

D2.IL MODULO RETI DI DEFLUSSO

Il modulo reti di deflusso consente di schematizzare una rete a pelo libero, senza l'utilizzo di un approccio BIM, per eseguire una verifica con i metodi classici (invaso, corrivazione e metodi derivati) e successivamente effettuare l'analisi del funzionamento in moto gradualmente vario nel tempo interfacciandosi alla procedura SWMM dell'agenzia americana dell'EPA.

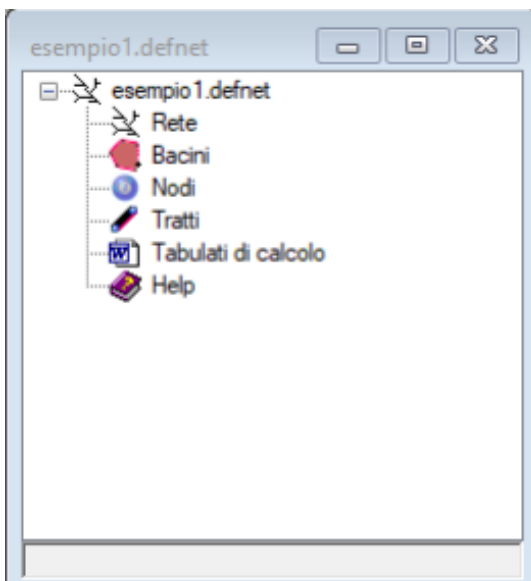
Il modulo può essere utilizzato in modo indipendente oppure in combinazione con Fognature/Canali per eseguire una analisi di una rete esistente.

Nel caso si provenga da Fognature/Canali è sufficiente esportare il file di progetto “.fgn”/”.can” in file “.defnet” con l'apposito comando disponibile in Fognature/Canali nel menù “CAD Progetto...”, come evidenziato in figura.



In caso contrario è possibile creare un nuovo modello Reti di deflusso oppure aprirne uno esistente.

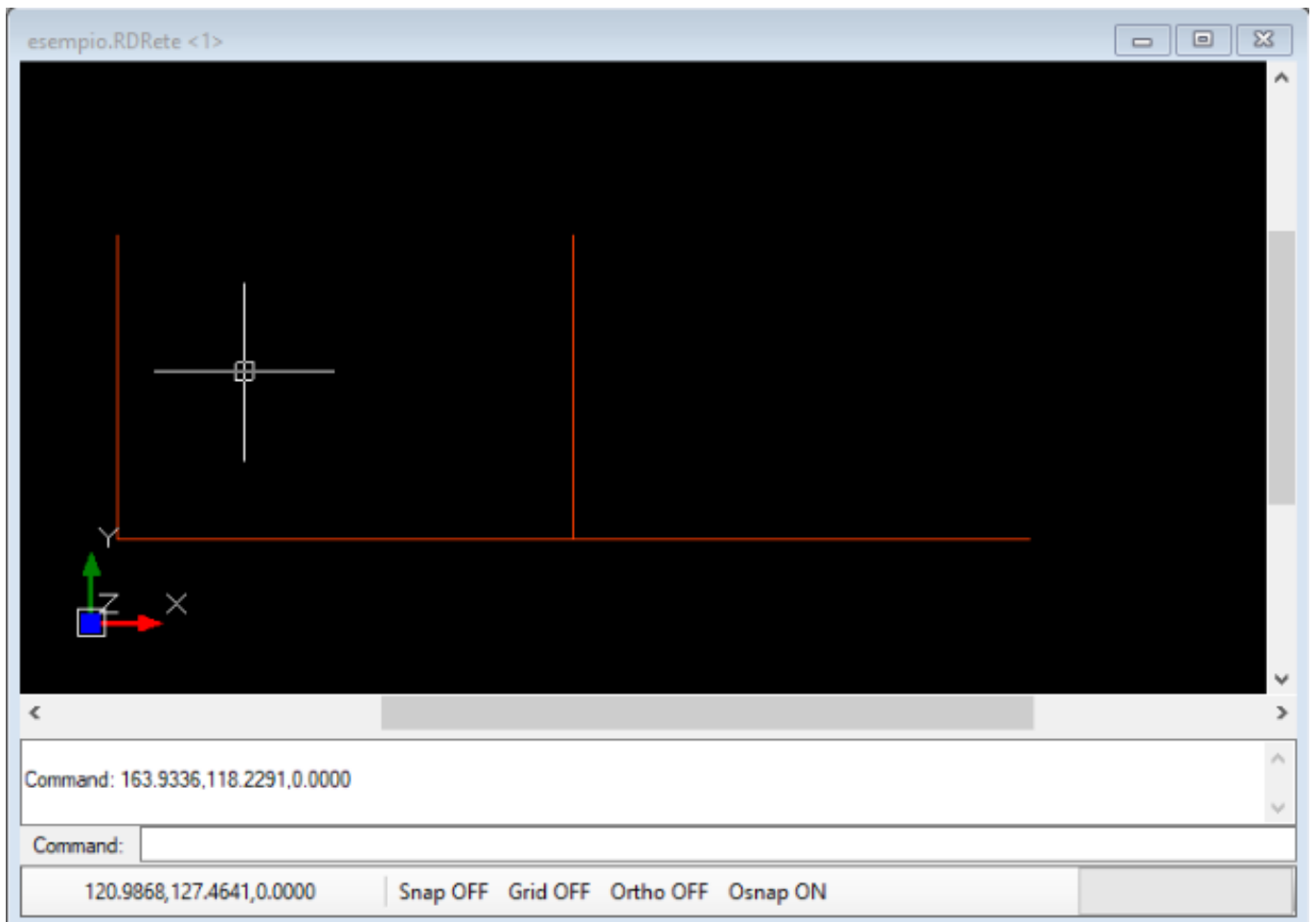
In qualsiasi caso si presenterà il classico albero di progetto comune a tutti i moduli di EdilStudio Idraulica.



Come si potrà notare l'albero presenta una struttura molto compatta, gli elementi necessari a introdurre gli elementi del solo modello idraulico.

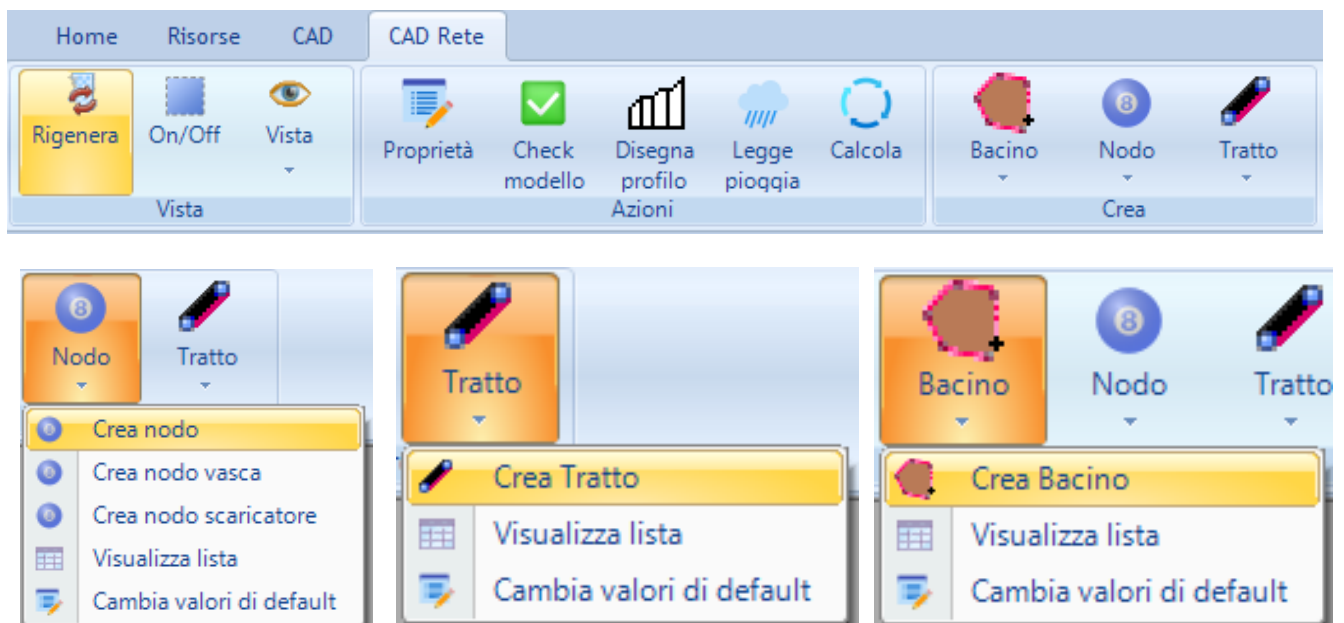
Non esiste differenza tra la modellazione del territorio e quella della rete in quanto si introduce unicamente un modello idraulico e le coordinate saranno sempre riferite ad un sistema di riferimento assoluto (0,0,0).

L'utilizzo del modulo è abbastanza semplice in quanto si parte dalla vista grafica della rete e si inseriscono nodi e tratti per schematizzare la sua geometria.



Il titolo della finestra evidenzia il nome del progetto e la denominazione **RDRete** che sta ad indicare la rete di **Reti di Deflusso**.

Alla vista grafica è associato il menù "CAD Rete" (oltre al tipico menù "CAD") con i comandi disponibili.



Nella sezione “Crea” sono disponibili i comandi per la creazione degli elementi di tipo “Bacino”, “Nodo” e per quelli di tipo “Tratto” come di seguito riportati.

Nome della proprietà	Descrizione
Nome	Consente di impostare il nome della rete (utilizzato anche per la generazione dei layer nella vista grafica)
Titolo	Consente di impostare un titolo al progetto
Tipo di rete	Consente di impostare il tipo di rete (fognatura, rete di scarico, rete di canali)
Unità di misura portate	Visualizza l’unità di misura adottata
Simulazione	Consente di impostare la modalità simulazione in cui vengono mostrate anche le proprietà ed i comandi relativi alla simulazione
Lunghezze automatiche	Consente di attivare/disattivare le lunghezze automatiche
Pendenze automatiche	Consente di attivare/disattivare le pendenze automatiche
Metodo di calcolo	Consente di impostare il metodo di calcolo
Precisione	Consente di impostare la precisione di calcolo
Formula di resistenza	Consente di impostare la formula di resistenza (Gauckler-Strickler, Manning-Strickler, Chezy-Bazin, Chezy-Kutter)
Riepilogo elementi	Visualizza il numero degli elementi presenti nel modello

GLI ELEMENTI DEL MODELLO

Di seguito si elencano gli elementi disponibili nel modello Reti di deflusso e accessibili a partire dall'albero di progetto.



RETE

demo56.Rete	
A) Generale	
Nome	1
Titolo	
Tipo di rete	fognatura
Unità di misura portate	l/sec
Simulazione	No
M) Modellazione	
Lunghezze automatiche	Si
Pendenze automatiche	Si
O.1) Opzioni progetto	
Metodo di calcolo	Invaso
Precisione	0.001
Formula di resistenza	Manning-Strickler
R) Riepilogo	
Nodi	9
Vasche	0
Tratti	7
Pompe	0

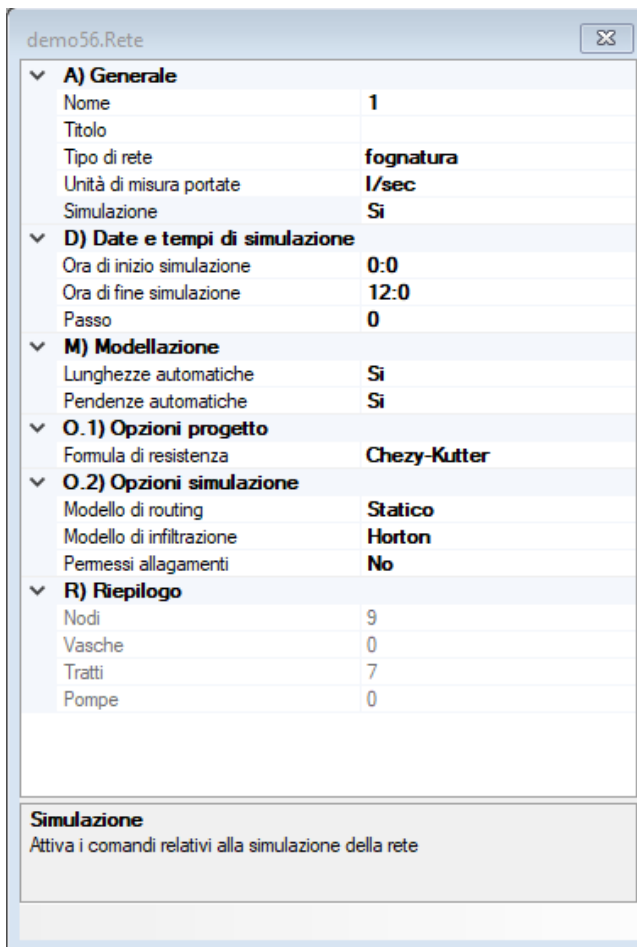
Nome
Nome

L'elemento **Rete** rappresenta l'intera rete che contiene i vari elementi del modello e sulla quale è possibile eseguire le operazioni di analisi e verifica.

L'elemento è costituito da un singolo pannello/scheda poiché la rete è unica (ogni file/progetto contiene solo un modello di rete) e non esiste dunque una lista di reti.

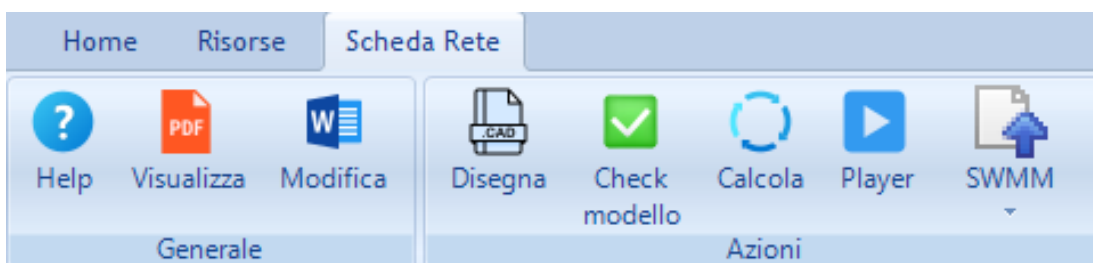
La scheda contiene alcune proprietà descrittive ed alcuni parametri di configurazione di seguito descritti.

In caso si opti per la simulazione l'elenco delle proprietà varia e si presenta come di sotto riportato. In particolare viene visualizzata una nuova sezione "Date e tempi di simulazione" in cui è possibile impostare la data ed i tempi della simulazione ed un'altra "Opzioni di simulazione" con la possibilità di modificare alcuni parametri di simulazione.



La scheda è associata al menù che prevede le varie azioni che possono essere eseguite sulla rete.

Nel caso si opti per la simulazione il menù presenta altri comandi.



BACINI

L'elemento bacino modella una superficie scolante

che consente alla pioggia, che cade su di una determinata area territoriale, di raggiungere la rete di deflusso artificiale in un determinato punto.

L'insieme di tutti i bacini presenti nel modello rappresenta la totalità delle aree che in caso di pioggia apporterebbero alla rete il loro contributo di portata.

La lista è accessibile dall'albero di progetto con l'apposito comando "Lista".

I bacini possono essere inseriti direttamente dalla lista con il comando "Nuovo" oppure in modo grafico a partire dalla vista della rete.

La definizione di ogni bacino è molto semplice nel caso di approccio con i metodi classici in cui è sufficiente prevedere: il valore della superficie del bacino, un valore definito coefficiente di afflusso (% della pioggia che defluisce nella rete) ed un parametro che ne caratterizza il tempo impiegato (tempo di ruscellamento nel metodo della corrivazione) o il volume trattenuto (volume dei piccoli nvasi nel metodo dell'invaso).

demo16.Bacino (1/8) ✕

▼ A) Generale	
Nome	1_Bac
Stile	Bacino
Descrizione	
Tag	
Recapito	1
▼ D) Dati	
Area	3000
Coefficiente di afflusso	0.8
Volume piccoli invasi	30

Nome
Nome

Definiti i parametri caratteristici occorre indicare il recapito del bacino che deve essere uno dei nodi immessi.

Nel caso di simulazione lo stesso elemento risulta notevolmente più complesso come si può vedere dalla scheda associata.

demo16.Bacino (1/8) ✕

▼ A) Generale	
Nome	1_Bac
Stile	Bacino
Descrizione	
Tag	
Pioggia	LeggePioggia
Recapito	1
Infiltrazione	Horton
▼ D) Dati	
Area	3000
Larghezza	54.77
Pendenza %	0.01
% Area impemeabile	0.2
Scabrezza area impemeabile	0.01
Scabrezza area permeabile	0.1
Profondità depressione impemeabile	0.05
Profondità depressione permeabile	0.05
% area impemeabile senza depressioni	25
▼ H.1) Infiltrazione Horton	
Infiltrazione iniziale	3
Infiltrazione finale	0.5
Decadimento	4
Giorni di tempo asciutto	7
Volume massimo	0
▼ R) Risultati	
Pioggia	62
Deflusso	0.93
Infiltrazione	0
Evaporazione	0

Nome
Nome

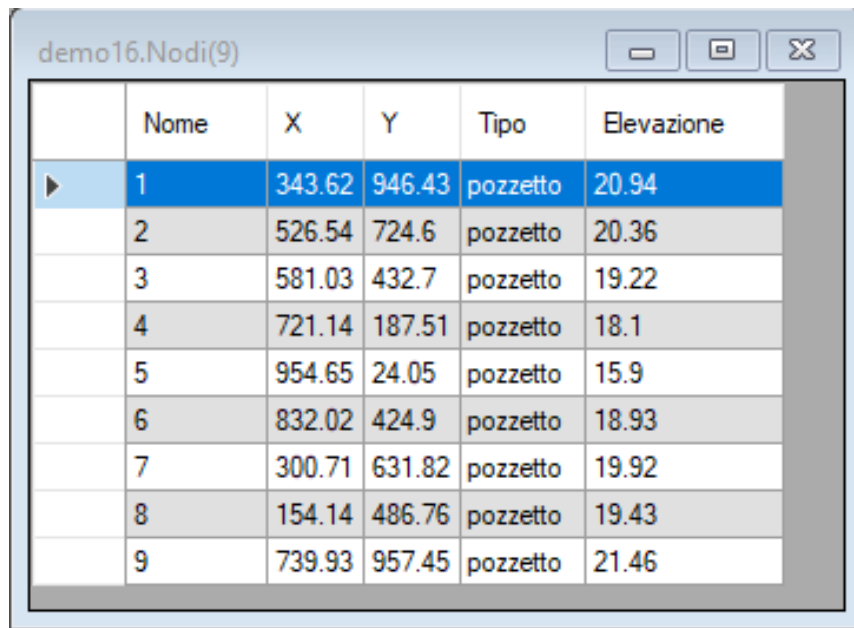
NODI

I nodi sono gli elementi necessari per il tracciamento della rete. Ogni punto di convergenza di due o più tratti finiranno in un nodo e pertanto questi nodi dovranno essere identificati sulla rete.

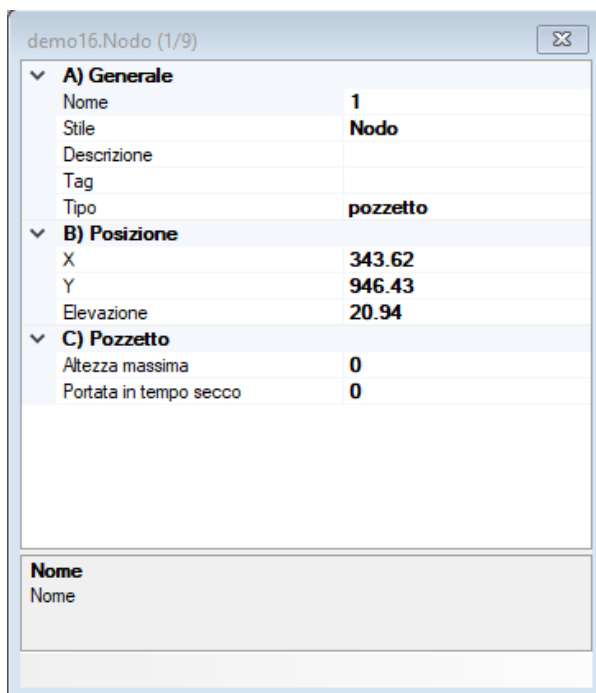
I nodi iniziale della rete, il nodo di recapito finale e tutti i nodi intermedi dovranno essere indicati prima di procedere alla creazione dei tratti.

La lista è accessibile dall'albero di progetto con l'apposito comando "Lista".

I nodi possono essere inseriti direttamente dalla lista con il comando "Nuovo" oppure in modo grafico a partire dalla vista della rete.



	Nome	X	Y	Tipo	Elevazione
▶	1	343.62	946.43	pozzetto	20.94
	2	526.54	724.6	pozzetto	20.36
	3	581.03	432.7	pozzetto	19.22
	4	721.14	187.51	pozzetto	18.1
	5	954.65	24.05	pozzetto	15.9
	6	832.02	424.9	pozzetto	18.93
	7	300.71	631.82	pozzetto	19.92
	8	154.14	486.76	pozzetto	19.43
	9	739.93	957.45	pozzetto	21.46



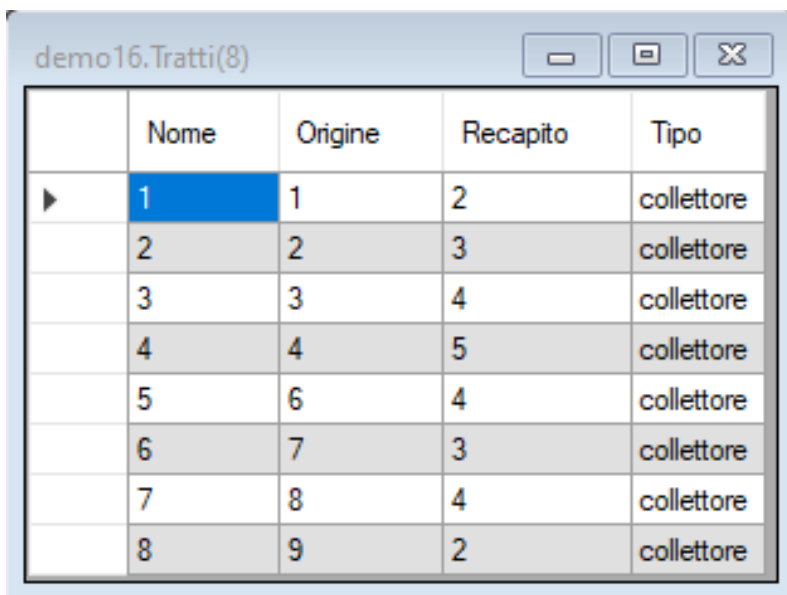
demo16.Nodo (1/9)	
A) Generale	
Nome	1
Stile	Nodo
Descrizione	
Tag	
Tipo	pozzetto
B) Posizione	
X	343.62
Y	946.43
Elevazione	20.94
C) Pozzetto	
Altezza massima	0
Portata in tempo secco	0
Nome	
Nome	

Il nodo ha innanzitutto delle coordinate planimetriche che lo individuano sulla rete. Può rappresentare effettivamente diversi elementi utilizzando la proprietà "Tipo", ma nella maggior parte dei casi rappresenterà un pozzetto che ci consentirà di connettere ad esso uno o più tratti della rete.

La proprietà "elevazione" rappresenta la quota di fondo del pozzetto mentre "l'altezza massima" è la massima altezza che si vuole conferire al nodo pozzetto.

Sono previsti altri tipi di nodo (vasca, scaricatore, terminale), ma sono certamente meno frequenti da utilizzare e sicuramente più utili nel caso operassimo in modalità simulazione.

TRATTI



	Nome	Origine	Recapito	Tipo
▶	1	1	2	collettore
	2	2	3	collettore
	3	3	4	collettore
	4	4	5	collettore
	5	6	4	collettore
	6	7	3	collettore
	7	8	4	collettore
	8	9	2	collettore

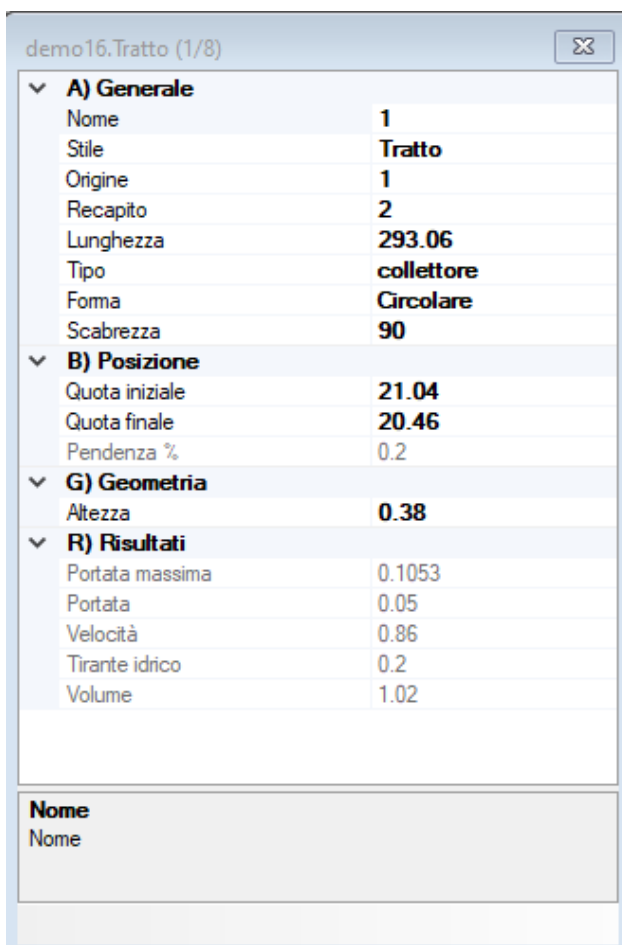
Il tracciamento effettivo della rete viene effettuato con l'elemento tratto che va disegnato sulla rete connettendo un nodo iniziale, una serie di punti a piacere e un nodo finale.

Il tratto è l'elemento principale del modello e senza di esso non è possibile effettuare alcuna calcolo.

Dall'albero di progetto, sul nodo condotte si utilizza il comando "Lista" per visualizzare tutti gli elementi tratto disponibili nel modello

Dalla vista grafica della rete è possibile disegnare ogni tratto utilizzando l'apposito comando nel menù crea.

Dalla lista, selezionando una riga, con il comando "Proprietà" si accede alla scheda proprietà del tratto selezionato.



demo16.Tratto (1/8)	
A) Generale	
Nome	1
Stile	Tratto
Origine	1
Recapito	2
Lunghezza	293.06
Tipo	collettore
Forma	Circolare
Scabrezza	90
B) Posizione	
Quota iniziale	21.04
Quota finale	20.46
Pendenza %	0.2
G) Geometria	
Altezza	0.38
R) Risultati	
Portata massima	0.1053
Portata	0.05
Velocità	0.86
Tirante idrico	0.2
Volume	1.02
Nome	
Nome	

Esistono anche alti tipi di tratto (pompa, scaricatore, derivatore, terminale), ma quello più utilizzato (specialmente in assenza di simulazione) è il collettore che rappresenta la tubazione di scarico che consente di defluire le portate. I tratti di tipo collettore sono gli unici ad essere obbligatori per il calcolo del modello.

CALCOLO CON I METODI CLASSICI

Quando parliamo del calcolo con i metodi classici intendiamo il metodo dell'invaso o della corrivazione e pertanto in assenza di simulazione.

E' sempre opportuno anche quando si voglia procedere ad una simulazione di eseguire la verifica della rete con un metodo classico (invaso o corrivazione), adottando una nota legge di pioggia.

Ciò consentirà di partire da valori noti e condivisibili prima di affrontare sperimentazioni e tarature di parametri con un modello di simulazione.

Pertanto definiremo i passi minimi necessari per consentire la verifica di una rete di deflusso.

- Inserire una serie di nodi di tipo pozzetto in corrispondenza degli estremi iniziale dei tratti, della confluenza tra tratti incidenti e nel nodo finale;
- Tracciare i tratti di tutta la rete indicando il nodo iniziale e quello finale;
- Definire il tipo di legge di pioggia da assegnare al progetto;
- Definire le aree colanti, indicando come recapito uno dei nodi pozzetto già inseriti nella rete che trasformeranno la pioggia nella portata di pioggia convogliata attraverso la rete;
- Aggiungere, eventualmente, una portata di tempo asciutto, in corrispondenza di ogni nodo pozzetto;
- Dalla scheda della rete, impostare le desiderate opzioni di calcolo, quindi avviare la verifica della rete;
- Sulla vista grafica della rete, effettuando un necessario refresh, verranno visualizzate nel tooltip associato ad ogni tratto le caratteristiche idrauliche, risultati ispezionabili anche dalla lista dei tratti e dalla relativa scheda delle proprietà.

SIMULAZIONE

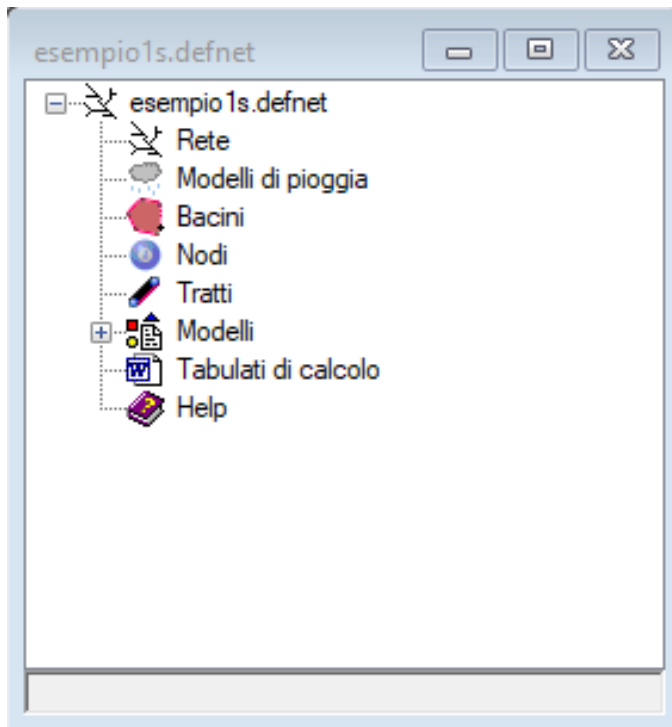
Per procedere alla simulazione consigliamo di interpretare bene i risultati ottenuti con uno dei metodi classici (invaso o corrivazione). Ciò consente di avere un'idea dell'ordine di grandezza della portata massima, ad esempio, nel tratto finale.

I valori che restituiscono i metodi classici rappresentano una stima delle massime portate che ciascun collettore si troverà a far defluire in funzione di una certa legge di pioggia assegnata.

Per passare dai metodi classici alla simulazione occorre agire sulla proprietà "Simulazione" presente nella scheda della rete.

Titolo	
Tipo di rete	fognatura
Unità di misura portate	mc/sec
Simulazione	No

Dopo aver impostato tale parametro a "Si", chiudere la scheda posizionarsi sull'albero di progetto ed effettuare il comando "Aggiorna" posto sulla barra del menù. A questo punto l'albero di progetto si dovrebbe aggiornare e presentare il nuovo nodo "Stazioni di pioggia" e il raggruppamento di nodi "Modelli".

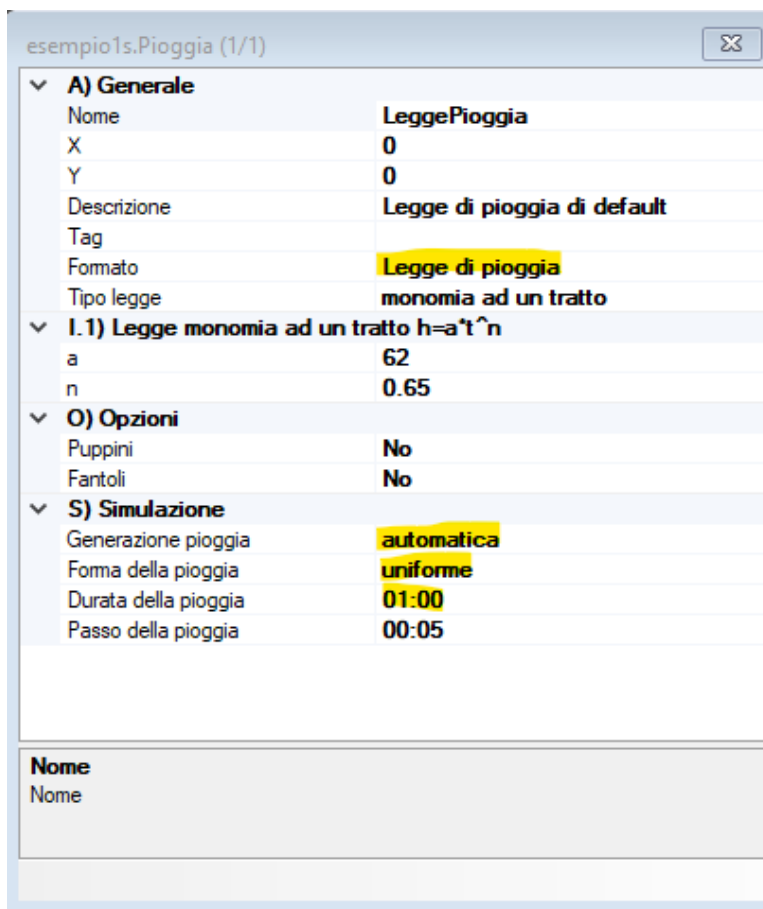


In caso di simulazione la legge di pioggia a rigore scomparirebbe e saremmo tenuti a parlare di ietogramma di progetto (intensità di pioggia nel tempo). Lo ietogramma corrisponde all'effettivo carico di pioggia a cui vogliamo sottoporre la nostra rete per verificarne i risultati nel tempo ed in particolare l'onda di piena che si genera, ad esempio, nel collettore finale.

Per agevolare il passaggio dai metodi classici alla simulazione il software si occupa, per default, di creare uno ietogramma di progetto automaticamente in base alla legge di pioggia già impostata.

Lo forma dello ietogramma potrà essere uniforme, triangolare o il modello chicago molto diffuso nelle elaborazioni di pioggia.

Ciò può essere molto comodo, in un primo momento, avendo cura soltanto di indicare la durata della pioggia che dovrebbe essere impostata ad un valore prossimo a quello del tempo di corrivazione della rete.



Successivamente si potranno impostare differenti ietogrammi verificandone gli impatti che avranno sulla rete in termini di portate e di colmi di piena. Nel passaggio dai metodi classici alla simulazione passiamo dal concetto di legge di pioggia al concetto di modello di pioggia indicato con uno ietogramma di pioggia. Nel modello, in realtà, ad ogni bacino potrebbe essere associato un differente modello di pioggia o ietogramma. Nella pratica, per reti di superficie limitata potrà essere considerata un solo modello di pioggia ed un solo ietogramma di pioggia che possiamo derivare dalla legge di pioggia già fissata per i modelli classici. Per default, è previsto un solo modello di pioggia che coincide proprio con la nostra legge di pioggia.

esempio1s.Rete

A) Generale	
Nome	1
Titolo	
Tipo di rete	fognatura
Unità di misura portate	l/sec
Simulazione	Si
D) Date e tempi di simulazione	
Ora di inizio simulazione	00:00:00
Ora di fine simulazione	06:00:00
Passo	00:05:00
M) Modellazione	
Lunghezze automatiche	Si
Pendenze automatiche	Si
O.1) Opzioni progetto	
Formula di resistenza	Gauckler-Strickler
O.2) Opzioni di visualizzazione	
Visualizza didascalie	No
O.3) Opzioni simulazione	
Modello di routing	Statico
Modello di infiltrazione	Horton
Permessi allagamenti	No
R) Riepilogo	
Nodi	9
Vasche	0
Tratti	8
Pompe	0

Nome
Nome

Dalla lista dei modelli di pioggia, selezionando l'unico modello disponibile, possiamo accedere alla scheda riportata nella immagine. Lasciando i parametri selezionati in giallo come sono riportati semplicemente chiediamo al software di creare un idrogramma automaticamente ricavandolo dalla legge di pioggia, di forma uniforme e durata di 1h. Una volta definito il modello di pioggia della rete, occorre rivisitare tutti i bacini colanti per impostare i corretti parametri per la simulazione.

La scheda delle proprietà del singolo bacino è certamente più complessa di quella relativa ai metodi classici in cui dovevamo impostare soltanto tre parametri (area, coeff. di afflusso e volume dei piccoli invasi o tempo di ruscellamento).

Molti dei valori sono impostati di default e potrebbero in prima istanza non essere modificati.

Il modello di pioggia, ad esempio, è già impostato all'unico modello esistente collegato alla legge di pioggia.

Il modello di infiltrazione di default è quello di Horton con i parametri già impostati.

L'area deve essere impostata manualmente o può essere calcolata automaticamente con il comando "... " se è stata disegnata graficamente.

Gli altri parametri vanno valutati correttamente perché potrebbero incidere sul valore delle portate finali. In ogni caso una prima verifica potrà essere eseguita lasciando le impostazioni di default.

Prima di eseguire il calcolo si dovranno impostare i parametri della rete che in caso di simulazione sono chiaramente più impegnativi, come risulta dalla immagine.

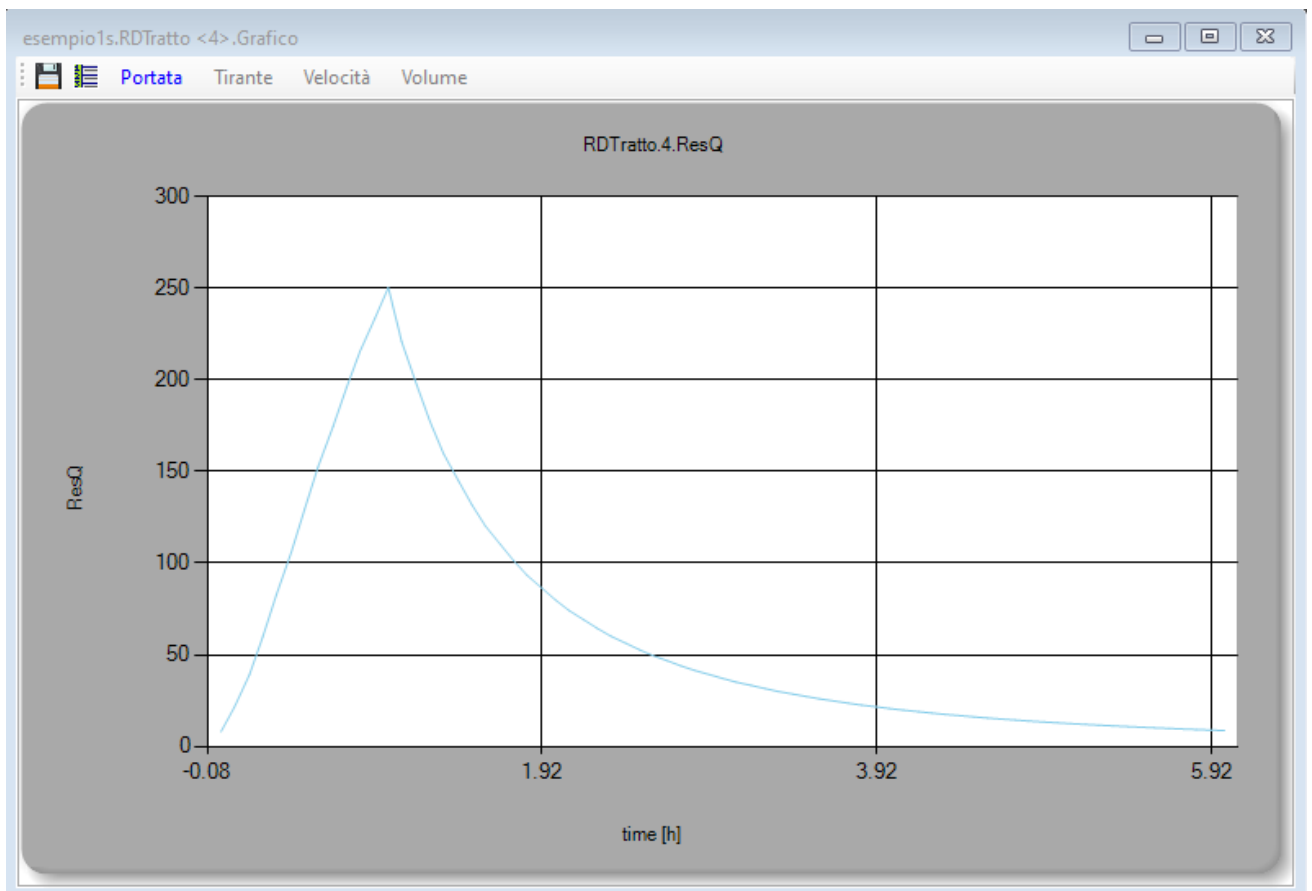
Innanzitutto occorre stabilire l'inizio e la fine della simulazione. Nella presente versione la simulazione è limitata alle 24h, sufficiente per i bacini medi.

Pertanto non si dovranno inserire le date di simulazione, ma solo gli orari. Se si lascia come default che la simulazione inizi alle 00:00:00 è sufficiente impostare soltanto l'ora finale della simulazione. Per default la durata della simulazione è di 6h.

E' chiaro che la simulazione dovrà essere almeno superiore alla durata della pioggia, meglio se ampiamente superiore.

Se, in questo caso abbiamo impostato nel modello di pioggia una durata di 1h e la simulazione è di 6h, nell'idrogramma di piena vedremo sicuramente il colmo di piena, ma anche l'esaurimento dell'effetto pioggia nelle portate dei nostri tratti.

Infatti, mentre nei metodi classici il nostro risultato più importante potrebbe essere la portata massima nel tratto finale della rete, nella simulazione ci interessa l'idrogramma di piena nel tratto finale, ovvero come nei vari tempi di simulazione varia la portata nel nostro tratto.



Il colmo rappresenta proprio il valore massimo che dovrebbe essere non molto lontano da quello calcolato con i metodi classici.

Nella immagine è rappresentato un esempio di idrogramma di piena nel tratto finale della nostra rete, dove si distingue il valore del colmo (250 l/s) a circa 30min dall'inizio della simulazione di durata totale di 6h. La forma dell'idrogramma è chiaramente influenzata dal modello di pioggia utilizzato, dalla sua durata e dalla trasformazione afflussi-deflussi che dipende dai parametri impostati nel bacino e dalle caratteristiche geometriche della rete colante.