

B11 - IL MODULO FOGNE

FOGNE è un software per il progetto e la verifica idraulica di reti fognarie.

Consente di modellare la rete direttamente sulla cartografia di riferimento, impostata come sfondo nell'interfaccia grafica oppure attraverso l'importazione di dati da file dwg/dxf.

È dotato di archivi dettagliati di tipologie dei principali elementi che formano la rete, come collettori, pozzetti, apparecchiature, etc.

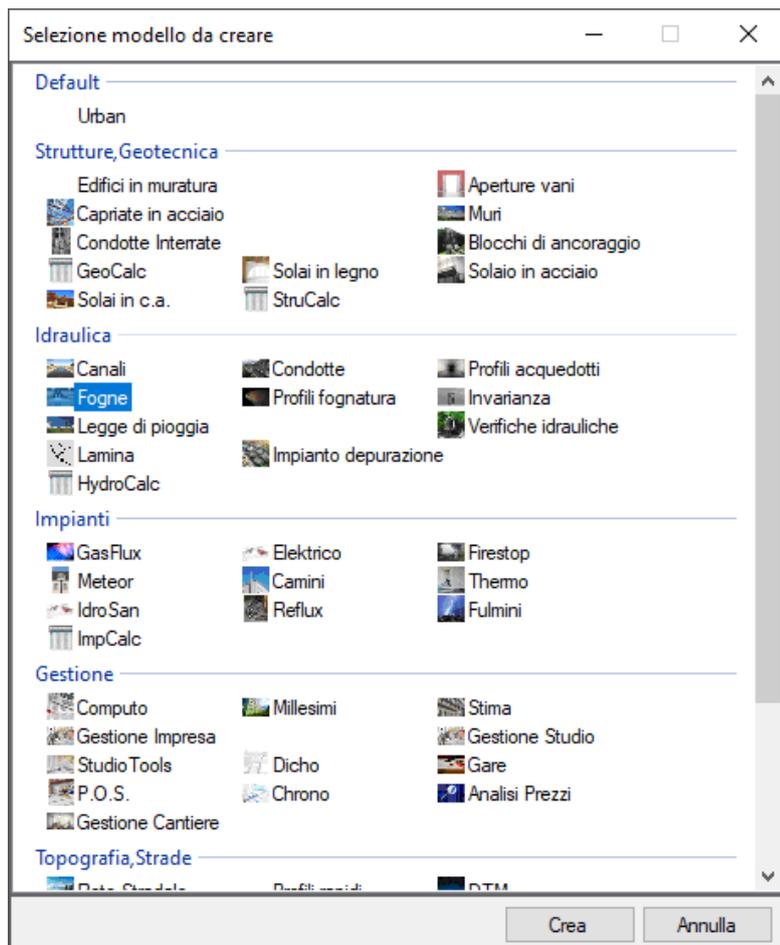
Gli elaborati di testo (in formato doc o pdf) comprende la relazione di calcolo, e le stampe di tutte le liste di elementi inseriti.

Per accelerare la creazione di un nuovo progetto è previsto un apposito **wizard** di inserimento automatico che pone all'utente una serie di domande in sequenza ed imposta i parametri principali della progettazione.

Nell'**Archivio condiviso** da tutti i files di progetto si dispone di una **libreria di base di sezioni** (circolari, ovoidali e scatolari), di varie dimensioni e materiali. Tale libreria può essere modificata a piacere a seconda delle esigenze.

Gli elementi costitutivi della rete sono i **collettori** e i **pozzetti**. Per inserire i collettori si deve accedere alla vista grafica della fognatura, utilizzando, se si dispone, di una planimetria di base.

CREAZIONE DI UN NUOVO PROGETTO



Per creare un nuovo progetto FOGNE occorre utilizzare dalla barra Home il comando "Nuovo". Selezionando il pulsante "Fogne" e cliccando sul tasto "Crea" verrà avviata la procedura per la creazione di un nuovo progetto.

Verrà presentato il wizard del territorio che consentirà di predisporre il territorio di progetto. A seguire apparirà il wizard della rete e per concludere apparirà l'albero di progetto

IL WIZARD DEL TERRITORIO E DELLA RETE

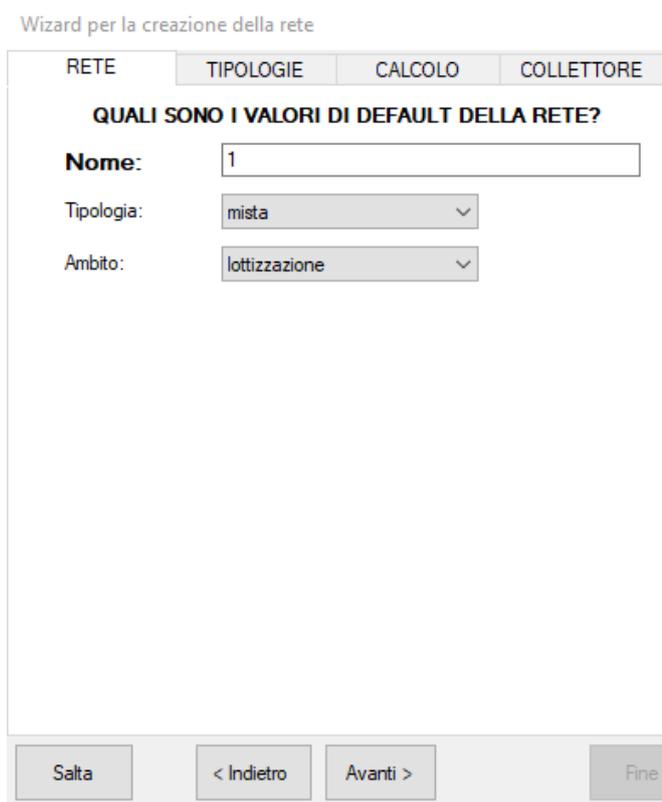
Per quanto riguarda il wizard del territorio si rimanda all'apposito capitolo relativo alla modellazione del territorio poiché è in comune con gli altri software di progettazione delle infrastrutture (*Sezione C – Le funzionalità comuni ad alcuni moduli*).



Il wizard per la creazione della rete presenta una serie di schede in sequenza che consentono di inserire i parametri più importanti della rete, scegliendoli tra quelli di default, demandando invece ad una fase successiva la selezione di parametri di dettaglio.

Le schede presentate sono quelle relative a:

- Rete
- Tipologie
- Calcolo
- Collettore



La **scheda Rete** consente di definire il nome ed il contesto in cui si inserisce la rete. Tali parametri sono esclusivamente descrittivi e verranno riportati nella relazione.

Il nome viene usato anche per identificare il nome dei layers nei file dwg esportati.

Nella **scheda Tipologie** l'utente può immediatamente selezionare le tipologie da utilizzare per la creazione del modello di rete. La prima opzione "Carica" è comoda per fare le prime prove, la seconda "Seleziona" consente di esplorare le tipologie presenti nella cartella di installazione, altrimenti è possibile rimandare tale scelta ad un secondo momento.

Wizard per la creazione della rete

RETE TIPOLOGIE CALCOLO COLLETTORE

Tipologie di progetto(0):

1) CARICARE TIPOLOGIE STANDARD:

PVC DN110-630 UNI1401 S2-4-8 con pozzetti

Carica

2) O SELEZIONARE LE TIPOLOGIE DESIDERATE:

Seleziona...

Categorie(6): Mie Tubazioni

O SELEZIONARE SUCCESSIVAMENTE LE TIPOLOGIE DI PROGETTO O QUELLE CONDIVISE

Salta < Indietro Avanti > Fine

Wizard per la creazione della rete

RETE TIPOLOGIE CALCOLO COLLETTORE

Metodo: Invaso

Legge di pioggia: monomia ad un tratto

Parametri legge

Coefficiente a [mm]: 62.00 Coefficiente n: 0.65

Coefficiente di punta: 3.00

Salta < Indietro Avanti > Fine

Nella **scheda Calcolo** è possibile impostare il metodo di calcolo e la legge di pioggia. Tali parametri possono essere inseriti anche in un secondo momento.

Nella **scheda Collettore** l'utente può stabilire il valore di default di alcuni parametri del collettore (elemento principale del modello di fognatura) quando viene creato la prima volta, come la tipologia ed i parametri di calcolo.

Wizard per la creazione della rete

TIPOLOGIE CALCOLO COLLETTORE PRONTO

QUALI SONO I VALORI DI DEFAULT DEL COLLETTORE?

Categoria:

Tipologia:

Dotazione [l/abxgg]:

Volume piccoli invasi [mc/ha]:

Salta < Indietro Avanti > Fin

Una volta completati i wizard del territorio e della rete in sequenza verrà visualizzato l'albero di progetto della fognatura.

L'esecuzione dei wizard non è obbligatoria, infatti si può decidere di non utilizzare i wizard, uno solo oppure entrambi, con l'apposito comando "Salta" presente nella barra inferiore, ma si consiglia sempre di eseguirli per assicurarsi che il modello abbia caricato i dati essenziali per le successive elaborazioni.

L'ALBERO DI PROGETTO



Nella finestra principale del progetto del modulo Fogne è presente una struttura ad albero analoga a quella riportata in figura.

Il primo nodo dell'albero porta il nome del progetto aperto (nella figura **esempio.fgn**).

Dopo aver selezionato un nodo l'utente può eseguire una o più azioni; il menù dei comandi disponibili viene visualizzato cliccando sul tasto destro del mouse (menù contestuale).

L'albero è diviso in tre sezioni principali ed alcuni nodi singoli:

- Archivio locale: raggruppa i nodi che consentono di impostare i dati relativi all'archivio di progetto che è presente all'interno del file del modello;
- Modello Territorio: raggruppa i nodi relativi alla modellazione del territorio;
- Modello Fognatura: raggruppa i nodi relativi alla modellazione della rete
-

COME SI PROCEDE

Il software **FOGNE** è molto flessibile e consente sia rappresentazioni approssimate (valide per schemi di calcolo, calcoli di massima, etc.), sia rappresentazioni fedeli al territorio, in funzione dei dati a disposizione. La quantità di informazioni fornite al software dipende dall'utente e dalle sue finalità.

Il software dispone di archivi di tipologie per tutti gli elementi che intervengono nella progettazione (terreni, collettori, pozzetti, etc.). Questi archivi sono sempre integrabili dall'utente.

Per la progettazione e verifica idraulica di una rete la modellazione prevede i seguenti passi:

- **definire le tipologie;**
- **modellare il territorio;**
- **modellare la rete.**

GLI ARCHIVI DI PROGETTO

Il software è dotato di un **Archivio condiviso** da tutti i files di progetto e di un **Archivio interno** al progetto (archivio locale).

Gli archivi di progetto sono comuni a tutte le reti, si rinvia all'apposito paragrafo (*Sezione D6 – La gestione delle tipologie*).

LA MODELLAZIONE DEL TERRITORIO

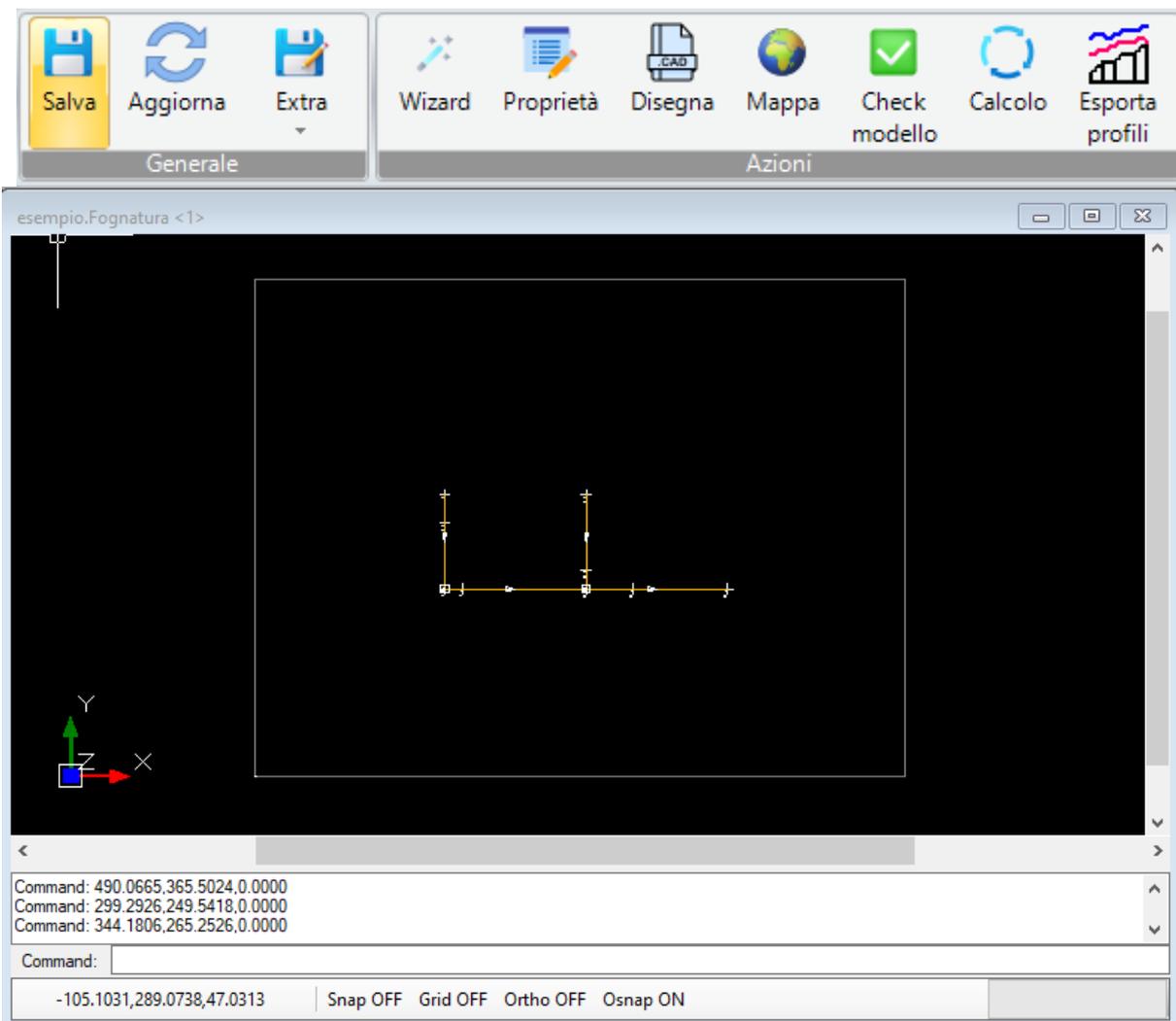
La modellazione del territorio è una fase comune a tutti i moduli di progettazione delle reti e pertanto si rinvia al relativo capitolo (*Sezione C – Le funzionalità comuni ad alcuni moduli*)..

LA MODELLAZIONE PLANIMETRICA DELLA RETE

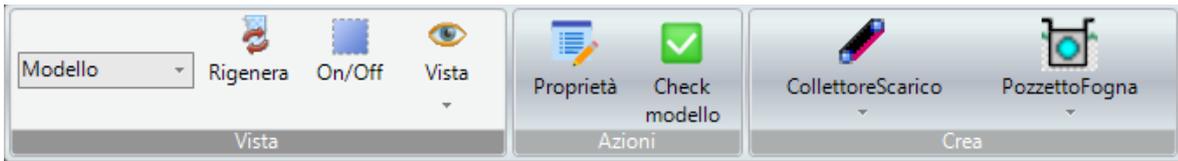
ALBERO DI PROGETTO



Una volta modellato il territorio, in modo da aver definito le quote altimetriche su tutta la superficie, è possibile passare alla modellazione della rete fognaria. Per cominciare la modellazione è necessario accedere alla vista grafica della rete. Selezionare il nodo *Fognatura* dall'albero di progetto ed utilizzare il comando "Disegna" dal menù di *Progetto*.



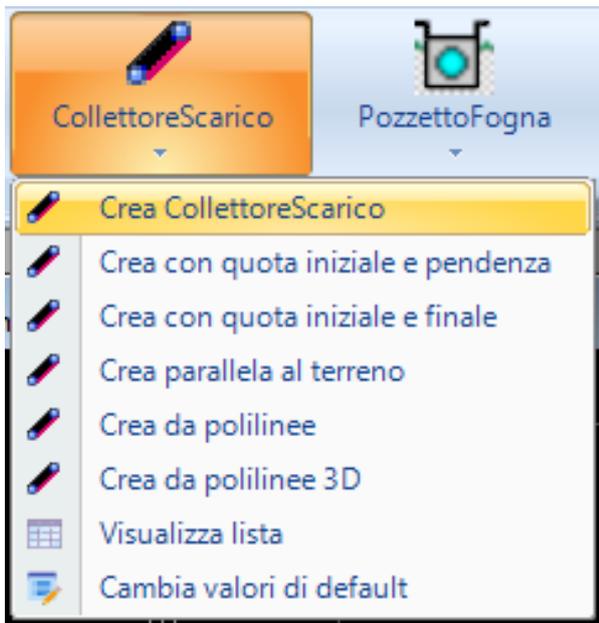
Alla vista grafica viene associato anche un nuovo menù denominato **CAD fognatura**.



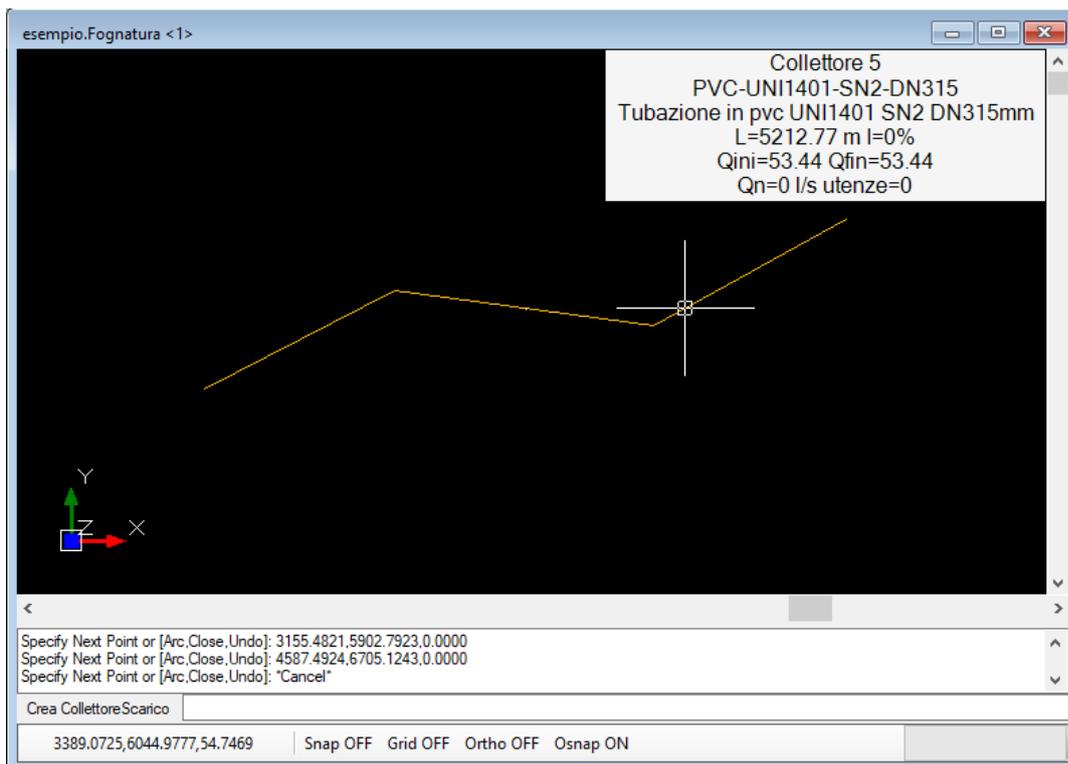
Verrà visualizzata la finestra grafica della rete fognaria (fare riferimento al paragrafo “C2 – La vista grafica CAD” per scoprire tutte le funzionalità della vista grafica).

Nella sezione *Crea* di questo menù troviamo i comandi per l’inserimento grafico degli elementi del modello sulla vista grafica.

In particolare visualizziamo il comando *Collettore Scarico* come risulta nella seguente immagine.



Utilizziamo la voce **Crea CollettoreScarico**, quindi inseriamo graficamente il tratto nella finestra grafica (che può essere polilineo), e terminiamo l’inserimento con il pulsante destro del mouse. Il software consente in qualsiasi momento di visualizzare dati e risultati in tutti i vertici di ogni collettore.



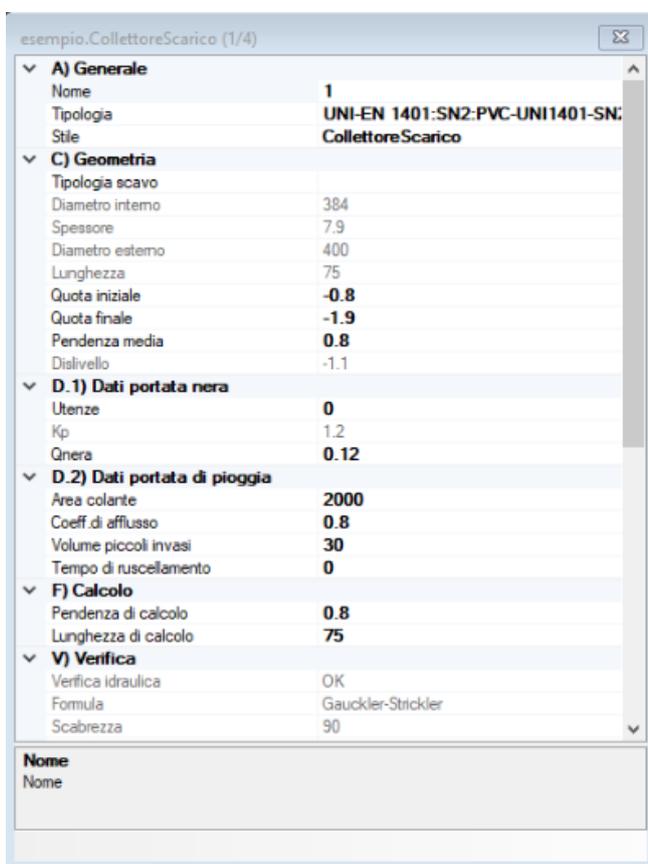
Una volta disegnati uno o più collettori è possibile selezionarne uno in modo da fa apparire il menù “CAD CollettoreScarico” nella barra principale.



Da questo menù è possibile effettuare alcune operazioni direttamente sul collettore selezionato.

L'operazione più diffusa è il comando “Proprietà” che consente di accedere alla finestra proprietà del collettore selezionato.

Dalla finestra è possibile modificare tutti i parametri associati al collettore selezionato, come le caratteristiche idrauliche.



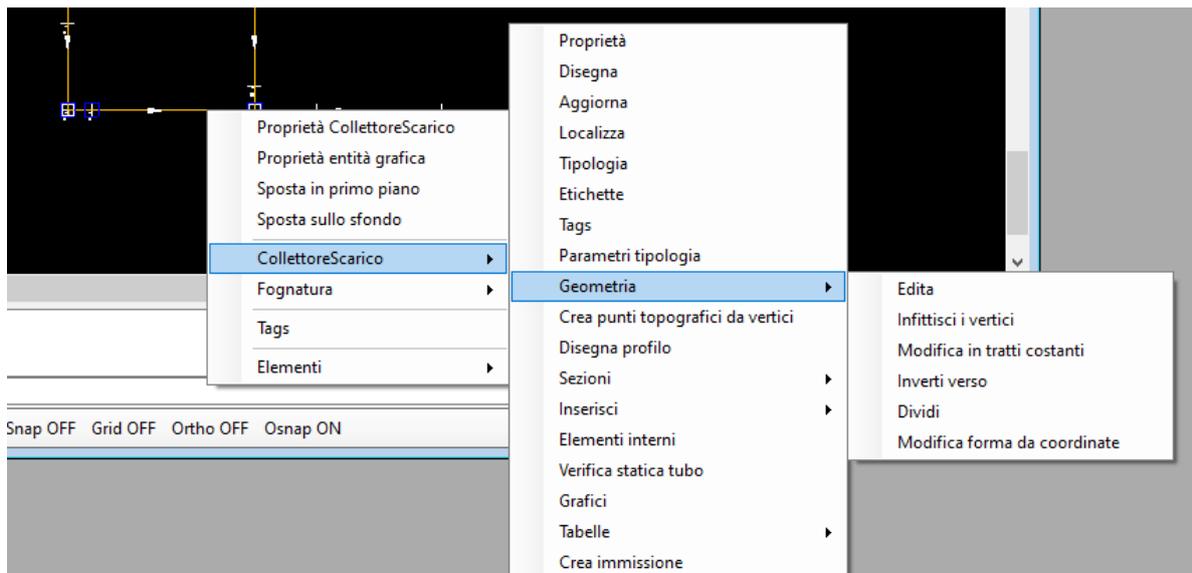
La finestra proprietà è divisa in varie sezioni in modo da agevolare l'utente nell'inserimento dei dati.

Alcuni valori sono impostati automaticamente in funzione dell'inserimento grafico effettuato con uno dei comandi presenti nella sezione “Crea” del menù “CAD Fognatura”. Saranno, quindi, impostati coordinate e lunghezza se è stato utilizzato il comando “Crea Collettore”. Ad essi si aggiungeranno quota iniziale, pendenza e quota finale se sono stati utilizzati i comandi “Crea con quota iniziale e pendenza” oppure “Crea con quota iniziale e finale”. Pendenza e quota finale sono ovviamente interdipendenti e la modifica di uno dei due comporta la modifica dell'altro.

Generalmente i dati da assegnare al collettore dopo l'inserimento grafico sono:

- Tipologia scelta dall'archivio di progetto o condiviso;
- dati di pioggia per fognature bianche o miste (Ac,Phi,Wp,Tr);
- dati portate nere per fognature nere o miste (Utenze,Qnera).

Il menù “CAD CollettoreScarico” non contiene tutti i comandi applicabili all'elemento collettore, ma solo i più importanti. **Tutti i comandi disponibili sono accessibili dal menù contestuale** (pulsante destro del mouse), come si vede nella figura sottostante.



Ad esempio, è possibile invertire il verso del collettore se è stato immesso non correttamente, con il comando "Geometria->Inverti Verso".

Il verso del collettore va, per default, dal primo estremo della polilinea all'ultimo.

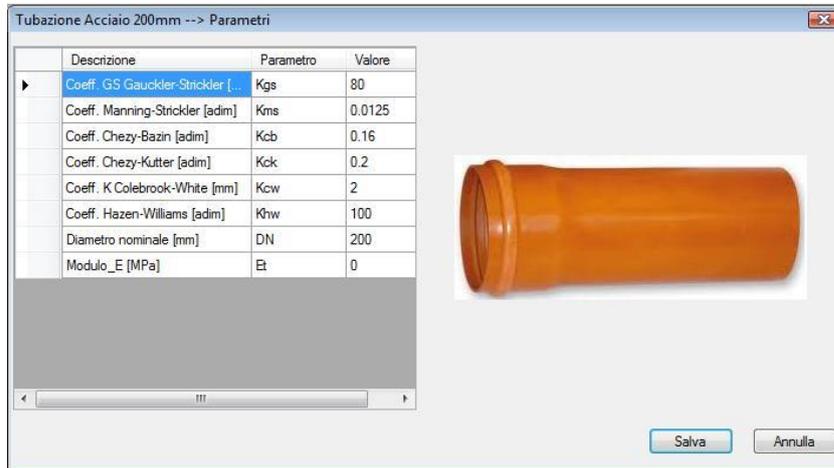
Oppure con il comando "Modifica forma da coordinate" è possibile modificare manualmente le coordinate del collettore.

ATTENZIONE

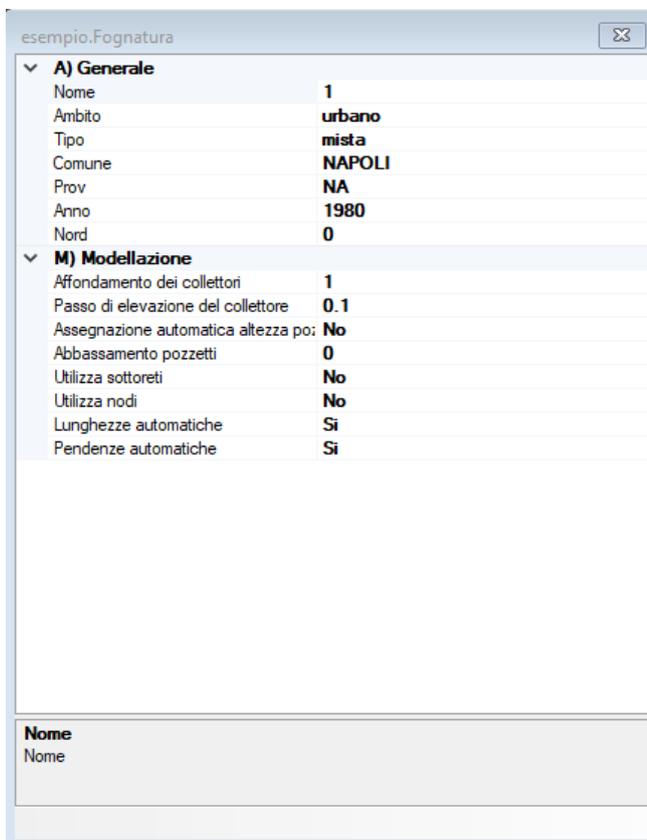
- **La confluenza di due o più collettori può avvenire soltanto nei vertici di estremità di un tratto, non nei vertici interni.**
- **Z non rappresenta la quota del collettore ma l'AFFONDAMENTO del cielo del collettore rispetto alla quota del terreno**
- **La rete è costituita esclusivamente da collettori (non si inseriscono "picchetti" della rete). Si dovrà avere sempre cura di utilizzare la funzione OSnap per posizionare correttamente l'estremo finale di un collettore in corrispondenza dell'estremo iniziale del successivo**

IMPORTANTE!

La **scabrezza** di una **tubazione** viene assegnata, come le caratteristiche geometriche, nella tipologia. Utilizzare l'icona  **Definisci parametri** per visualizzare la scheda Parametri, in cui sono riportate le scabrezze relative alle diverse formule di resistenza.



CREAZIONE AUTOMATICA DELLA RETE CON LUNGHEZZE E PENDENZE ASSEGNATE



Di default, durante l'inserimento della rete, il software assegna le lunghezze ai collettori desumendole dalle coordinate e così le pendenze.

Tali valori di lunghezza e pendenza verranno utilizzati nel calcolo delle portate massime. Volendo, invece, assegnare le lunghezze e/o le pendenze arbitrariamente (ad esempio se si è tracciato uno schema di massima) occorre modificare questa impostazione nel pannello/scheda di proprietà della Fognatura. Dall'albero di progetto selezionare il nodo Fognatura e dal menù di progetto utilizzare il comando "Proprietà" per accedere al pannello riportato nella figura sottostante.

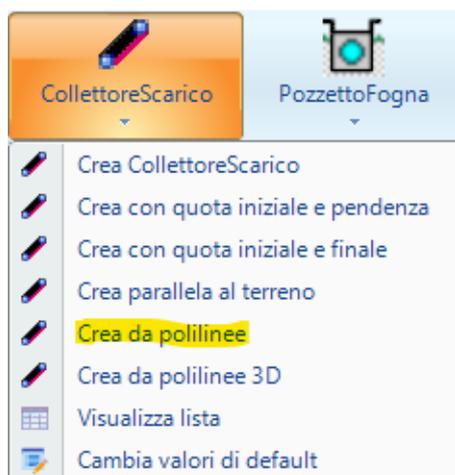
Utilizzare le opzioni "Lunghezze automatiche" e/o "Pendenze automatiche" impostandole a "No"

In questo modo nella scheda proprietà del collettore sarà necessario impostare manualmente la lunghezza e/o la pendenza, come si vede nella successiva immagine.

✓ D.2) Dati portata di pioggia	
Area colante	2000
Coeff.di afflusso	0.8
Volume piccoli invasi	30
Tempo di ruscellamento	0
✓ F) Calcolo	
Pendenza di calcolo	0.8
Lunghezza di calcolo	75
✓ V) Verifica	
Verifica idraulica	OK
Formato	Cadente Stalder

CREAZIONE DELLA RETE RICALCANDO LE POLILINEE O CONVERTENDO POLILINEE ESISTENTI DEL LAYER DI SFONDO

Avendo un file di sfondo in dwg caricato nella finestra grafica è possibile tracciare il collettore ricalcando una polilinea esistente nel disegno. E' possibile inoltre convertire direttamente la polilinea in un collettore. In tal caso è necessario utilizzare un comando diverso dalla sezione di creazione del collettore nel menù "CAD Fognatura", come si vede nell'immagine sottostante.



In tal caso selezionare una o più polilinee presenti nel disegno e premere il pulsante destro del mouse per confermare la scelta.

Per ogni polilinea selezionata verrà creato un collettore di uguale geometria e con parametri di default.

Utilizzando il comando "Cambia valori di default", è possibile stabilire quali valori si vogliono come default nell'inserimento dei successivi collettori.

ATTENZIONE

- Se si usa il comando "Crea da polilinee" ricordarsi sempre che dove varia uno dei seguenti parametri è necessario, per la continuità idraulica, creare un nuovo tratto: pendenza, tipologia di condotta. Prima di importare occorre valutare se sono rispettati questi criteri, per non dover poi ricorrere a comandi come "Dividi tratto"

INSERIMENTO POZZETTI

L'inserimento dei pozzetti NON è funzionale al calcolo, per il quale è sufficiente inserire i collettori. Pertanto si consiglia di effettuare sempre il calcolo prima di inserire i pozzetti per evitare di dover eventualmente dover modificare i collettori con i pozzetti già immessi.

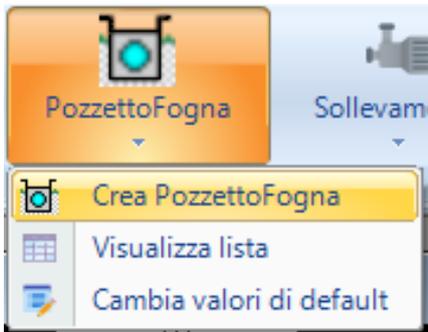
I pozzetti vengono distinti in due categorie:

- **Pozzetti esterni:** rappresentano pozzetti comuni a due o più collettori (di confluenza) oppure anche pozzetti dell'estremità iniziale di un capofogna. Tali pozzetti vengono inseriti direttamente sulla rete fognaria dalla sezione "Crea" del menù "CAD Fognatura"
- **Pozzetti interni:** rappresentano i pozzetti presenti nei vertici interni di un collettore o comunque di proprietà del collettore (eliminando il collettore vengono eliminati anch'essi);

tali pozzetti vengono creati dal menù “CAD CollettoreScarico”, disponibile dopo aver selezionato un collettore di scarico.

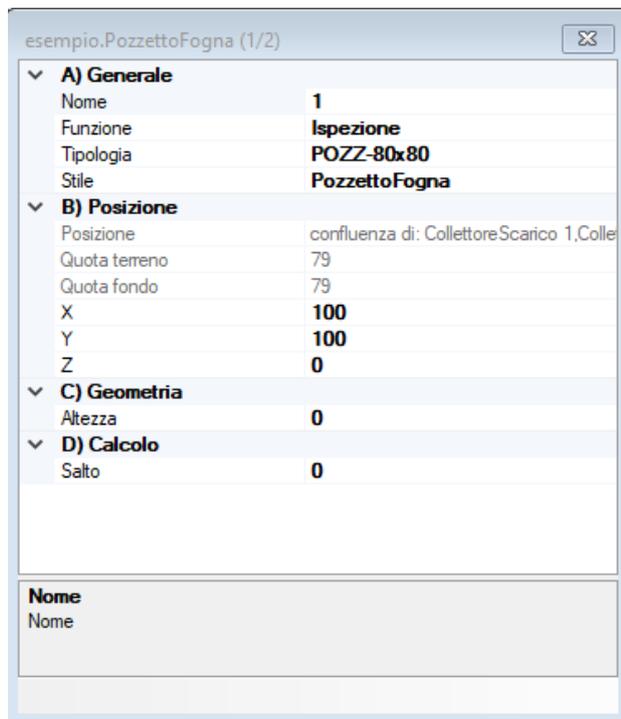
INSERIMENTO DI POZZETTI ESTERNI

L'inserimento dei pozzetti deve essere fatto DOPO aver inserito i collettori.



Utilizzare la funzione di inserimento **Crea elemento PozzettoFogna** che si trova sulla barra superiore nel menù “CAD Fognatura” e selezionare il comando “Crea PozzettoFogna” Selezionare graficamente un estremo di uno o più collettori.

Dopo aver inserito il pozzetto, selezionarlo graficamente in modo da attivare il menù “CAD PozzettoFogna”.



Utilizzando il comando **Proprietà** si attiva la scheda delle proprietà del pozzetto in cui si può scegliere la tipologia (ricordiamo che l'inserimento grafico prevede l'utilizzo di una tipologia di default) e soprattutto la funzione del pozzetto.

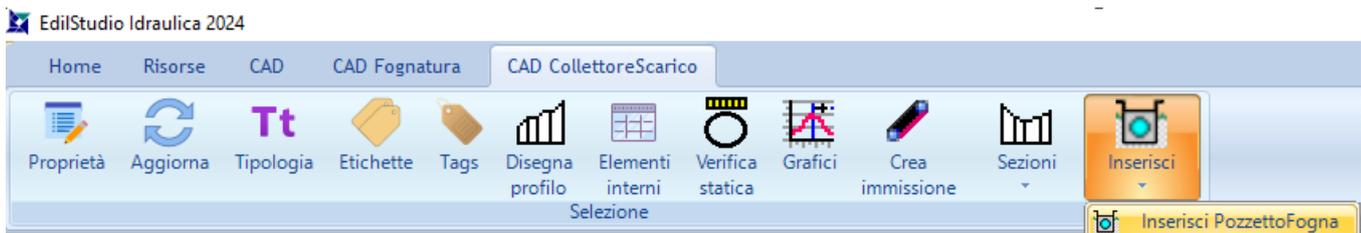
Il pozzetto può essere di

- ispezione
- confluenza
- salto

Per un posizionamento corretto il pozzetto deve essere agganciato ad uno o più collettori, diversamente il software segnala con un tool tip che si tratta di un **pozzetto isolato**. Se si sposta graficamente un pozzetto si vedrà che i collettori agganciati "lo seguono", cioè si spostano con il pozzetto e ciò può risultare molto comodo.

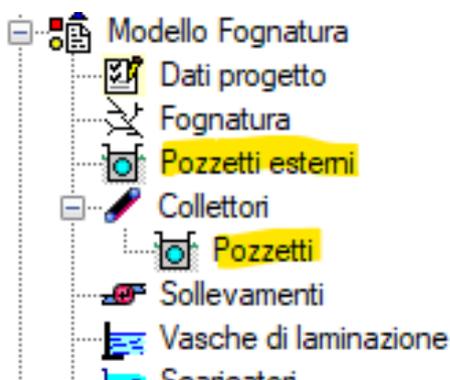
INSERIMENTO DI POZZETTI INTERNI

Per inserire un pozzetto interno occorre selezionare un collettore in modo da attivare il menù “CAD CollettoreScarico”.



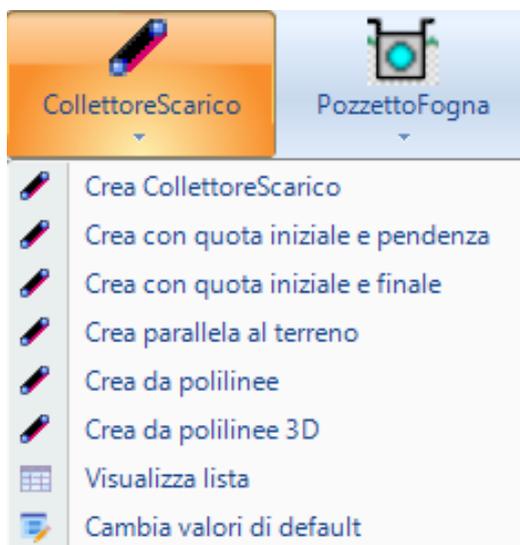
Dal menù utilizzare il comando “Inserisci PozzettoFogna” ed indicare un punto sul collettore selezionato. Se non è stato indicato un vertice verrà richiesto il valore della progressiva e confermando apparirà il pozzetto sul collettore nella posizione indicata.

Nell’albero di progetto i pozzetti esterni sono distinti da quelli interni. E’ sufficiente selezionare il nodo desiderato ed utilizzare il comando “Lista” per accedere all’elenco di tutti i pozzetti.



LA MODELLAZIONE ALTIMETRICA DELLA RETE

Si preferisce distinguere la descrizione della modellazione planimetrica della rete da quella altimetrica, benché si effettuino contemporaneamente, perché nel caso più semplice di un calcolo di massima con pendenze assegnate (ed eventualmente anche le lunghezze) si può evitare di preoccuparsi dell’effettivo posizionamento altimetrico del collettore, dando per ipotesi che il collettore sia sempre posizionato ad una certa quota sotto il terreno e che abbia una pendenza assegnata manualmente dall’utente.



In altri casi, invece, quando si inserisce un collettore deve essere ben chiaro come il software lo posiziona altimetricamente, in modo da poter controllare con precisione la sua ubicazione nello spazio.

E’ possibile, infatti, visualizzare la posizione altimetrica del singolo collettore (profilo).

Riprendiamo il comando della creazione del collettore disponibile nella sezione “Crea” del menù “CAD Fognatura”, riportata nella immagine.

Il comando “Crea CollettoreScarico” è il comando di default che permette di creare un collettore parallelo al terreno. La quota iniziale di affondamento del cielo è definita nel

pannello di Fognatura, come indicato nell’immagine.

M) Modellazione	
Affondamento dei collettori	1
Passo di elevazione del collettore	0.1
Assegnazione automatica altezza pozzetti	No
Abbassamento pozzetti	0
Utilizza settorati	No

Se non vogliamo preoccuparci dell'altimetria possiamo utilizzare sempre questo comando, avendo cura di impostare una adeguata pendenza al collettore (anche eventualmente come parametro di default).

Diversamente possiamo utilizzare gli altri comandi come "Quota iniziale e pendenza" e "Quota iniziale e finale", nel caso in cui conosciamo esattamente tali valori al momento dell'inserimento grafico.

In ogni caso i valori immessi possono essere modificati dalla scheda di proprietà/pannello del collettore di scarico nella sezione "Geometria" come evidenziato nell'immagine, dopo aver effettuato l'inserimento grafico del collettore ed averlo selezionato.

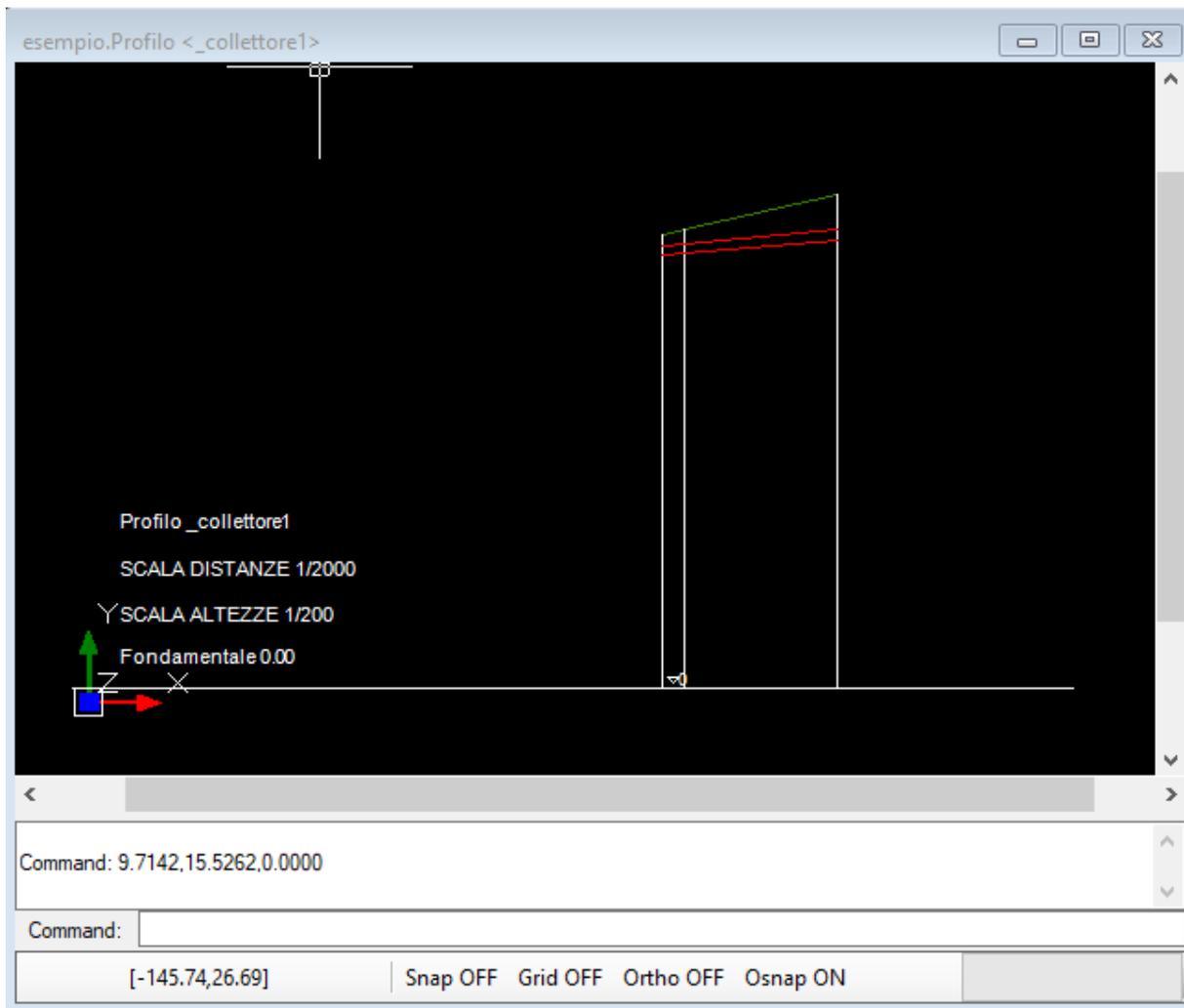
C) Geometria	
Tipologia scavo	
Diametro interno	384
Spessore	7.9
Diametro esterno	400
Lunghezza	75
Quota iniziale	78.2
Quota finale	77.6
Pendenza media	0.8
Dislivello	-0.6

Infatti, Quota iniziale, Quota finale e pendenza possono essere modificati in modo indipendente tenendo presente che ogni volta che si modifica uno di essi cambia uno degli altri due.

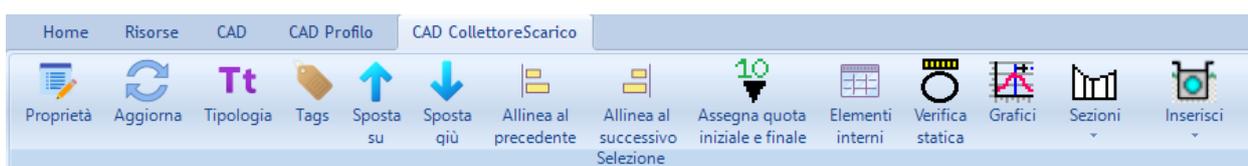
Se, invece, non sono note le quote definitive e si sta procedendo ad una progettazione altimetrica ex-novo, allora è più comodo visualizzare il

profilo del collettore ed eseguire tali operazioni verificando in tempo reale la congruenza con il terreno.

E' possibile, infatti, dopo aver selezionato il collettore, utilizzare il comando "Visualizza profilo" dal menù "CAD CollettoreScarico" ed accedere alla finestra grafica del profilo del collettore.



Selezionando il collettore sul profilo (indicato con le linee rosse) verrà visualizzato il menù “CAD CollettoreScarico” che presenterà anche altri comandi specifici per l’uso nella visualizzazione del profilo.



Si evidenziano i due comandi “Sposta su” e “Sposta giù” che aiutano l’utente ad adeguare la livelletta al terreno visualizzandola graficamente.

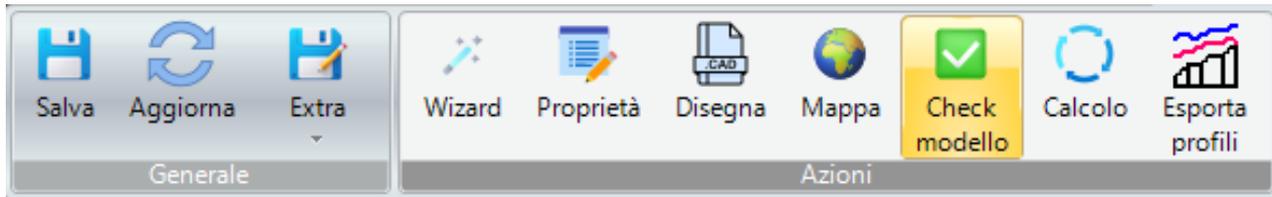
Contemporaneamente con il comando “Proprietà” è possibile aprire il pannello del collettore di scarico e procedere modificando le quote iniziali e finali del collettore.

Utilizzare il comando “Aggiorna” per forzare il ridisegno dell’elemento ogni qual volta è stato modificata una proprietà ed il disegno dell’elemento non appare aggiornato.

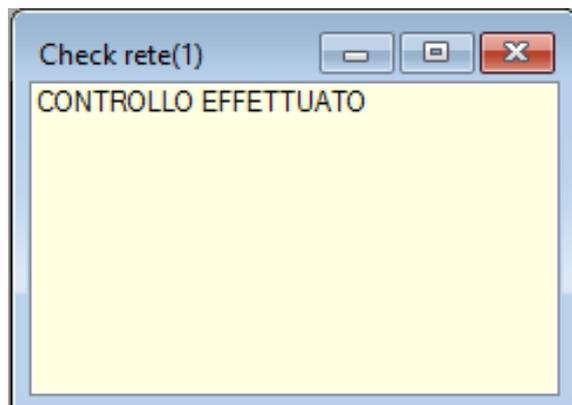
I comandi “Allinea al precedente” e “Allinea al successivo” verranno utilizzati quando ci si trova nella visualizzazione di un profilo costituito da più collettori.

IL CHECK DELLA RETE

Prima di lanciare il calcolo occorre verificare che i dati siano stati inseriti correttamente.

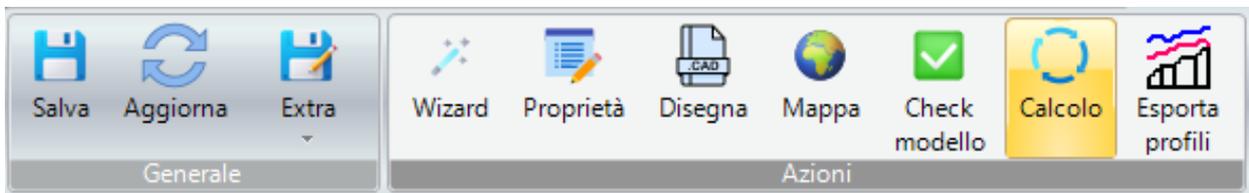


Dall'albero di progetto, selezionando il nodo Fognatura, utilizzare il comando "Check Modello" per eseguire il check della rete.

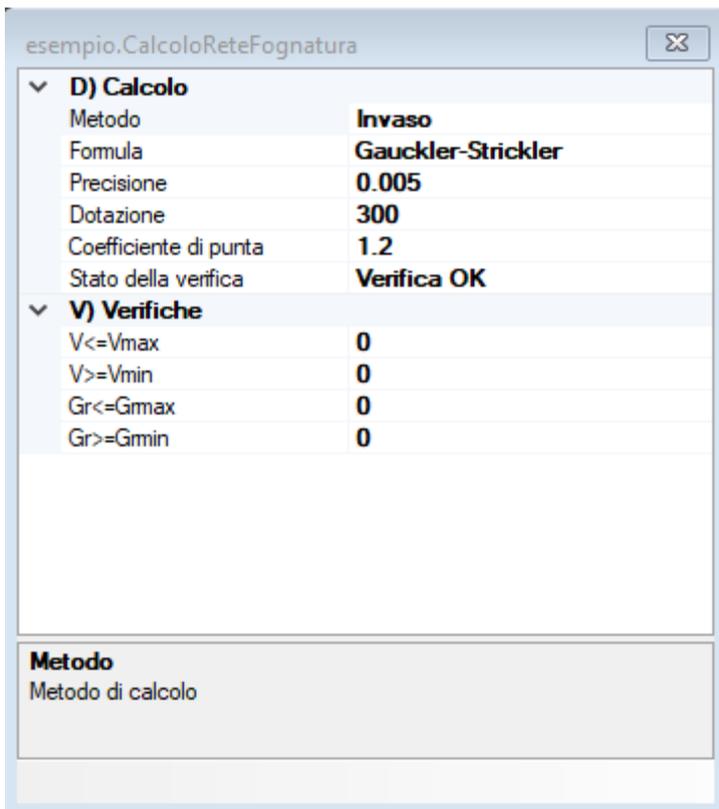


Eventuali **errori** o **warnings** saranno riportati in una scheda che si attiva in automatico. Con un doppio click sul singolo errore/warning si attiva la scheda di **Proprietà** dell'elemento interessato rendendo molto facile la correzione del dato. Dalla scheda si può inoltre utilizzare il comando **Localizza** per visualizzare l'elemento sulla vista grafica attiva.

IL CALCOLO DELLA RETE



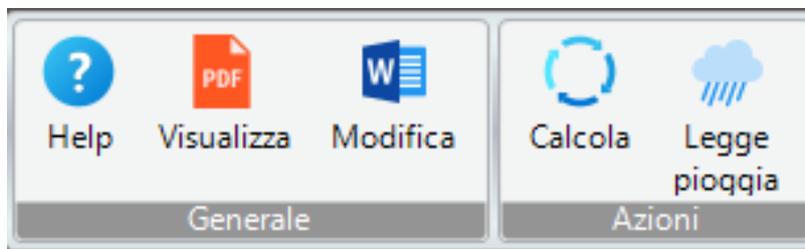
Per lanciare il calcolo dal menù di Progetto utilizzare il comando "Calcolo" per accedere al pannello di calcolo della **Fognatura**.



Il pannello consente di impostare il metodo di calcolo ed i relativi parametri.

Nel caso in cui si voglia impostare delle soglie per le velocità ed i gradi di riempimento è possibile riempire le proprietà della sezione “Verifiche” con valori diversi da zero (usato come default).

Alla scheda è associato il relativo menù “Scheda CalcoloReteFognatura”, riportato qui sotto.



Il comando “**Calcola**” avvia il calcolo della rete, mentre il comando “**Legge di Pioggia**” consente di assegnare una legge di pioggia a due parametri ovvero nella seguente forma:

$$h(t)=a t^n$$

dove:

- h: altezza di pioggia in mm;
- a: parametro a della legge in mm/h
- n: esponente della legge di pioggia

Nel caso la legge di pioggia abbia una discontinuità per valori di t inferiori ad un certo valore allora può essere adottata la seguente forma:

$$h(t)=a t^n \quad t \leq T_0$$

$$h(t)=a_1 t^{n_1} \quad t > T_0$$

I parametri della legge di pioggia di default sono quelli impostati nel wizard della rete.

Il software consente di calcolare reti nere, bianche e miste.

Progetta e verifica reti di deflusso a pelo libero in ipotesi di moto uniforme.

Si riportano di seguito dei brevi cenni esplicativi sui metodi di calcolo che è possibile utilizzare per il calcolo della rete.

METODO DELL'INVASO ITALIANO

Il metodo dell'invaso sfrutta per il calcolo delle portate di pioggia le capacità invasanti della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità che comportano la invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento dei canali avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità. Se si indica con w il volume invasato nel bacino, con q la portata transitante attraverso la sezione di chiusura z e con p la portata netta immessa in rete, per la continuità si ha:

$$p(t)dt - q(t)dt = dw$$

considerando costante l'intensità di pioggia e individuando un legame funzionale tra w e q , si perviene alla fine ad una relazione in cui si esprime q in funzione del tempo t .

In particolare si fa riferimento alla relazione (valida nel caso in cui il moto vario si possa definire come sovrapposizione di moti uniformi):

$$w = K\omega$$

che rappresenta un legame di tipo lineare tra il volume invasato (w) e la sezione idrica (ω).

Nel metodo dell'invaso lineare italiano si effettua una stima diretta della costante K di invaso valutata utilizzando la **formula di Desbordes** (1975) o quella di **Ciaponi e Papiri** (1992). Il calcolo, dunque, rispetto al metodo classico dell'invaso non è iterativo.

METODO SEMPLIFICATO DI IANNELLI

Il metodo semplificato di Iannelli¹ si fonda sui presupposti che sono alla base del metodo dell'Invaso e consente una valutazione diretta (cioè non iterativa), per quanto approssimata, dei volumi propri invasati. Si basa sui risultati ottenuti da G. Cotecchia il quale ha individuato una relazione esistente tra l'area del bacino interessato e i valori del rapporto tra volume di invaso proprio e volumi dei piccoli invasi.

Tale metodo prevede l'introduzione di un parametro, il Coefficiente di Cotecchia, che in genere assume i seguenti valori:

- 0.27 per territori a forte pendenza;
- 0.29 per territori a media pendenza;
- 0.33 per territori a debole pendenza.

SCELTA DELLA FORMULA DI RESISTENZA

Il calcolo delle caratteristiche idrauliche può essere svolto adottando una delle seguenti:

FORMULA DI GAUCKLER-STRICKLER

$$V = K_{str} R^{\frac{2}{3}} i_f^{\frac{1}{2}}$$

R = raggio idraulico

i_f = cadente piezometrica

K_{str} = coefficiente di scabrezza, compreso tra 10 e 200

FORMULA DI MANNING-STRICKLER

1: Ingegneria Sanitaria, anno 1969 n° 4

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i_f^{\frac{1}{2}}$$

$1/n$ = coefficiente di scabrezza , con n compreso tra 0.005 e 0.1

FORMULA DI CHEZY-BAZIN

$$V = K_B \sqrt{Ri_f}$$

dove:

$$K_B = \frac{87}{\left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)}$$

con γ parametro di scabrezza, compreso tra 0.01 e 3

FORMULA DI CHEZY-KUTTER

$$V = K_K \sqrt{Ri_f}$$

dove:

$$K_K = \frac{100}{\left(1 + \frac{m}{\sqrt{R}}\right)}$$

con m parametro di scabrezza, compreso tra 0.01 e 3

RISULTATI DEL CALCOLO

Per ogni tratto della rete il programma fornisce i seguenti dati di pioggia:

- *Area colante totale [ha]*

E' l'area di tutto il bacino imbrifero fino alla sezione di chiusura rappresentata dal picchetto finale del tratto.

- *Coefficiente di afflusso medio*

Indica l'aliquota impermeabile dell'area colante totale che effettivamente contribuisce alla formazione della portata defluente nel tratto. Si ottiene come media pesata dei coefficienti di afflusso dei tratti che precedono il tratto in questione.

- *Volume invasato W_p [m^3/ha]*

Rappresenta la somma dei volumi invasati in rete fino al tratto in questione.

- *Coefficiente udometrico [l/sha]*

Contributo di piena per unità di superficie: Q/A .

- *Tempo di Corrivazione [min]*

Tempo necessario affinché una goccia precipitata nel punto più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura. E' una variabile propria del metodo della Corrivazione.

- *Intensità [mm/h]*

Rappresenta l'altezza di pioggia di una precipitazione rapportata all'intervallo di tempo in cui è caduta.

- *Portata di pioggia [mc/s]*

Portata, dovuta alla pioggia, defluente nel tratto.

Inoltre, sempre per ogni tratto della rete, sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche:

- *Portata nera, media e di punta [l/s]*

Portata nera, media e di punta, defluente nel tratto

- *Portata di pioggia [mcl/s]*

Portata di pioggia defluente nel tratto

- *Portata totale [mc/s]*

Somma della portata nera di punta e della portata di pioggia.

- *Tirante minimo [m]*

Altezza d'acqua quando defluisce nel canale soltanto la portata media nera.

- *Tirante massimo [m]*

Altezza d'acqua quando defluiscono nel canale la portata di pioggia e la portata di punta nera.

- *Grado di riempimento massimo [%]*

Percentuale di riempimento della sezione riferita alla sua altezza totale quando in essa defluisce la portata di pioggia più la portata di punta nera.

- *Velocità minima [m/s]*

Si verifica quando defluisce nel canale la sola portata media nera.

- *Velocità massima [m/s]*

Si verifica quando defluiscono nel canale la portata di pioggia e la portata di punta nera.

Tali risultati possono essere visualizzati dalla lista dei collettori in modo sintetico e dalle schede di proprietà di ciascun collettore in dettaglio.

Tutti i risultati sono riportati nella relazione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

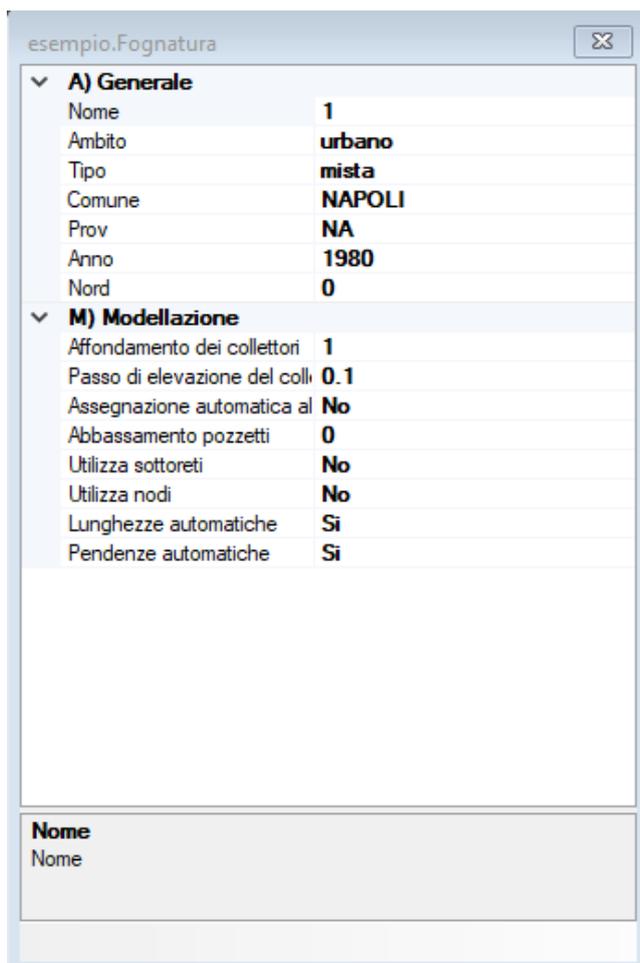
Per un'analisi dettagliata dei metodi di calcolo utilizzati si rinvia alla letteratura tecnica specializzata tra cui si consiglia:

AA.VV.	Manuale di ingegneria civile	Ed. Scientifiche Cremonese	Roma, 1982
Deppo, Datei	<i>Fognature</i>	Edizioni Progetto	Padova, 2014
Di Fidio	Fognature	Pirola editore	1989
Frega	Lezioni di acquedotti e fognature	Liguori	Napoli, 1984
G.Ippolito	Appunti di costruzioni idrauliche	Liguori	Napoli, 1993
Supino	Reti idrauliche	Patron	1965
G.N.D.C.I.	Progetto Speciale VAPI	http://caronte.gndci.cs.cnr.it	2006

GLI ELEMENTI DEL MODELLO

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





L'elemento **Fognatura** rappresenta l'intera rete che contiene i vari elementi del modello e sulla quale è possibile eseguire le varie operazioni di progettazione e calcolo.

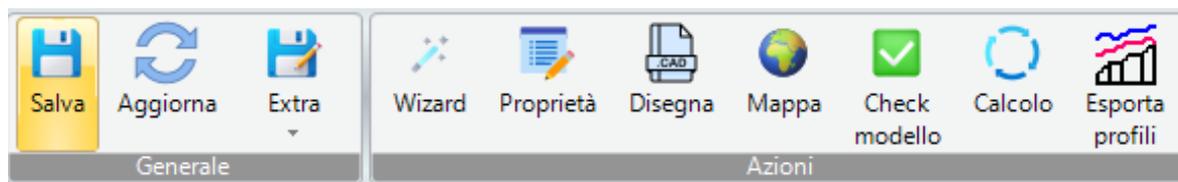
L'elemento è costituito da un singolo pannello/scheda poiché la rete è unica (ogni file/progetto contiene solo un modello di fognatura) e non esiste dunque una lista di fognature.

La scheda contiene alcune proprietà descrittive ed alcuni parametri di configurazione visti nei precedenti paragrafi.

La scheda è associata al menù che prevede le vari azioni che possono essere eseguite sull'elemento "Fognatura", come si vede nella immagine superiore. I suddetti comandi sono stati illustrati nei relativi capitoli.

COLLETTORI

Il collettore è l'elemento principale del modello Fognatura in quanto è l'unico elemento necessario per eseguire il calcolo della rete. La Fognatura minima è quella costituita da un singolo collettore.



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

	Nome	Tipologia scavo	Lunghezza	Quota iniziale	Quota finale	Pendenza media	Tags	Tipologia	Stile
▶	1		75	78.2	77.6	0.8		UNI-EN 1401:SN2:PVC-UNI1401-SN2-DN400	Collet
	2	R600ter	75	77.6	77	0.8		UNI-EN 1401:SN2:PVC-UNI1401-SN2-DN400	Collet
	3		50	78.75	78.35	0.8		PVC-UNI1401-SN2-DN250	Collet
	4		50	78.75	77.75	1		UNI-EN 1401:SN2:PVC-UNI1401-SN2-DN250	Collet

esempio.CollettoreScarico (1/4)

A) Generale
 Nome: 1
 Tipologia: UNI-EN 1401:SN2:PVC-UNI1401-SI
 Stile: CollettoreScarico

C) Geometria
 Tipologia scavo:
 Diametro interno: 384
 Spessore: 7.9
 Diametro esterno: 400
 Lunghezza: 75
 Quota iniziale: 78.2
 Quota finale: 77.6
 Pendenza media: 0.8
 Dislivello: -0.6

D.1) Dati portata nera
 Utenze: 0
 Kp: 1.2
 Qnera: 0.12

D.2) Dati portata di pioggia
 Area colante: 2000
 Coeff. di afflusso: 0.8
 Volume piccoli invasi: 30
 Tempo di ruscellamento: 0

F) Calcolo
 Pendenza di calcolo: 0.8
 Lunghezza di calcolo: 75

V) Verifica
 Verifica idraulica: OK

Nome
Nome

Dalla lista, selezionando una riga, con il comando “Proprietà” si accede alla scheda proprietà del collettore selezionato.

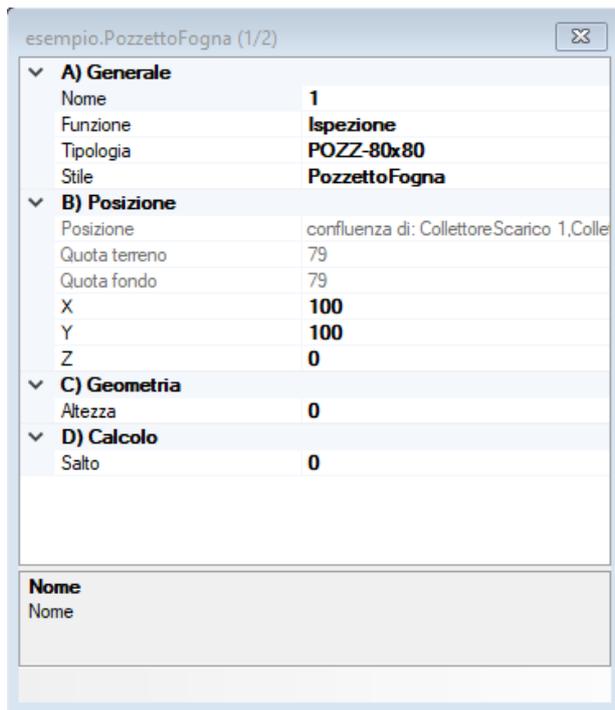
Le liste e le schede proprietà hanno diverse funzionalità comuni a tutti gli elementi pertanto si consiglia di fare riferimento ai rispettivi capitoli.

POZZETTI

I pozzetti sono **elementi facoltativi** del modello. Consentono di modellare realisticamente un modello infrastrutturale di fognatura. Vengono visualizzati sui profili e rientrano nel computo metrico. Si differenziano in pozzetti esterni ed interni come già spiegato in precedenza.

La lista è accessibile dall’albero di progetto con l’apposito comando “Lista”.

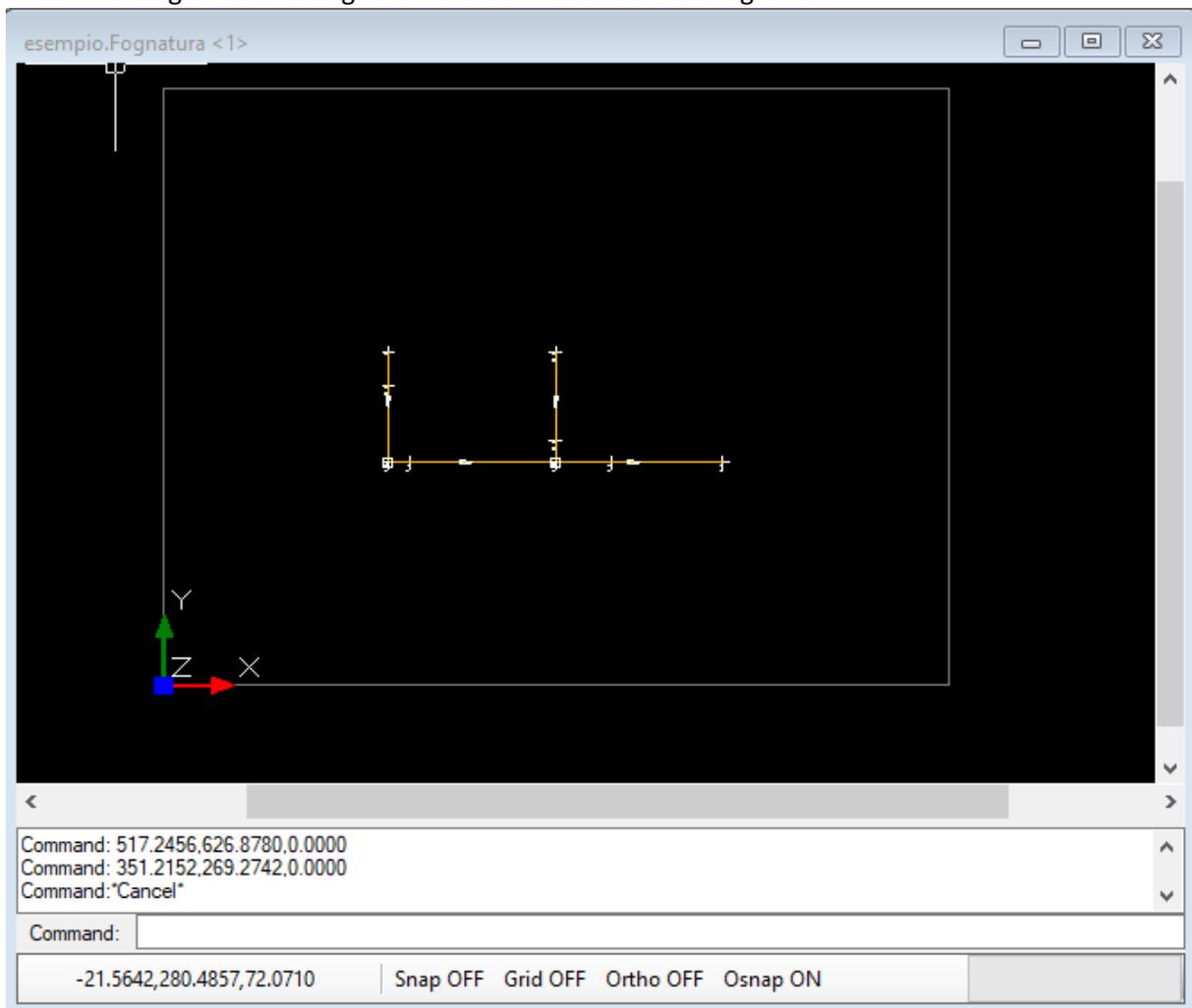
	Nome	Altezza	Quota terreno	Quota fondo	Funzione	Tipologia
▶	1	0	79	79	Ispezione	POZZ-80x80
	2	0	79.5	79.5	Ispezione	POZZ-80x80



L'inserimento avviene **graficamente**, utilizzando i comandi presenti nel menù "CAD Fognatura" per i pozzetti esterni, mentre nel menù "CAD CollettoreScarico" nel caso di pozzetti interni, dopo aver selezionato il collettore desiderato.

LA VISTA GRAFICA DELLA RETE

La vista grafica della fognatura è la finestra più importante dell'intero software in quanto consente l'inserimento grafico di tutti gli elementi del modello di rete fognaria.



E' essenzialmente una finestra CAD con le funzionalità tipiche di un editor CAD. Per le caratteristiche comuni si rimanda al relativo capitolo sulla vista grafica (*C2 – La vista grafica*).

In questo paragrafo ci si limita a descrivere le peculiarità della vista grafica della fognatura.

Alla vista grafica della fognatura vengono associati i menù "CAD" e "CAD Fognatura". Il primo è comune a tutte le finestre grafiche, mentre il secondo è personalizzato per l'elemento Fognatura. Questo menù è diviso in più sezioni, "Vista", "Azioni", "Crea". La sezione "Vista" è comune a tutte le finestre grafiche e pertanto assieme al menù "CAD" è spiegato nell'apposito capitolo (*C2 – La vista grafica*).

Le sezioni "Azioni" e "Crea" sono, invece, legate all'elemento Fognatura.

In particolare la sezione "Azioni" riporta i possibili comandi della Fognatura che possono essere eseguiti quando ci si trova sulla finestra grafica dell'Fognatura.

La sezione "Crea", invece, consente di inserire tutti gli elementi del modello fognatura in modo grafico sull'area di disegno.