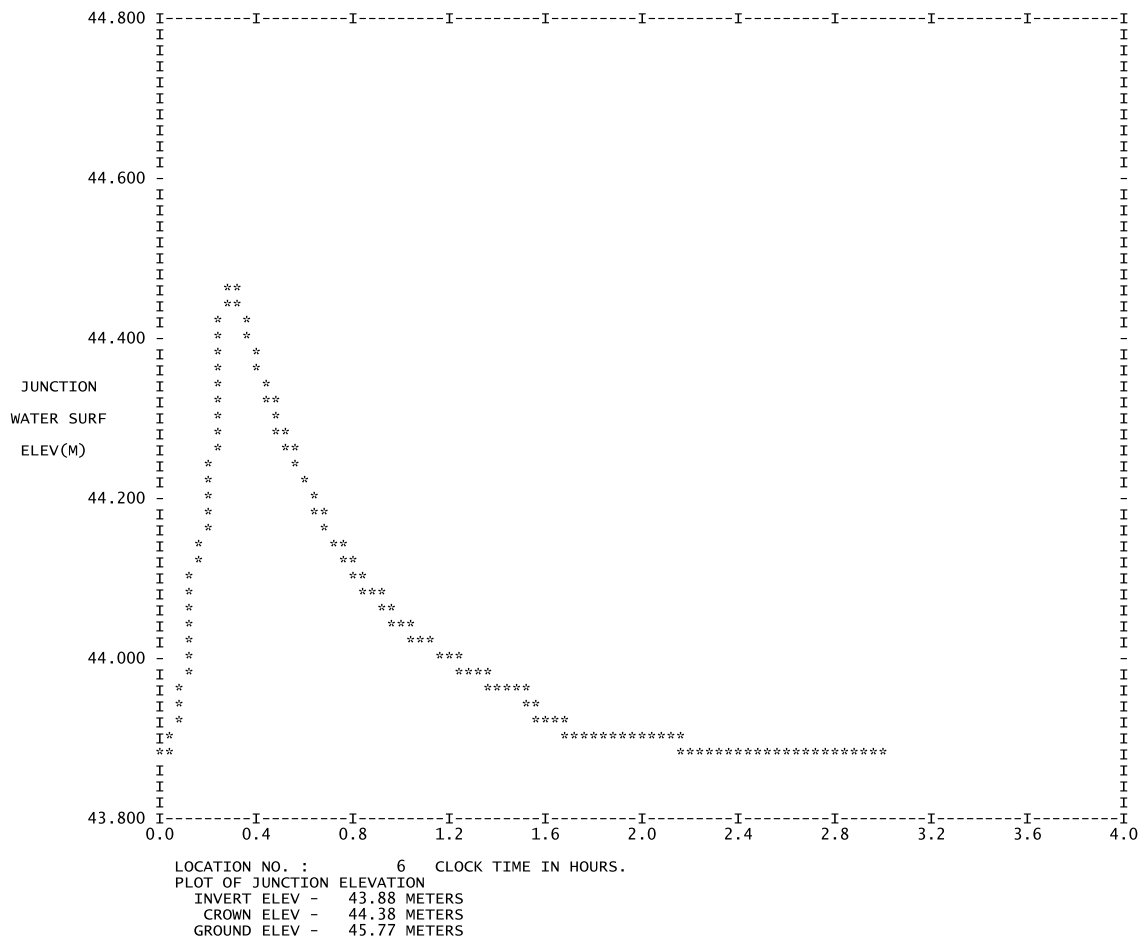
 * CONDUIT SUMMARY STATISTICS *

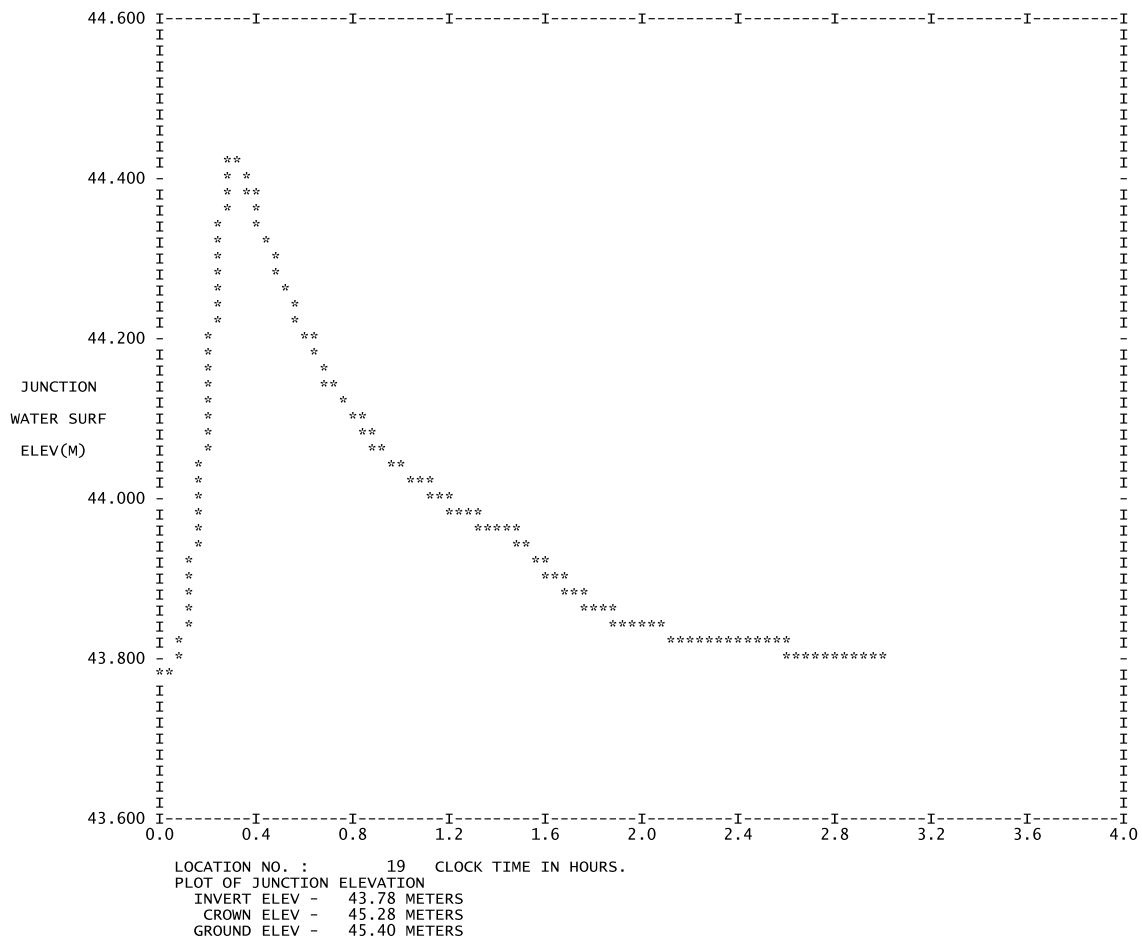
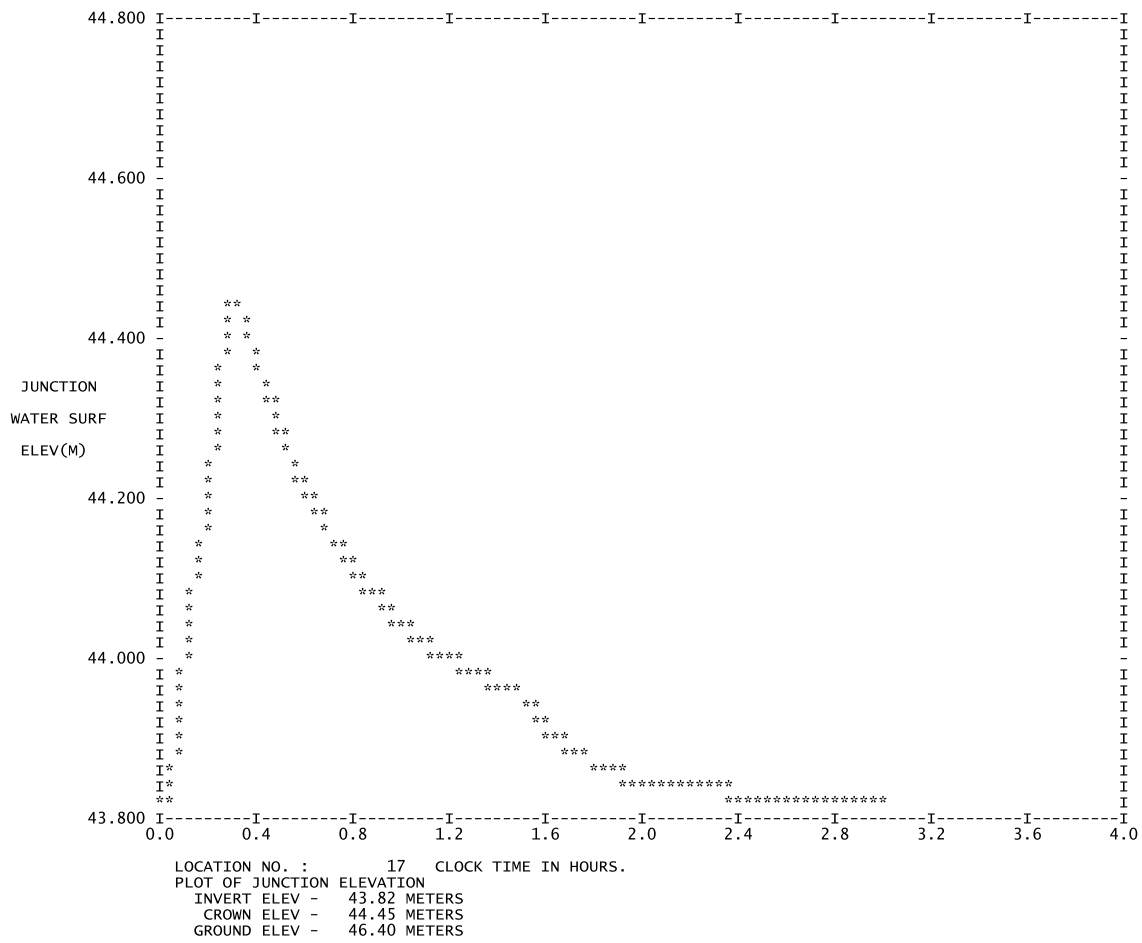
I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI
 TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 30 ANNI - DURATA 15 min

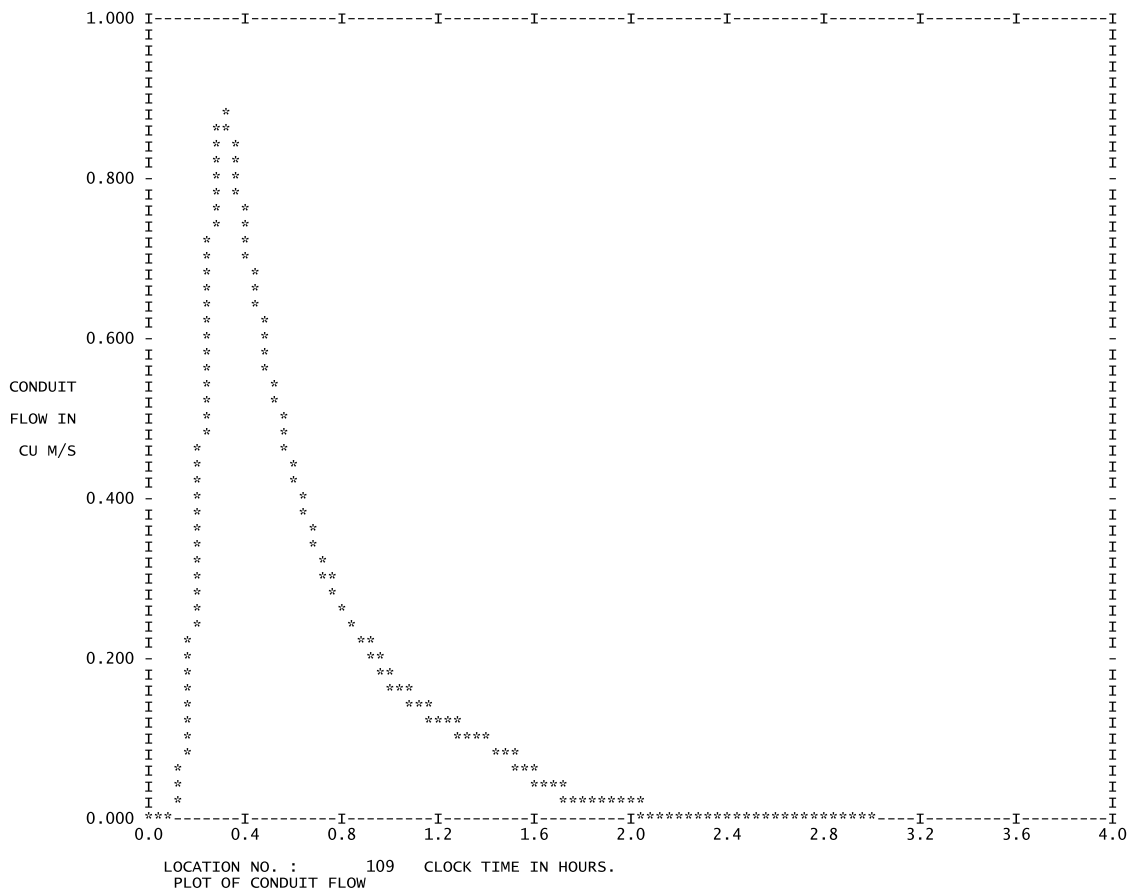
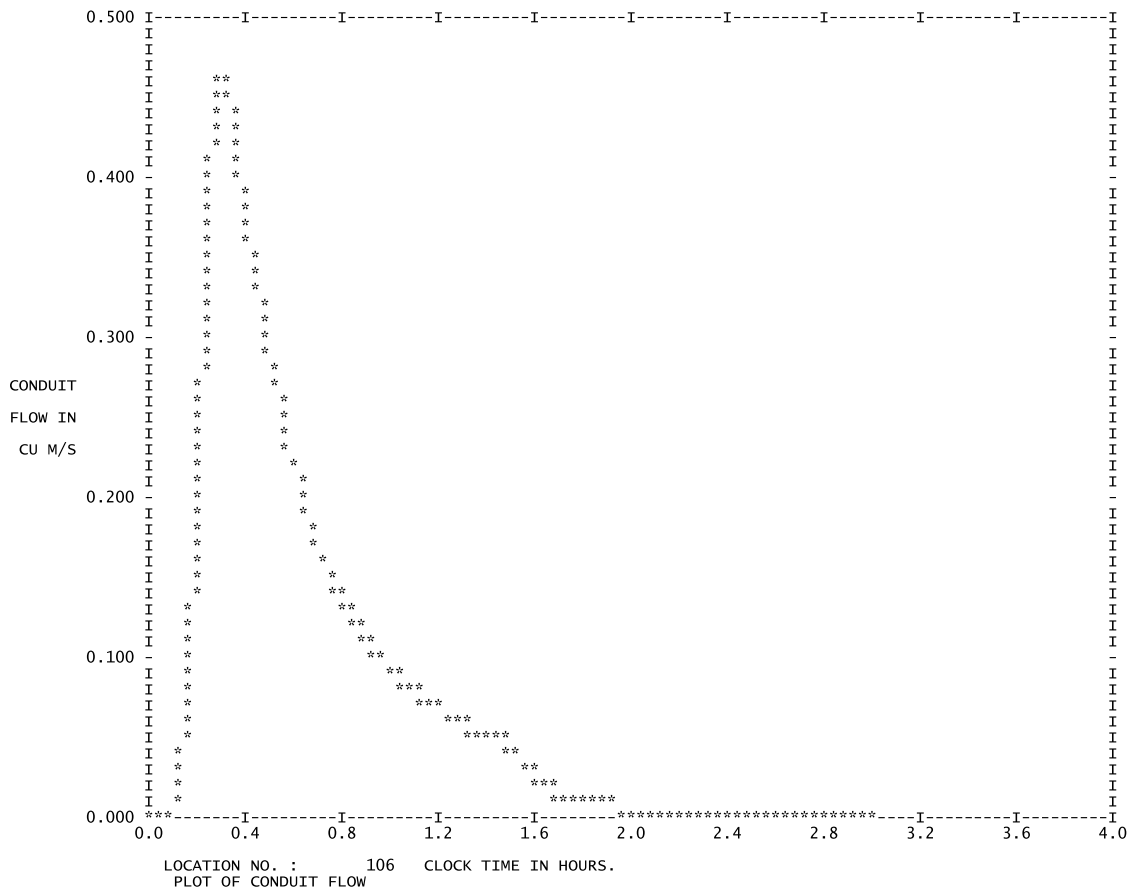
CONDUIT NUMBER	DESIGN FLOW (CMS)	DESIGN VELOCITY (M/S)	CONDUIT VERTICAL DEPTH (M)	MAXIMUM COMPUTED FLOW (CMS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	MAXIMUM COMPUTED VELOCITY (MPS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	RATIO OF MAX. TO DESIGN FLOW	MAXIMUM INV. AT UPSTREAM (M)	DEPTH ABOVE CONDUIT ENDS DOWNSTREAM (M)	LENGTH OF NORM FLOW (MIN)	CONDUIT SLOPE (M/M)
101	4.04E-02	0.50	0.320	2.72E-02	0 15	0.44	0 7	0.67	0.89	1.34	144.3	0.00115
102	6.68E-02	0.53	0.400	5.43E-02	0 15	0.43	0 16	0.81	1.34	1.03	117.8	0.00095
103	1.32E-01	0.67	0.500	8.09E-02	0 16	0.41	0 16	0.61	1.03	0.64	88.5	0.00114
104	1.29E-01	0.66	0.500	1.07E-01	0 15	0.55	0 11	0.83	0.69	0.64	91.2	0.00108
105	2.37E-01	0.76	0.630	2.67E-01	0 15	100.00	0 0	1.13	0.64	0.64	63.4	0.00106
106	1.73E+00	1.15	1.000	4.61E-01	0 17	1.11	0 17	0.27	0.34	0.21	0.0	0.00103
107	1.73E+00	1.15	1.000	3.31E-01	0 16	0.77	0 15	0.19	0.27	0.34	144.9	0.00103
108	6.32E-01	0.84	0.500	1.77E-01	0 15	0.55	0 14	0.28	0.18	0.27	157.1	0.00103
109	1.17E+00	0.78	1.000	8.75E-01	0 18	1.24	0 0	0.75	0.64	0.33	0.0	0.00047
90010	UNDEF	UNDEF	UNDEF	8.75E-01	0 18							

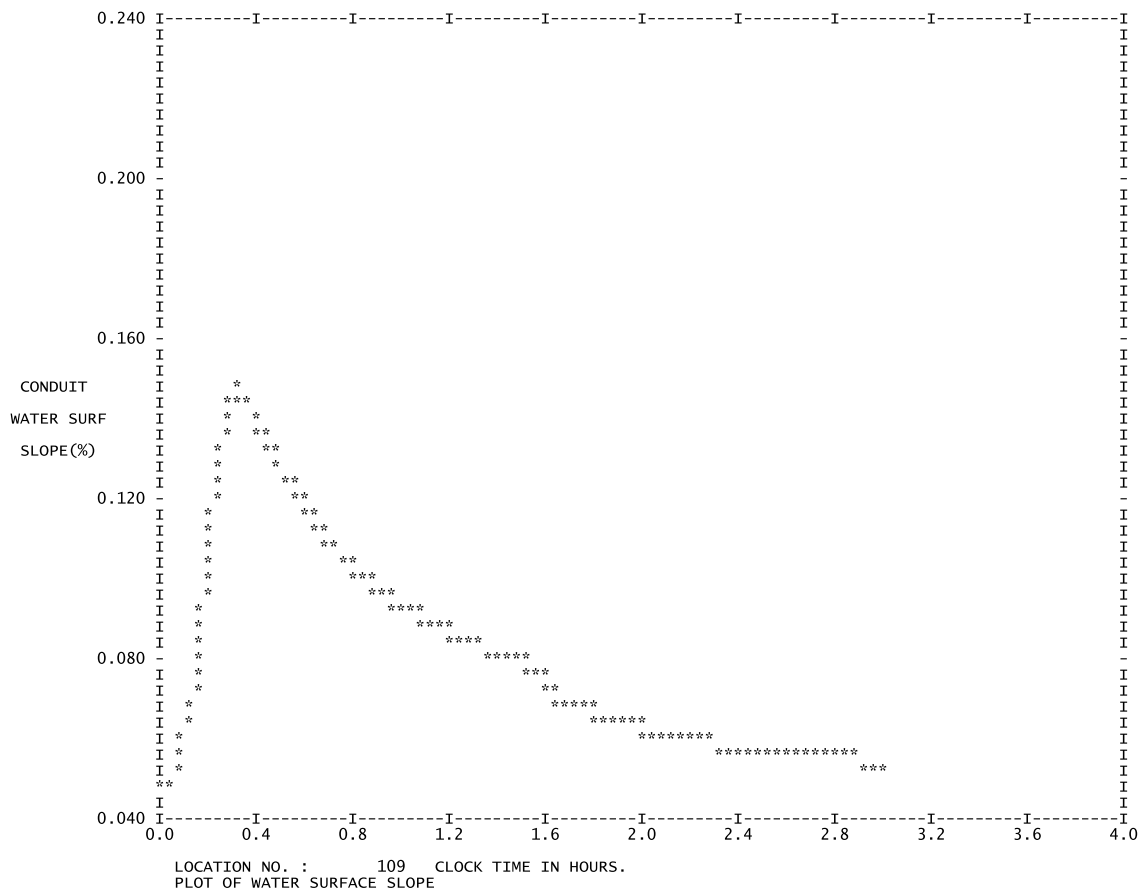
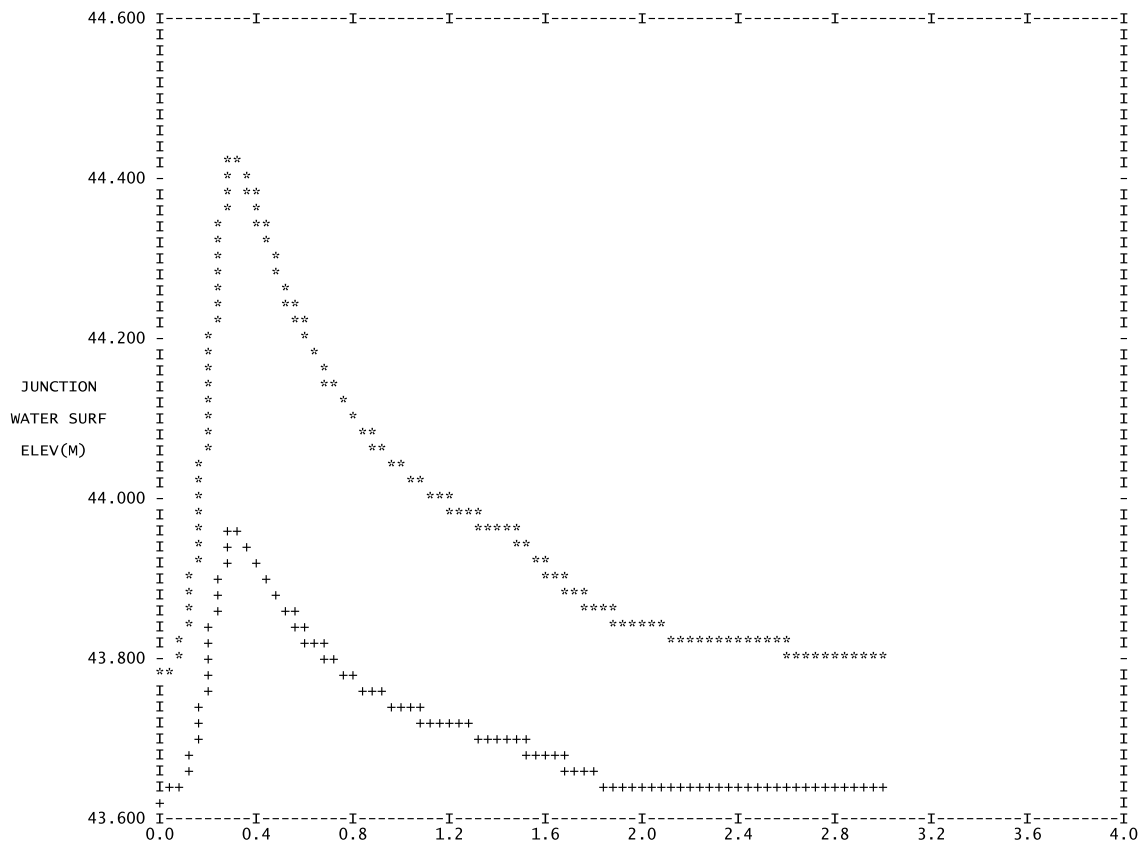


LOCATION NO. : 1 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF JUNCTION ELEVATION
 INVERT ELEV - 44.11 METERS
 CROWN ELEV - 44.43 METERS
 GROUND ELEV - 45.00 METERS









03 - 001_TR_15_TC_15

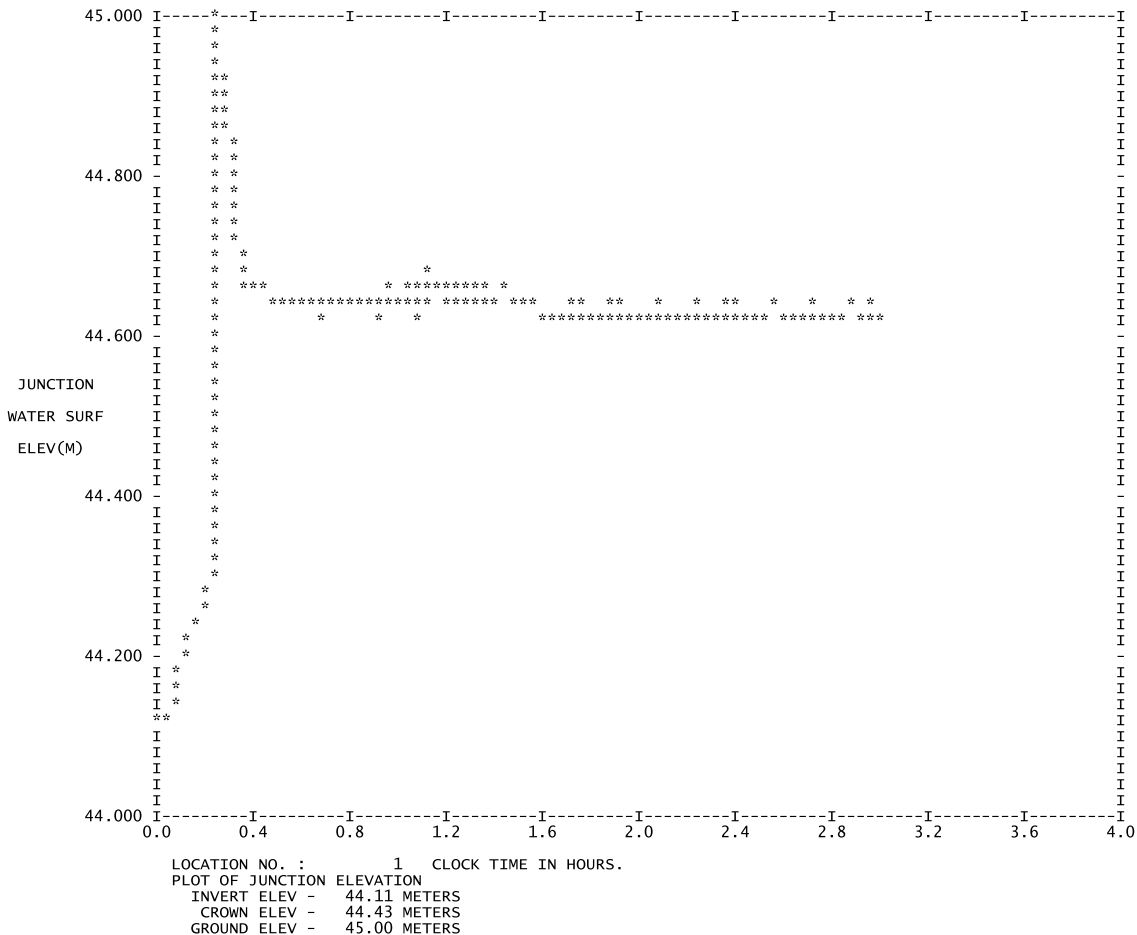
 * JUNCTION SUMMARY STATISTICS *

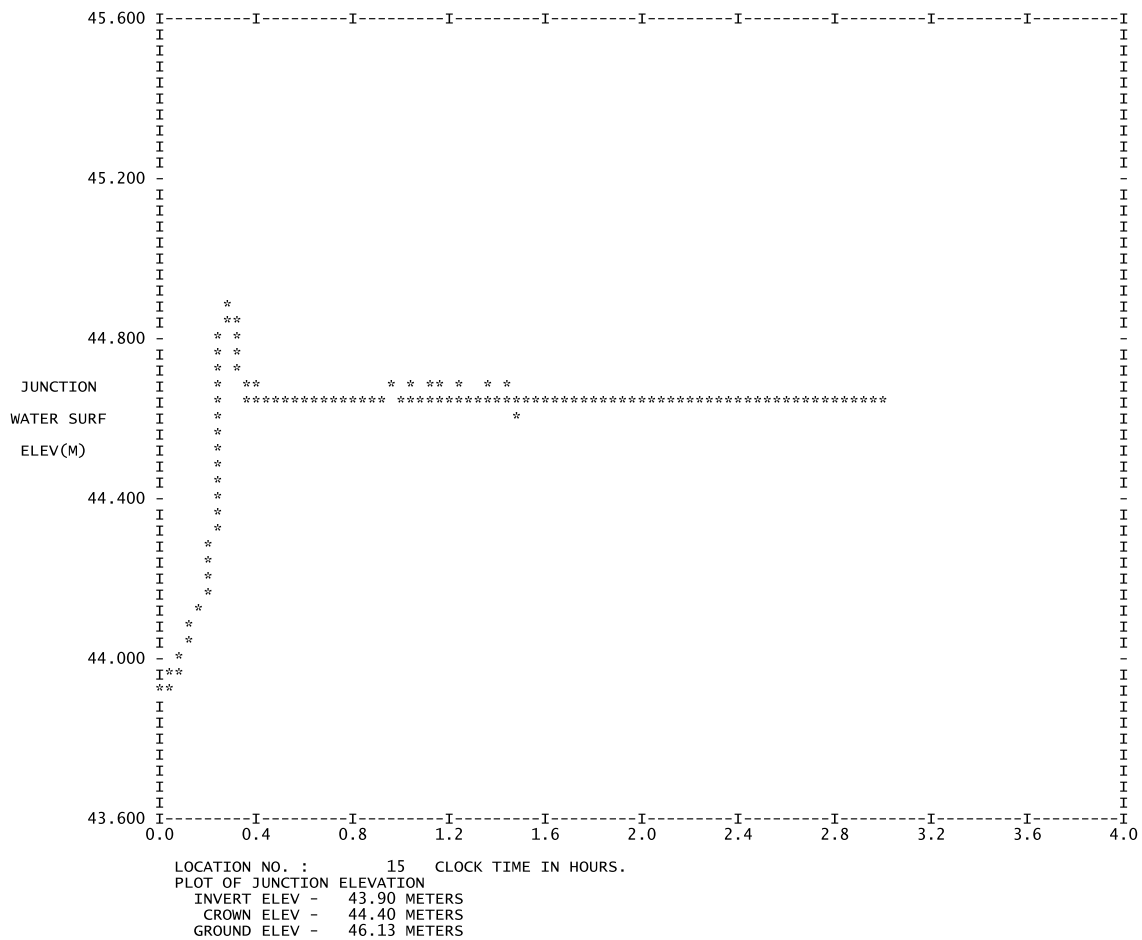
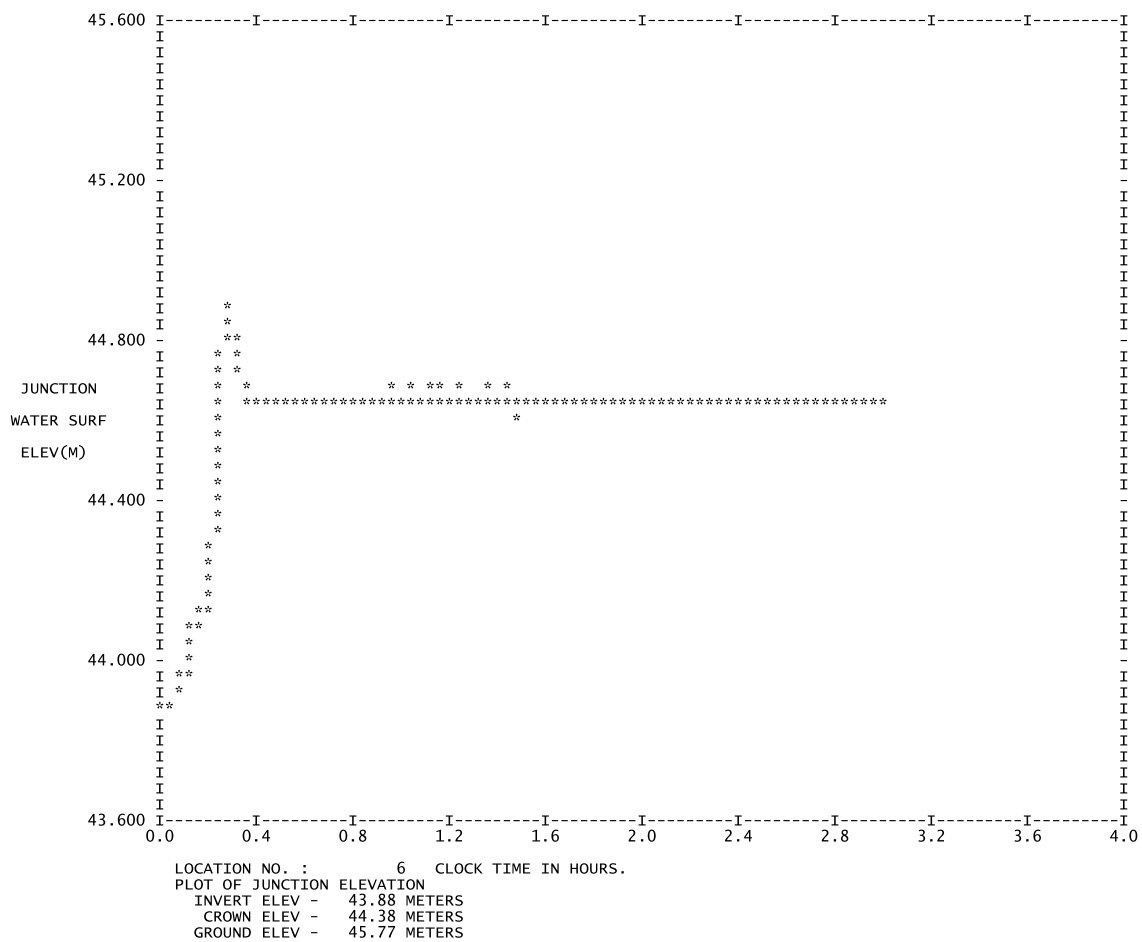
I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI											
TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min											
JUNCTION NUMBER	GROUND ELEVATION (M)	PIPE CROWN ELEVATION (M)	UPPERMOST MEAN JUNCTION ELEVATION (M)	JUNCTION AVERAGE % CHANGE	MAXIMUM JUNCTION ELEV. (M)	TIME OF OCCURENCE HR. MIN.	METERS OF SURCHARGE AT MAX ELEVATION	METERS MAX. DEPTH IS BELOW GROUND ELEVATION	LENGTH OF SURCHARGE (MIN)	LENGTH OF FLOODING (MIN)	MAXIMUM JUNCTION AREA (SQ. MET)
1	45.00	44.43	44.61	0.1448	45.00	0 14	0.57	0.00*	165.5	0.9	3.434E+02
4	45.47	44.36	44.60	0.1695	45.47	0 13	1.11	0.00*	166.2	0.1	4.166E+02
6	45.77	44.38	44.59	0.2117	45.66	0 13	1.28	0.11	166.2	0.0	2.006E+02
17	46.40	44.45	44.59	0.1000	45.49	0 13	1.04	0.91	166.2	0.0	1.305E+02
15	46.13	44.40	44.60	0.1652	46.13	0 13	1.73	0.00*	166.6	0.0	2.275E+01
19	45.40	45.28	44.58	0.0121	44.85	0 16	0.00	0.55	0.0	0.0	4.816E+02
190	47.00	45.40	44.64	0.0118	44.89	0 18	0.00	2.11	0.0	0.0	2.330E+02
191	47.00	45.52	44.66	0.0084	44.91	0 19	0.00	2.09	0.0	0.0	1.750E+02
192	47.00	45.14	44.69	0.0111	44.93	0 21	0.00	2.07	0.0	0.0	5.900E+01
26	46.28	44.63	44.58	0.0101	44.63	0 14	0.00	1.65	0.0	0.0	9.530E+02

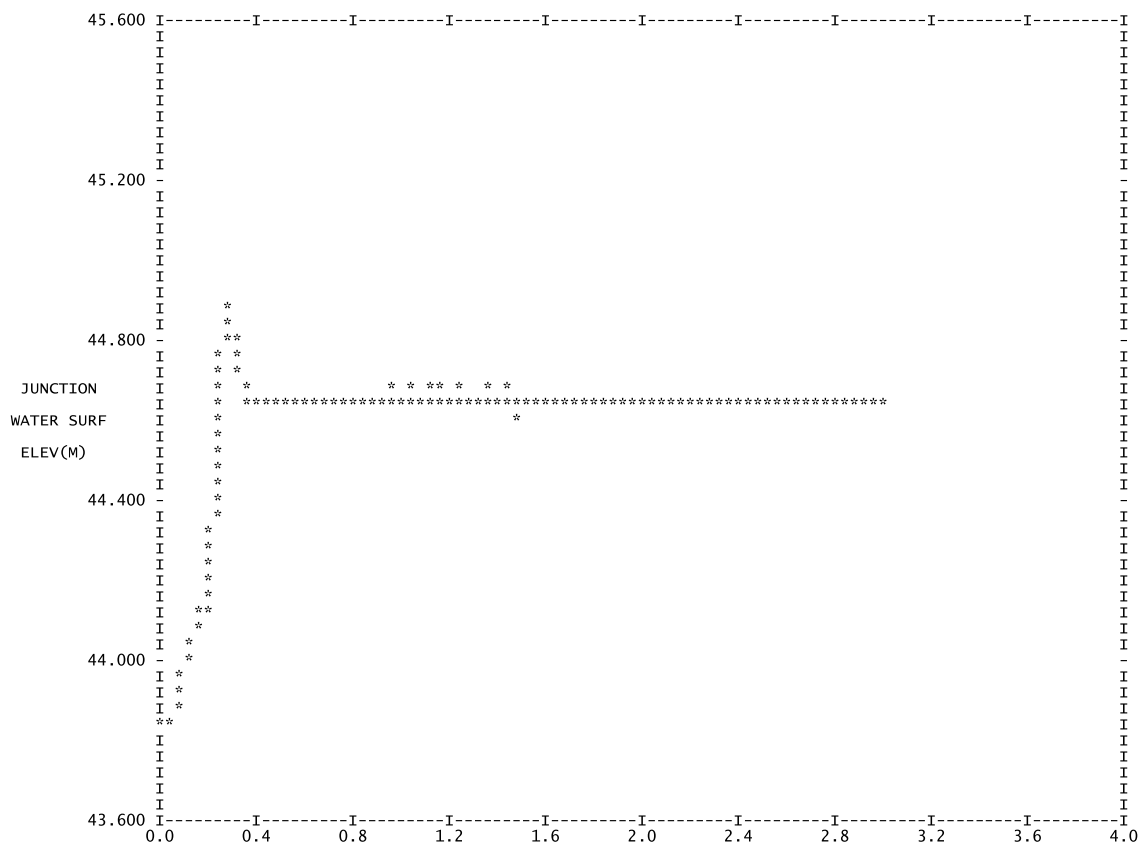
WARNING. INFLOW TO EXTRAN OCCURED AT JUNCTION THAT EXPERIENCED SURFACE FLOODING.
 IF THIS INFLOW OCCURED SIMULTANEOUSLY WITH FLOODING, WATER WILL NOT ENTER EXTRAN
 AND IS LOST FROM SIMULATION EXCEPT FOR CONTINUITY CHECK.
 USER MAY WISH TO CONSIDER EFFECTS ON UPSTREAM CHANNELS/PIPES NOT MODELED IN EXTRAN.
 ASTERISK (*) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM SWMM INTERFACE FILE.
 POUND (#) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM K3 GROUP.
 DOLLAR (\$) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOWS FROM BOTH SOURCES.
 NOTE THAT CONSTANT JUNCTION INFLOWS CAN ENHANCE FLOODING.

 * CONDUIT SUMMARY STATISTICS *

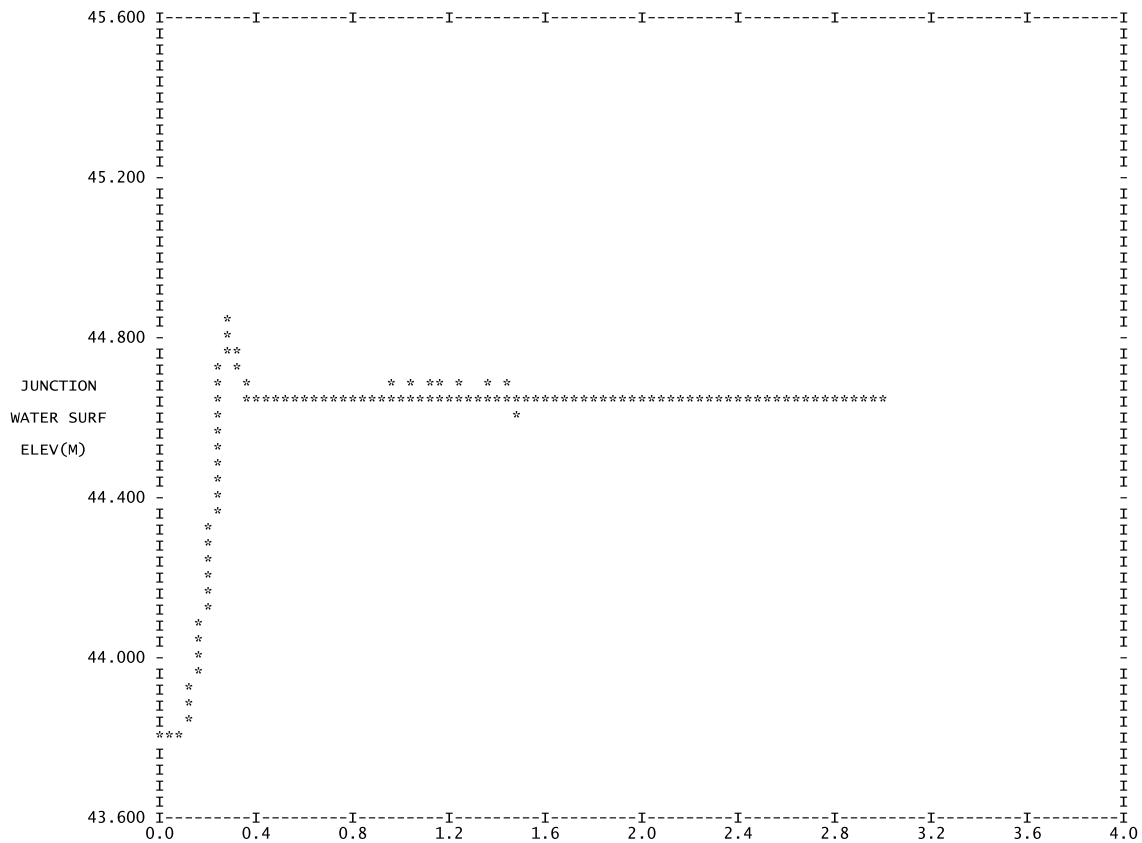
I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI												
TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min												
CONDUIT NUMBER	DESIGN FLOW (CMS)	DESIGN VELOCITY (M/S)	CONDUIT VERTICAL DEPTH (M)	MAXIMUM COMPUTED FLOW (CMS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	MAXIMUM COMPUTED VELOCITY (MPS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	RATIO OF MAX. TO DESIGN FLOW	MAXIMUM INV. AT UPSTREAM (M)	DEPTH ABOVE CONDUIT ENDS DOWNSTREAM (M)	LENGTH OF NORM FLOW (MIN)	CONDUIT SLOPE (M/M)
101	4.04E-02	0.50	0.320	-4.05E-02	0 14	-0.51	0 14	-1.00	0.89	1.51	6.1	0.00115
102	6.68E-02	0.53	0.400	-6.78E-02	0 13	-0.55	0 13	-1.01	1.51	1.78	7.7	0.00095
103	1.32E-01	0.67	0.500	7.45E-02	0 15	0.38	0 15	0.56	1.78	1.66	4.9	0.00114
104	1.29E-01	0.66	0.500	8.91E-02	0 15	0.50	0 11	0.69	2.16	1.66	3.8	0.00108
105	2.37E-01	0.76	0.630	2.44E-01	0 15	0.99	0 9	1.03	1.66	1.07	0.5	0.00106
106	1.02E+00	1.02	1.000	5.59E-01	0 14	1.56	0 15	0.55	0.49	0.57	1.5	0.00103
107	1.02E+00	1.02	1.000	2.64E-01	0 16	0.76	0 14	0.26	0.39	0.49	3.5	0.00103
108	3.90E-01	0.78	0.500	1.44E-01	0 15	0.55	0 12	0.37	0.29	0.39	147.1	0.00103
109	1.17E+00	0.78	1.000	1.06E+00	0 18	0.71	0 18	0.91	1.07	1.00	0.0	0.00047
90010	UNDEF	UNDEF	UNDEF	1.06E+00	0 18							



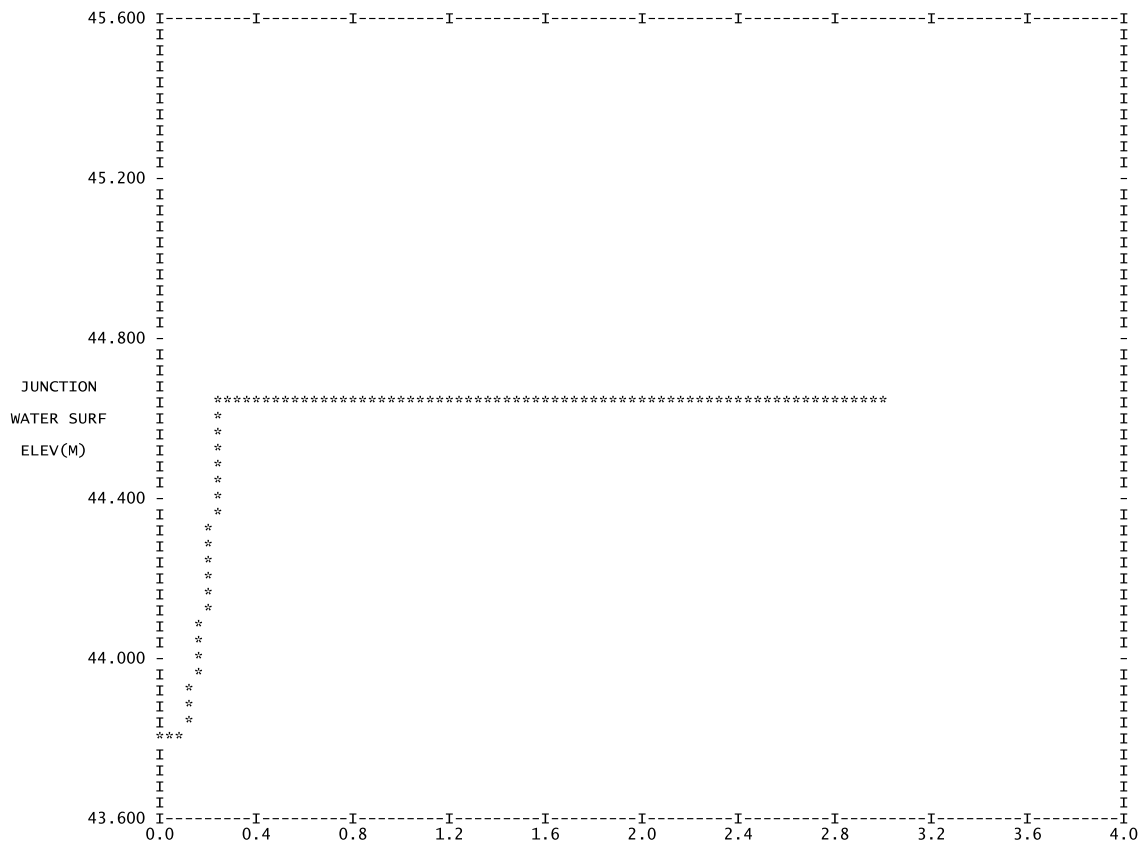




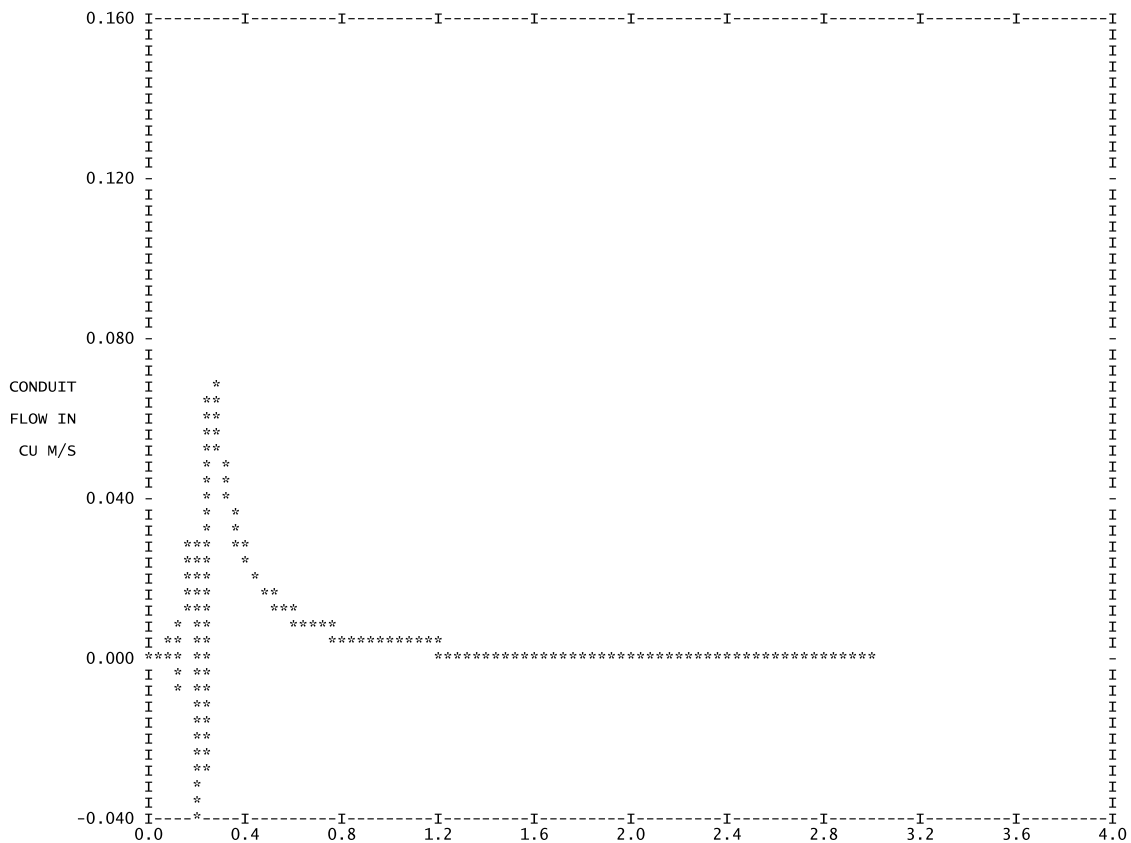
LOCATION NO. : 17 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF JUNCTION ELEVATION
 INVERT ELEV - 43.82 METERS
 CROWN ELEV - 44.45 METERS
 GROUND ELEV - 46.40 METERS



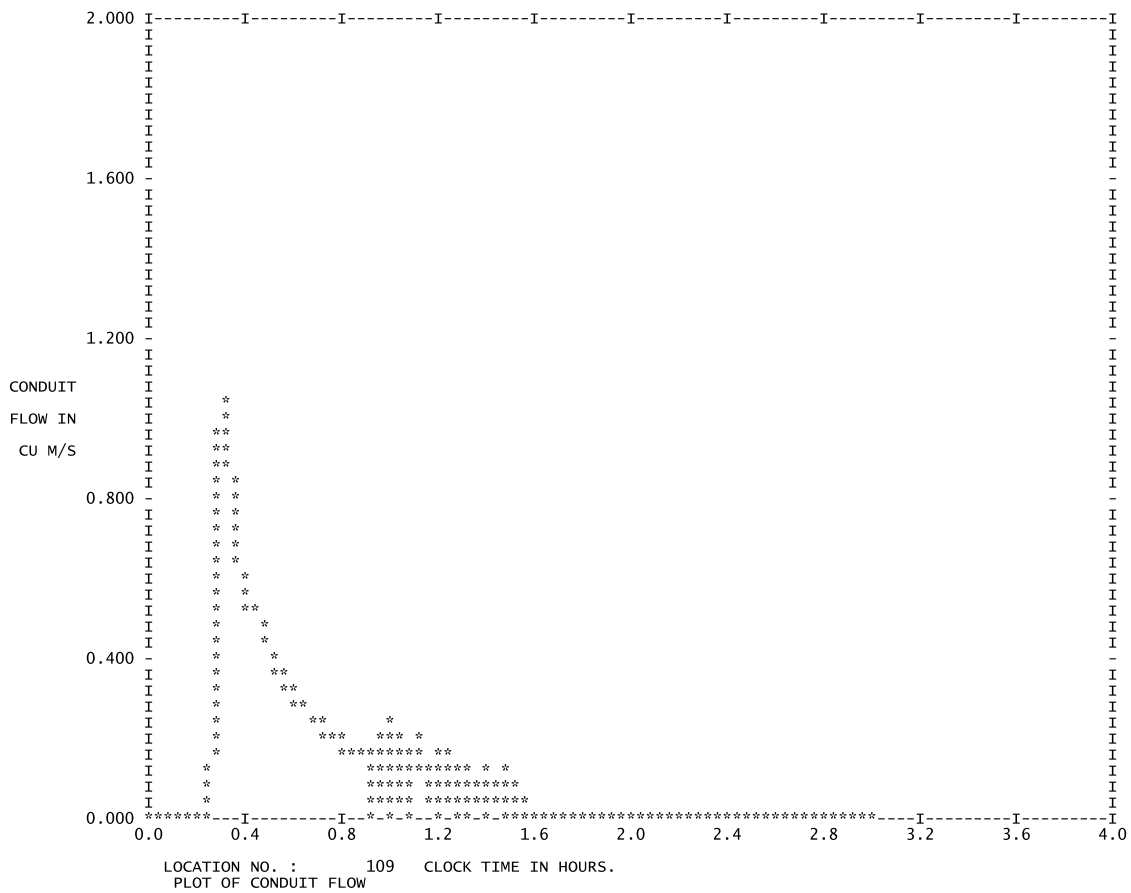
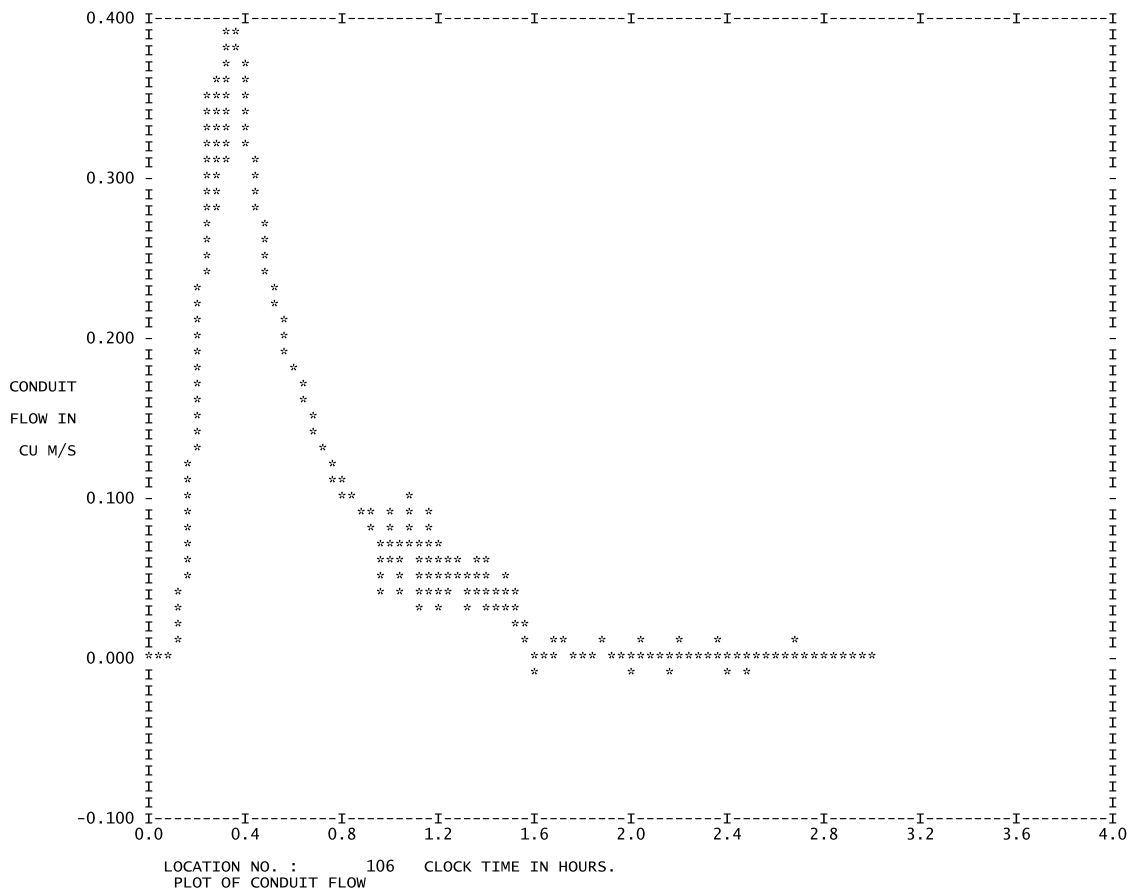
LOCATION NO. : 19 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF JUNCTION ELEVATION
 INVERT ELEV - 43.78 METERS
 CROWN ELEV - 45.28 METERS
 GROUND ELEV - 45.40 METERS

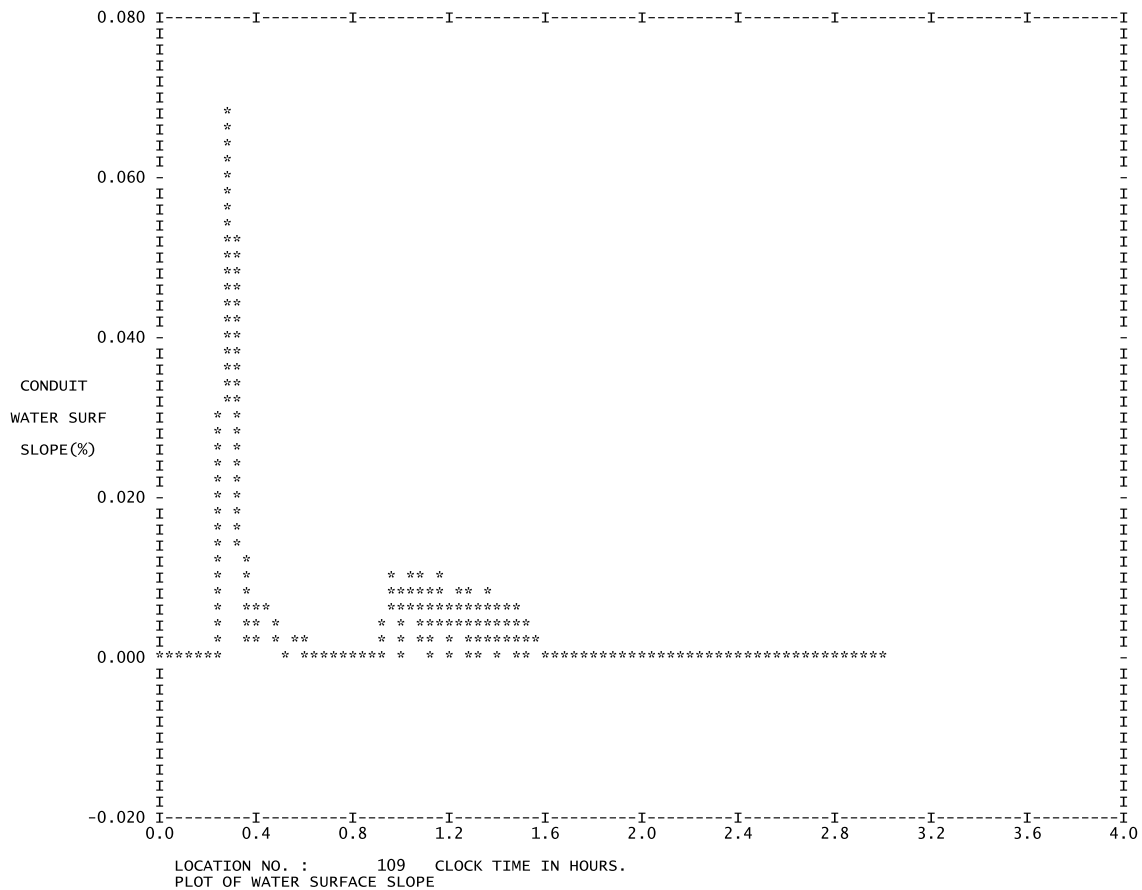
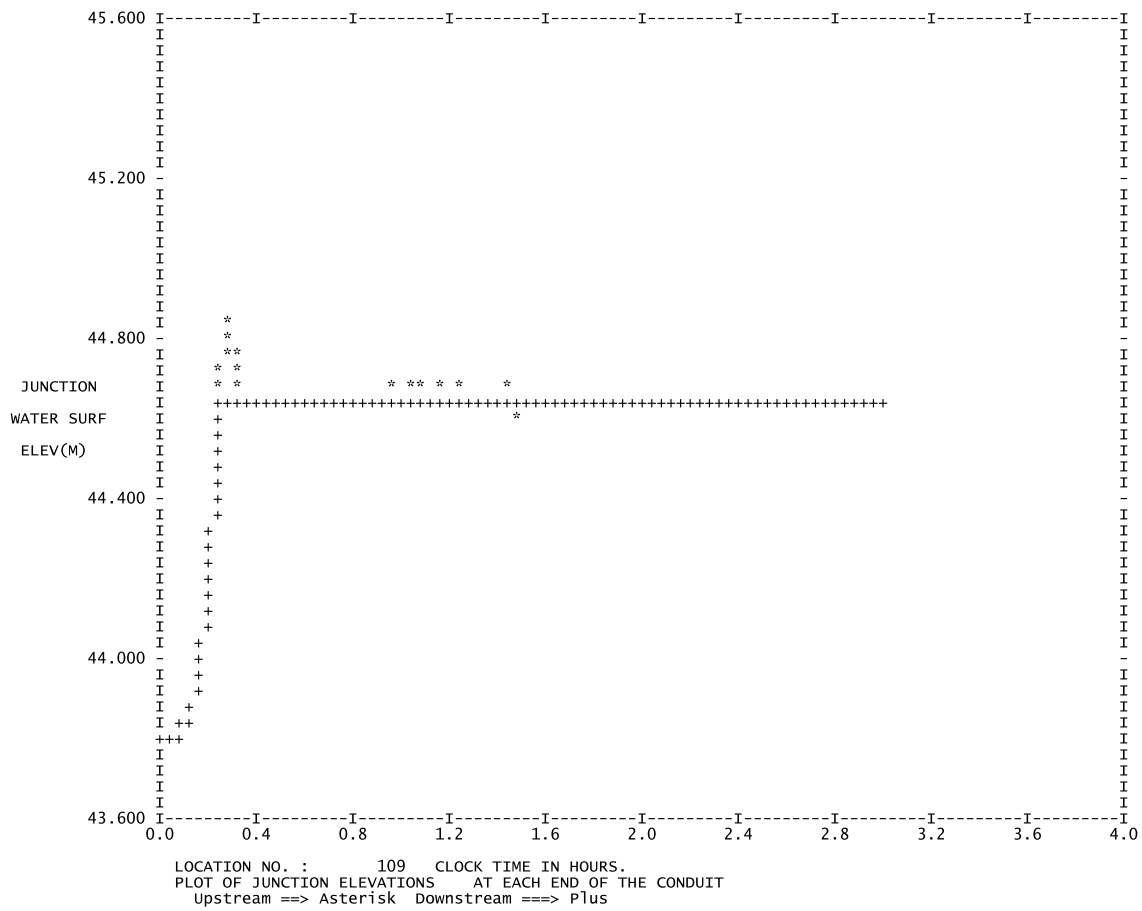


LOCATION NO. : 26 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF JUNCTION ELEVATION
 INVERT ELEV - 43.63 METERS
 CROWN ELEV - 44.63 METERS
 GROUND ELEV - 46.28 METERS



LOCATION NO. : 103 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF CONDUIT FLOW





04 - 001_TR_30_TC_120

 * JUNCTION SUMMARY STATISTICS *

I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI											
TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min											
JUNCTION NUMBER	GROUND ELEVATION (M)	PIPE CROWN ELEVATION (M)	UPPERMOST MEAN JUNCTION ELEVATION (M)	JUNCTION AVERAGE % CHANGE	MAXIMUM JUNCTION ELEV. (M)	TIME OF OCCURENCE HR. MIN.	METERS OF SURCHARGE AT MAX ELEVATION	METERS MAX. DEPTH IS BELOW GROUND ELEVATION	LENGTH OF SURCHARGE (MIN)	LENGTH OF FLOODING (MIN)	MAXIMUM JUNCTION AREA (SQ. MET)
1	45.00	44.43	44.61	0.5209	45.00	0 32	0.57	0.00*	507.0	0.3	4.640E+02
4	45.47	44.36	44.60	0.3533	45.24	0 32	0.88	0.23	507.7	0.0	3.240E+02
6	45.77	44.38	44.60	0.1273	45.35	0 32	0.97	0.42	507.6	0.0	1.181E+02
17	46.40	44.45	44.60	0.0670	44.90	0 32	0.45	1.50	506.7	0.0	1.455E+02
15	46.13	44.40	44.60	0.1595	45.42	0 32	1.02	0.71	507.5	0.0	1.388E+02
19	45.40	45.28	44.59	0.0044	44.70	0 38	0.00	0.70	0.0	0.0	4.816E+02
190	47.00	45.40	44.64	0.0041	44.75	2 0	0.00	2.25	0.0	0.0	1.750E+02
191	47.00	45.52	44.66	0.0024	44.81	2 0	0.00	2.19	0.0	0.0	1.170E+02
192	47.00	45.14	44.69	0.0028	44.84	2 0	0.00	2.16	0.0	0.0	5.900E+01
26	46.28	44.63	44.59	0.0033	44.63	0 36	0.00	1.65	0.0	0.0	9.530E+02

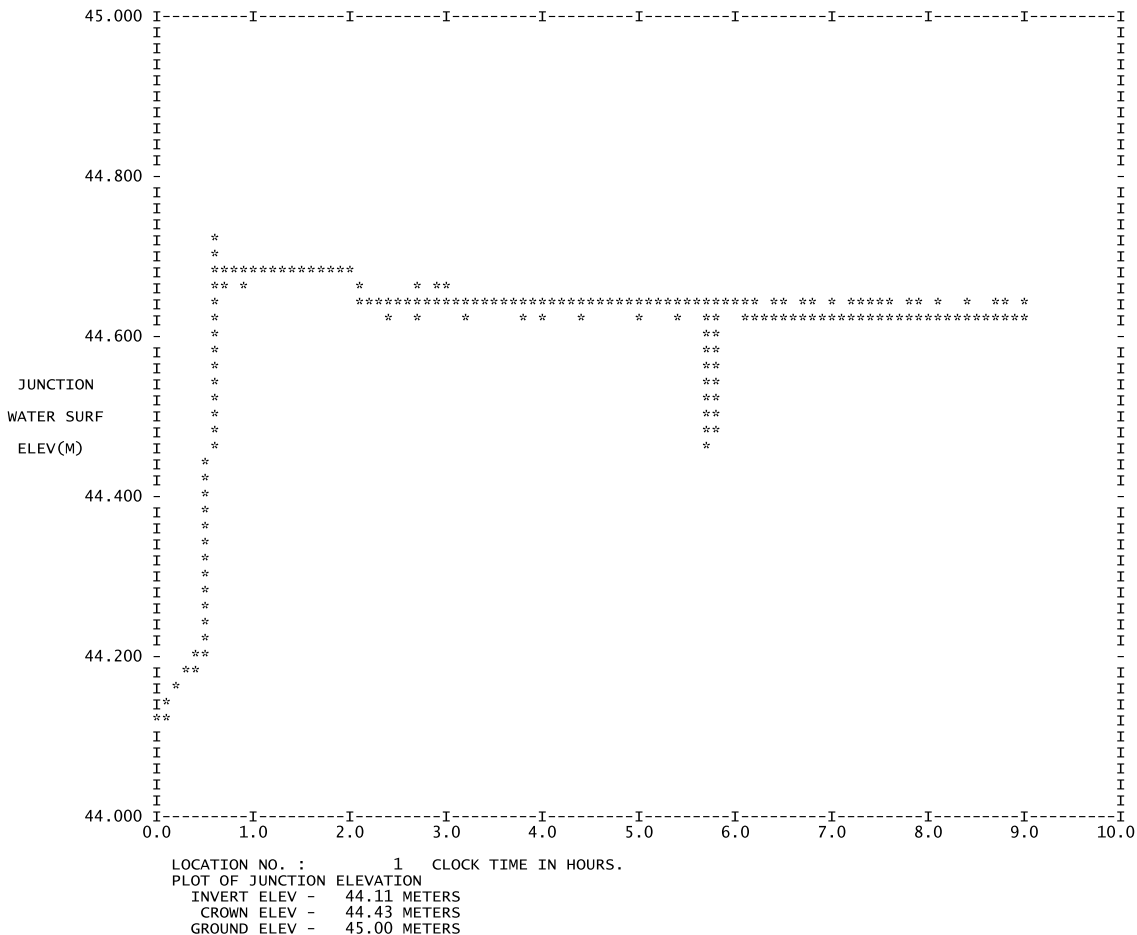
WARNING. INFLOW TO EXTRAN OCCURED AT JUNCTION THAT EXPERIENCED SURFACE FLOODING.
 IF THIS INFLOW OCCURED SIMULTANEOUSLY WITH FLOODING, WATER WILL NOT ENTER EXTRAN
 AND IS LOST FROM SIMULATION EXCEPT FOR CONTINUITY CHECK.
 USER MAY WISH TO CONSIDER EFFECTS ON UPSTREAM CHANNELS/PIPES NOT MODELED IN EXTRAN.

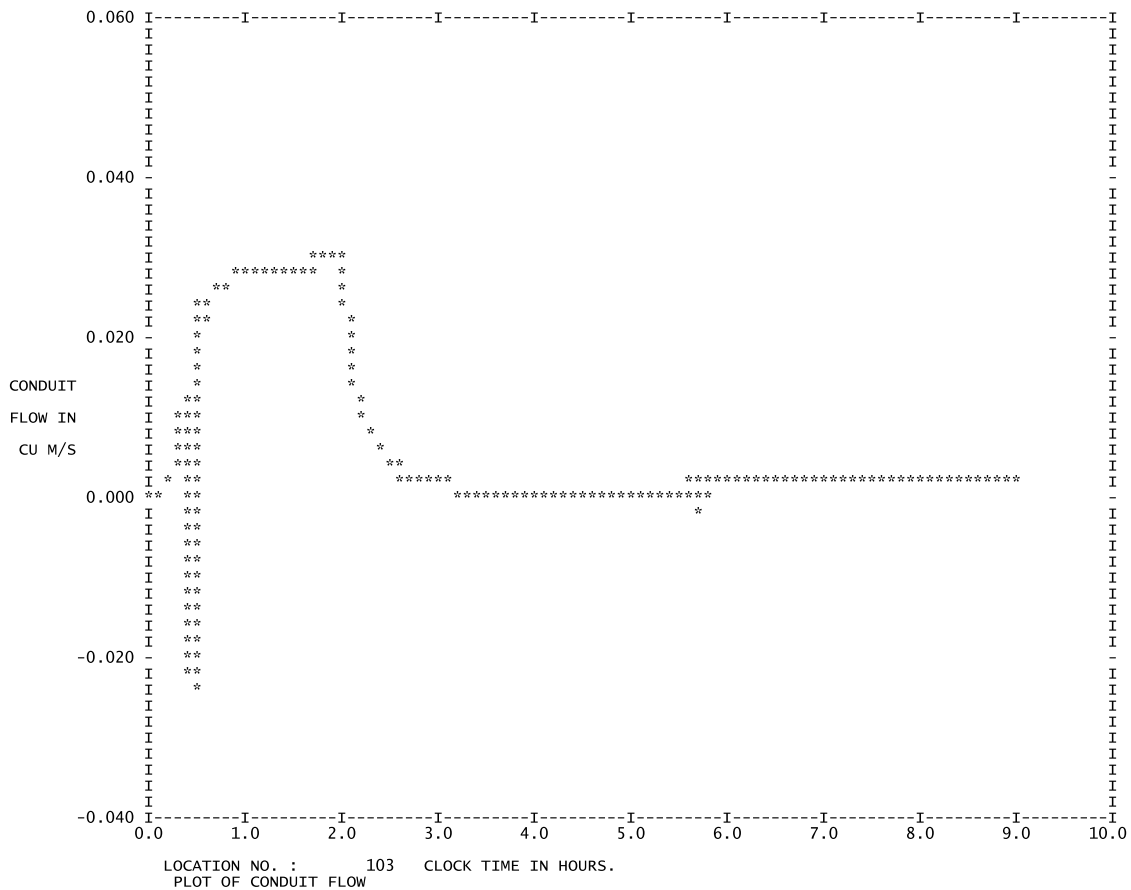
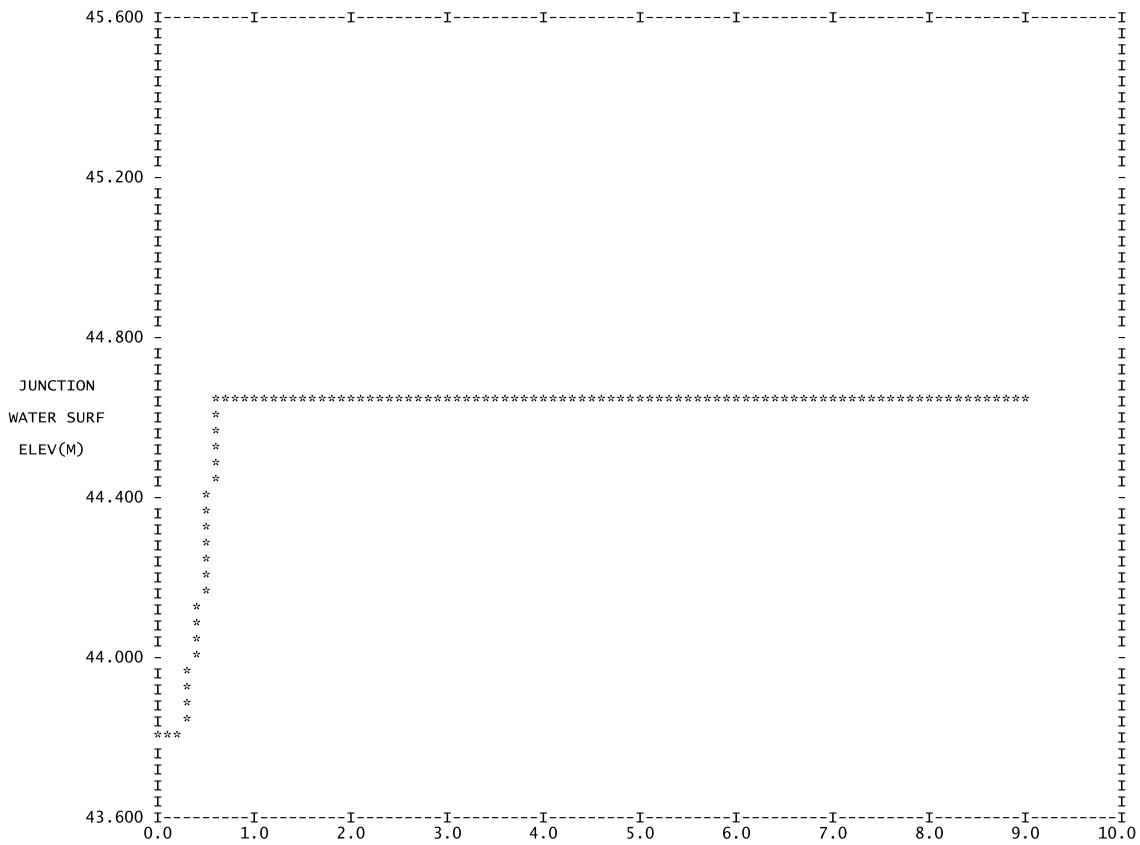
ASTERISK (*) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM SWMM INTERFACE FILE.
 POUND (#) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOW FROM K3 GROUP.
 DOLLAR (\$) => INFLOW AT JUNCTION WITH INFLOWS FROM BOTH SOURCES.

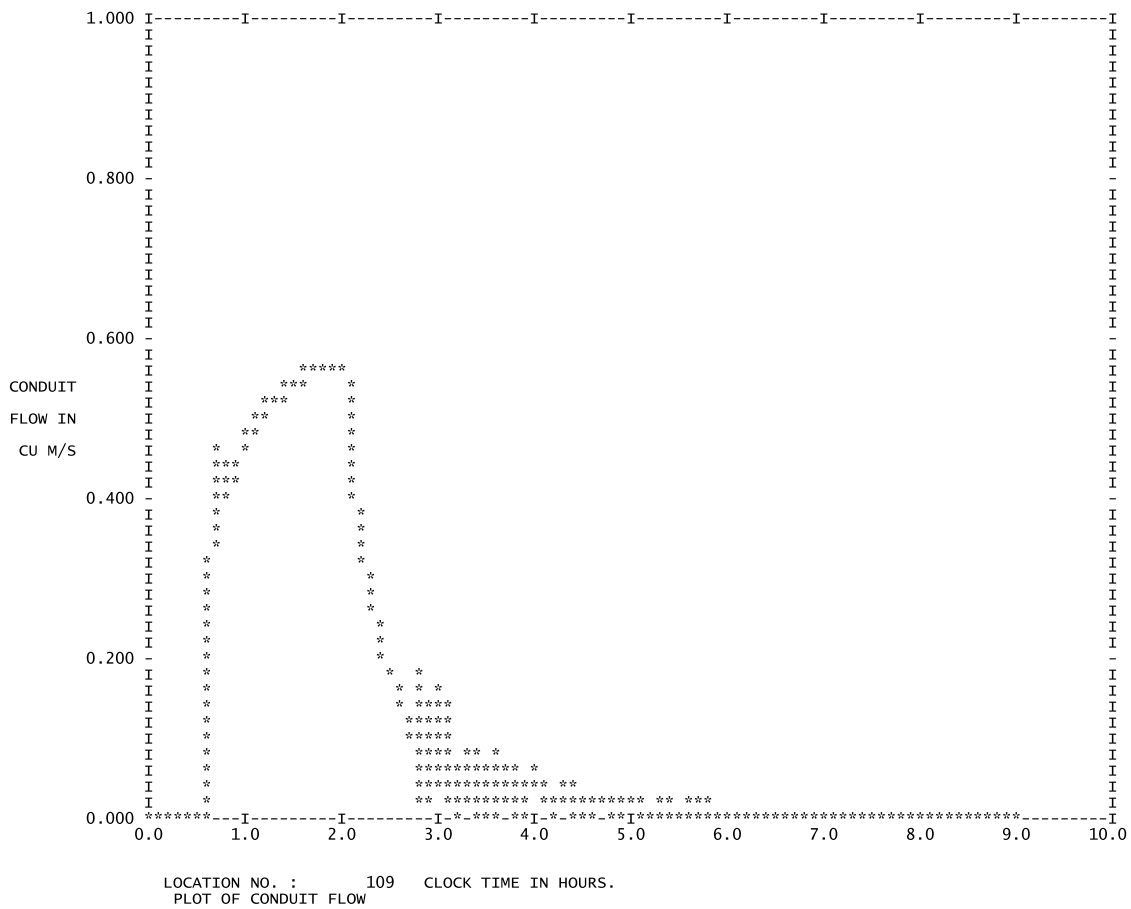
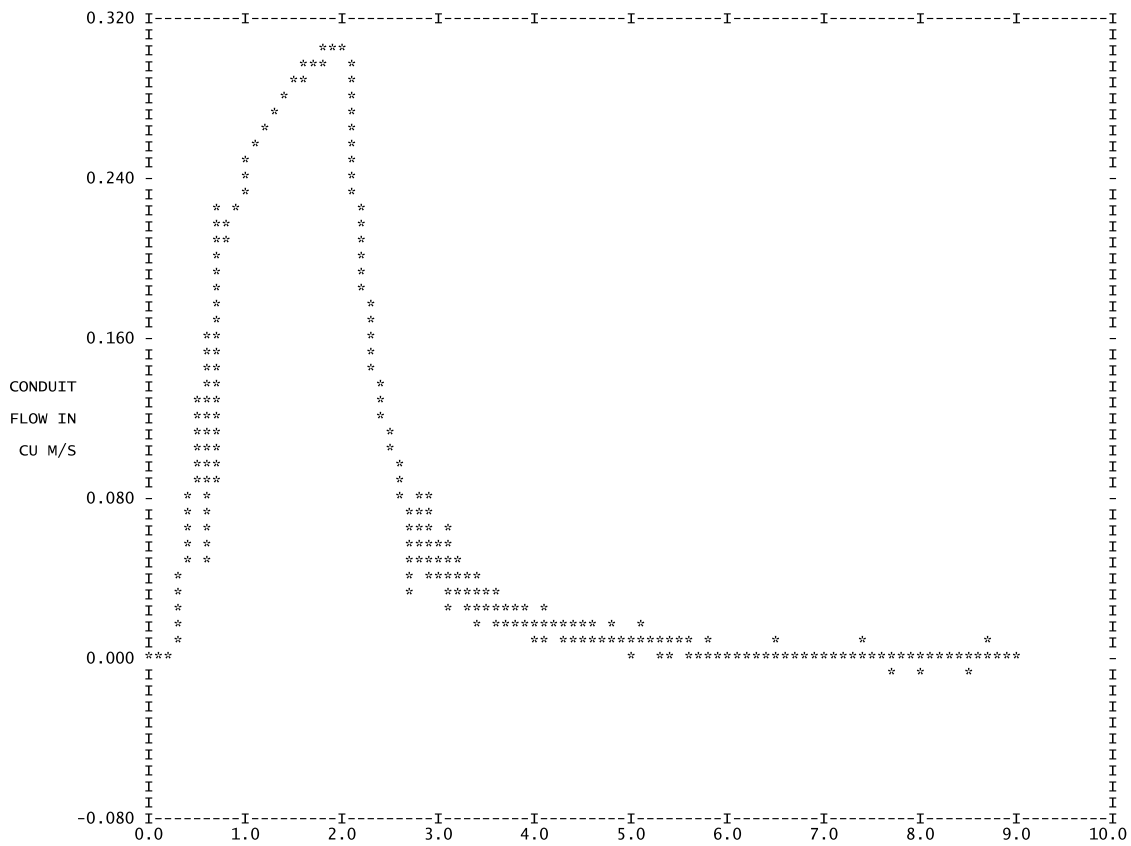
NOTE THAT CONSTANT JUNCTION INFLOWS CAN ENHANCE FLOODING.

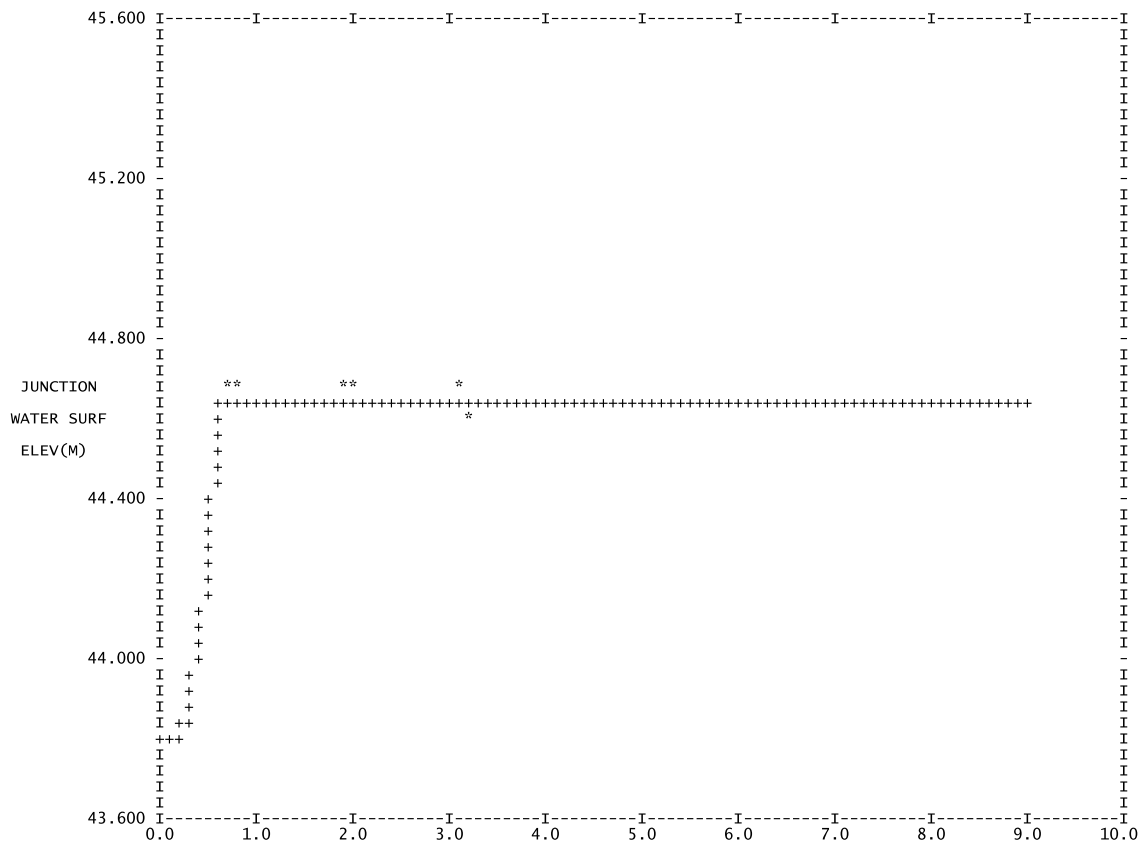
 * CONDUIT SUMMARY STATISTICS *

I&A - SIMULAZIONE IN MOTO VARIO - SCUOLA CARRARA - VERIFICA DIAMETRI - SBOCCO LI												
TEMPORALE INTENSITA COSTANTE - TR= 15 ANNI - DURATA 15 min												
CONDUIT NUMBER	DESIGN FLOW (CMS)	DESIGN VELOCITY (M/S)	CONDUIT VERTICAL DEPTH (M)	MAXIMUM COMPUTED FLOW (CMS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	MAXIMUM COMPUTED VELOCITY (MPS)	TIME OF OCCURRENCE HR. MIN.	RATIO OF MAX. TO DESIGN FLOW	MAXIMUM INV. AT UPSTREAM (M)	DEPTH ABOVE CONDUIT ENDS DOWNSTREAM (M)	LENGTH OF NORM FLOW (MIN)	CONDUIT SLOPE (M/M)
101	4.04E-02	0.50	0.320	-1.83E-02	0 31	0.29	0 25	-0.45	0.89	1.26	15.2	0.00115
102	6.68E-02	0.53	0.400	-2.28E-02	0 27	0.30	0 22	-0.34	1.26	1.44	23.7	0.00095
103	1.32E-01	0.67	0.500	-4.24E-02	0 28	-0.28	0 28	-0.32	1.44	1.08	11.3	0.00114
104	1.29E-01	0.66	0.500	4.47E-02	2 0	0.34	0 20	0.35	1.52	1.08	8.9	0.00108
105	2.37E-01	0.76	0.630	1.18E-01	2 0	0.66	0 18	0.50	1.08	0.92	0.9	0.00106
106	1.02E+00	1.02	1.000	3.04E-01	2 0	0.83	2 0	0.30	0.35	0.42	1.4	0.00103
107	1.02E+00	1.02	1.000	2.03E-01	2 0	0.63	1 59	0.20	0.29	0.35	16.9	0.00103
108	3.90E-01	0.78	0.500	1.01E-01	1 59	0.42	1 59	0.26	0.20	0.29	429.7	0.00103
109	1.17E+00	0.78	1.000	5.69E-01	2 0	0.40	2 0	0.49	0.92	1.00	0.0	0.00047
90010	UNDEF	UNDEF	UNDEF	5.69E-01	2 0							

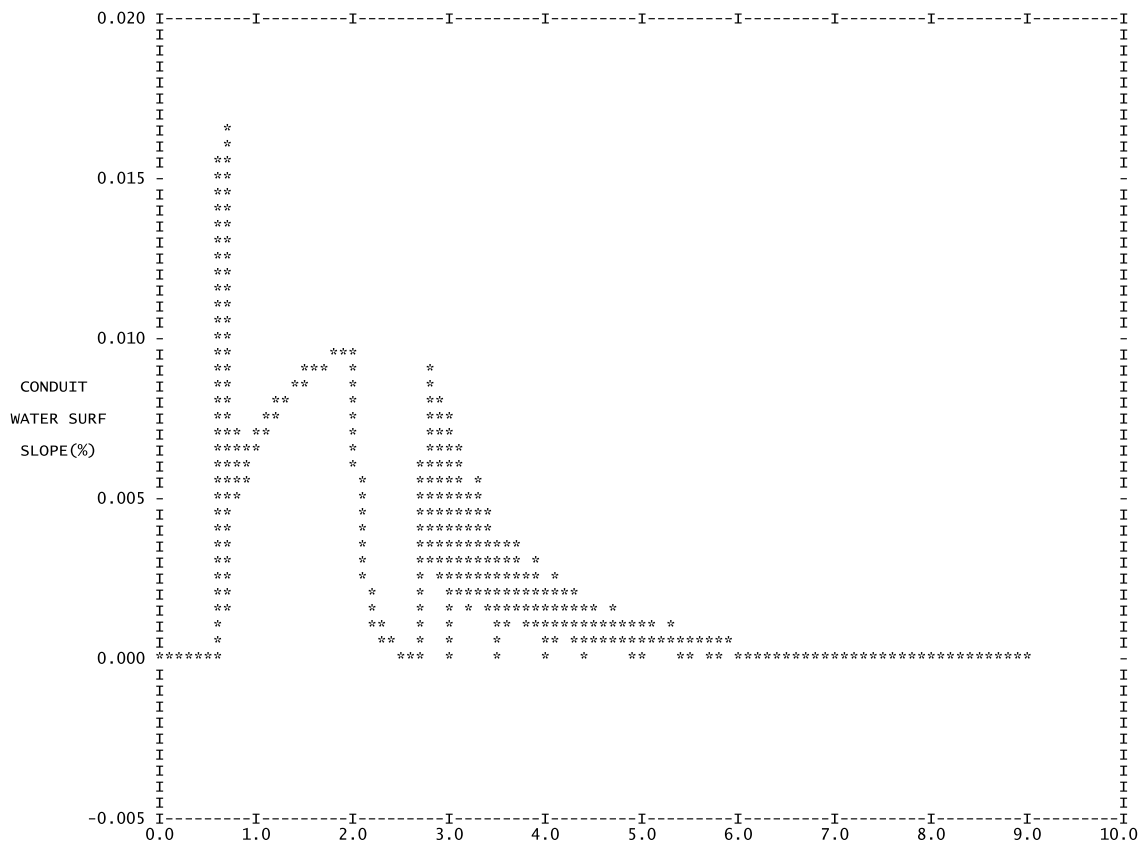






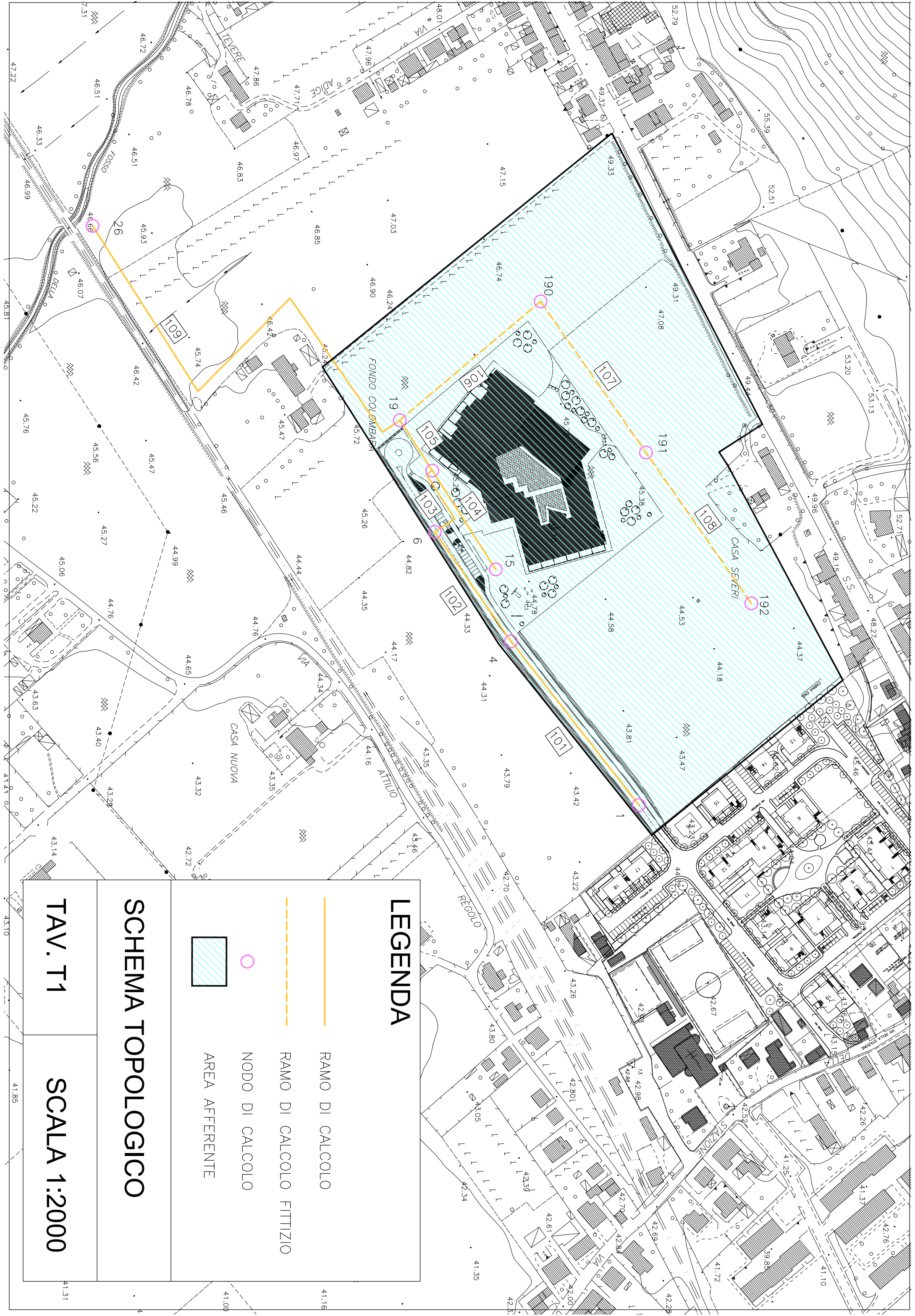


LOCATION NO. : 109 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF JUNCTION ELEVATIONS AT EACH END OF THE CONDUIT
 Upstream ==> Asterisk Downstream ==> Plus



LOCATION NO. : 109 CLOCK TIME IN HOURS.
 PLOT OF WATER SURFACE SLOPE

6 ALLEGATO 2 – SCHEMA TOLOGICO

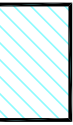


LEGENDA

 RAMO DI CALCOLO

 RAMO DI CALCOLO FITTIZIO

 NODO DI CALCOLO



AREA AFFERENTE

SCHEMA TOPOLOGICO

TAV. T1

SCALA 1:2000

7 ALLEGATO 3 – COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

