



Collana **MultiCompact**

Strutture, impianti e geotecnica

Newsoft

HYDRONET

Reti idrauliche in pressione
per fluidi liquidi o gassosi

 **GRAFILL**

Newsoft

HYDRONET

Reti idrauliche in pressione
per fluidi liquidi o gassosi

ISBN 88-8207-167-7

EAN 9 788882 071677

MultiCompact: Strutture, impianti e geotecnica, 3

Prima edizione: settembre 2005

Newsoft

HYDRONET / Newsoft. – Palermo : Grafill, 2005.

(Software ; 16)

ISBN 88-8207-167-7

1. Reti idriche di distribuzione. 2. Condotte per gas

628.144 CDD-20

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© GRAFILL S.r.l.

Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2005

presso Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l. Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

INDICE

1. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE HYDRONET.....	p.	9
1.1. Introduzione	"	9
1.2. Requisiti per l'installazione del software	"	9
1.3. Richiesta della password utente	"	10
1.4. Procedura per l'installazione del software	"	10
1.5. Registrazione del software	"	11
2. INTRODUZIONE AL SOFTWARE HYDRONET.....	"	13
2.1. Breve panoramica.....	"	14
2.2. L'ambiente di lavoro	"	14
2.3. La definizione della rete.....	"	15
2.4. Riferimenti normativi.....	"	15
2.5. L'ambiente di lavoro	"	15
2.6. Descrizione della rete	"	16
2.6.1. Reti analizzabili.....	"	16
2.6.2. Modalità di input	"	16
2.6.3. L'input grafico	"	17
2.6.4. L'input in griglia.....	"	17
2.6.5. Gli elementi di definizione	"	18
2.6.6. I nodi.....	"	18
2.6.7. I rami	"	18
2.6.8. Le tipologie.....	"	19
2.6.9. I tipi di materiali	"	19
2.6.10. Stati superficiali predefiniti	"	19
2.6.11. Utility di correlazione.....	"	20
2.6.12. I tipi di pompe	"	20
2.6.13. I tipi di valvole.....	"	21
2.6.14. I profili.....	"	21
2.7. Visualizzazioni grafiche	"	21
2.7.1. La vista planimetrica	"	22
2.7.2. I profili altimetrici	"	22
2.7.3. Le curve caratteristiche delle pompe.....	"	23
2.7.4. Le mappe di impegno	"	24
2.8. Il controllo dei dati	"	24
2.9. L'esecuzione dell'analisi	"	24
2.9.1. Il quadro delle verifiche.....	"	25

2.9.2.	Riesecuzione dell'analisi	"	25
2.10.	Stampa della relazione e dei disegni	"	25
2.10.1.	Il tabulato	"	25
2.10.2.	I disegni	"	26
2.10.3.	Fasi operative.....	"	27
2.10.4.	Tipica sessione di lavoro	"	28
3.	IL MENU FILE	"	29
3.1.	Comando Nuovo	"	29
3.2.	Comando Apri	"	29
3.3.	Comando Salva e Salva come.....	"	30
3.3.1.	Selezione del formato del file	"	30
3.4.	Comando Esci	"	30
4.	IL MENU DATI	"	31
4.1.	Fogli di input	"	31
4.1.1.	Input diretto	"	32
4.1.2.	Input grafico	"	32
4.1.3.	Come spostarsi nel foglio	"	32
4.1.4.	Come spostarsi in un altro foglio.....	"	32
4.1.5.	La struttura dei fogli dati	"	32
4.2.	Gestione delle griglie	"	32
4.2.1.	La struttura della griglia	"	32
4.2.2.	Attivazione del menu locale (popup menu).....	"	33
4.2.3.	Inserimento e cancellazione di righe	"	33
4.2.4.	Come inserire una riga.....	"	33
4.2.5.	Come cancellare una riga	"	34
4.2.6.	Come reinserire l'ultima riga cancellata.....	"	34
4.2.7.	Hint di suggerimento	"	34
4.2.8.	Scorrimento dei dati	"	35
4.2.9.	Inserimento o modifica di un dato.....	"	35
4.2.10.	Come usare il taglia-incolla di Windows.....	"	35
4.2.11.	L'editing all'interno di una cella	"	36
4.2.12.	Come usare i Combo box	"	36
4.2.13.	Assegnazione veloce nei Combo box.....	"	36
4.3.	Gli elementi strutturali	"	37
4.3.1.	I nodi.....	"	37
4.3.2.	I rami	"	37
4.3.3.	Le tipologie.....	"	37
4.3.4.	I tipi di materiali	"	37
4.3.5.	I tipi di pompe	"	38
4.3.6.	I tipi di valvole.....	"	38
4.3.7.	I profili.....	"	38

	4.3.8.	L'utilità delle visualizzazioni.....	"	38
	4.3.9.	Sincronismo.....	"	38
4.4.		Inseriamo la nostra prima rete.....	"	39
	4.4.1.	Input prevalentemente in griglia.....	"	39
	4.4.2.	Preparazione dei dati.....	"	39
	4.4.3.	La definizione dei materiali.....	"	39
	4.4.4.	Definizione digitata dei nodi.....	"	40
	4.4.5.	Definizione digitata dei rami.....	"	40
	4.4.6.	La vista della planimetria.....	"	40
	4.4.7.	Esecuzione del controllo dati.....	"	41
	4.4.8.	Esecuzione dell'analisi ed esame dei risultati.....	"	41
	4.4.9.	Input prevalentemente grafico.....	"	41
	4.4.10.	Impostazione dello snap.....	"	42
	4.4.11.	Definizione grafica dei nodi.....	"	42
	4.4.12.	Definizione grafica dei rami.....	"	42
	4.4.13.	Input combinato.....	"	43
4.5.		Foglio Dati Generali.....	"	43
4.6.		Foglio Dati Fluido.....	"	43
4.7.		Foglio Tipi di materiali.....	"	43
	4.7.1.	La formula della cadente.....	"	44
	4.7.2.	Nome del materiale.....	"	44
	4.7.3.	Stato della superficie interna.....	"	44
	4.7.4.	Formula da utilizzare.....	"	45
	4.7.5.	Check box dei valori di default.....	"	45
	4.7.6.	Valori dei coefficienti α , k , n ed m	"	45
	4.7.7.	Colore.....	"	46
4.8.		Foglio Tipi di pompe.....	"	46
	4.8.1.	Nome.....	"	46
	4.8.2.	Punti di funzionamento (Q , DH).....	"	46
	4.8.3.	Colore.....	"	46
4.9.		Foglio Tipi di valvole.....	"	46
	4.9.1.	Nome.....	"	47
	4.9.2.	Grandezze caratteristiche.....	"	47
	4.9.3.	Colore.....	"	47
4.10.		Foglio Nodi.....	"	47
	4.10.1.	Tipo del nodo.....	"	48
	4.10.2.	Coordinate X e Y.....	"	48
	4.10.3.	Quota Z.....	"	48
	4.10.4.	Altezza piezometrica H_p	"	48
	4.10.5.	Portata in uscita.....	"	48
	4.10.6.	Limitazioni alle rimozioni di nodi.....	"	48
4.11.		Foglio Rami.....	"	49
	4.11.1.	I nodi di estremità.....	"	49
	4.11.2.	Distanza nodo-nodo e lunghezza totale del ramo.....	"	49
	4.11.3.	Il tipo di materiale.....	"	49

4.11.4.	Il diametro interno	p.	50
4.11.5.	Il dispositivo e la sua posizione.....	"	50
4.12.	Foglio Profili	"	50
4.12.1.	I nodi del profilo.....	"	50
4.12.2.	Colore	"	50
4.13.	Utility di correlazione formule.....	"	50
4.14.	Comando Controllo dati.....	"	51
4.14.1.	La lista dei messaggi	"	51
5.	IL MENU VISTA	"	53
5.1.	Sincronismo.....	"	53
5.1.1.	L'utilità dello strumento Individua elemento	"	54
5.2.	Opzioni di disegno	"	54
5.2.1.	Come richiamare il foglio Opzioni di disegno	"	55
5.2.2.	Come utilizzare i controlli a scorrimento	"	56
5.2.3.	Preferenze sul testo.....	"	56
5.2.4.	Preferenze sulle risoluzioni di input	"	56
5.2.5.	Preferenze sulla presenza degli elementi.....	"	56
5.2.6.	Altre preferenze	"	56
5.2.7.	Dimensioni fuori scala.....	"	57
5.2.8.	Come controllare l'effetto di una preferenza.....	"	57
5.2.9.	Come attivare o disattivare un elemento del disegno.....	"	57
5.2.10.	Criteri di dimensionamento dei font.....	"	57
5.3.	Opzioni del foglio di disegno	"	57
5.3.1.	Come richiamare il foglio Opzioni foglio di disegno.....	"	58
5.3.2.	Impostazione dei margini	"	58
5.3.3.	Preferenze di composizione.....	"	58
5.3.4.	Preferenze di spaziatura.....	"	58
5.4.	Foglio Planimetria	"	58
5.4.1.	Barra di stato.....	"	59
5.4.2.	Area di disegno.....	"	59
5.4.3.	Barra Strumenti	"	59
5.4.4.	Barra delle azioni.....	"	60
5.4.5.	Barre strumenti di zoom	"	61
5.4.6.	Traslazione del disegno	"	61
5.4.7.	Azione Inserisci Nodo	"	61
5.4.8.	Per catturare i valori di un nodo esistente	"	62
5.4.9.	Azione Cancella Nodo.....	"	62
5.4.10.	Azione Sposta Nodo	"	63
5.4.11.	Azione Modifica Nodo	"	63
5.4.12.	Azione Quota Nodo	"	63
5.4.13.	Azione Inserisci Ramo	"	64
5.4.14.	Azione Cancella Ramo	"	65
5.4.15.	Azione Sposta Ramo	"	65

5.4.16.	Azione Modifica Ramo	p.	65
5.4.17.	Azione Quota Ramo	"	66
5.4.18.	Azione Inserisci Pompa	"	66
5.4.19.	Azione Cancella Pompa	"	67
5.4.20.	Azione Sposta Pompa	"	67
5.4.21.	Azione Modifica Pompa	"	67
5.4.22.	Azione Quota Pompa	"	68
5.4.23.	Azione Inserisci Valvola	"	68
5.4.24.	Azione Cancella Valvola	"	68
5.4.25.	Azione Sposta Valvola	"	69
5.4.25.	Azione Modifica Valvola	"	69
5.4.26.	Azione Quota Valvola	"	69
5.4.27.	Azione Zoom +	"	69
5.4.28.	Azione Zoom -	"	69
5.4.29.	Azione Zoom a finestra	"	69
5.4.30.	Inserimento di uno sfondo in .DXF	"	70
5.4.31.	Come importare uno sfondo	"	70
5.4.32.	Come nascondere uno sfondo	"	71
5.4.33.	Come riapplicare uno sfondo nascosto in precedenza	"	71
5.4.34.	Come caricare uno sfondo diverso da quello attuale	"	71
5.4.35.	Come utilizzare gli sfondi	"	71
5.5.	Foglio Curve caratteristiche delle pompe	"	72
5.5.1.	Barra strumenti	"	73
5.6.	Foglio Profili	"	73
5.6.1.	Barra Strumenti	"	74
5.7.	Foglio Mappe di impegno	"	74
5.7.1.	Barra strumenti	"	74
6.	IL MENU ANALISI	"	75
6.1.	Il comando Esegui	"	75
6.2.	Il quadro delle verifiche	"	75
6.3.	Risultati sui nodi e sui rami	"	76
6.4.	Riesecuzione dell'analisi	"	77
7.	IL MENU STAMPA	"	78
7.1.	Comando Componi relazione	"	78
7.1.1.	Operazioni tipiche di una sessione di stampa	"	79
7.1.2.	Come comporre il tabulato	"	79
7.1.3.	Pulsante Preview	"	79
7.1.4.	Il foglio Preview della relazione	"	79
7.1.5.	Stampa dall'Anteprima	"	80
7.2.	Esportazione del tabulato in formato .RTF	"	80
7.2.1.	Stampa diretta del tabulato	"	81

7.3.	Comando Disegni.....	p.	81
7.3.1.	Operazioni tipiche di una sessione di stampa.....	"	81
7.3.2.	Come comporre il tabulato disegni.....	"	82
7.3.3.	Opzioni di disegno.....	"	82
7.3.4.	Note tecniche sui files .DXF prodotti da HYDRONET	"	82
7.3.5.	Esportazione disegni in formato .DXF	"	82
7.3.6.	Stampa diretta dei disegni	"	82
7.3.7.	Anteprima dei disegni.....	"	83
7.3.8.	Il foglio Preview disegni	"	83
7.3.9.	Stampa dall'Anteprima.....	"	84
7.3.10.	Esportazione in formato .DXF dall'anteprima	"	84
7.4.	Comandi Opzioni di disegno e Opzioni di impaginazione	"	84
7.5.	Comando Stampante	"	84
↪	LICENZA D'USO DEL SOFTWARE	"	87
↪	SCHEDA DI REGISTRAZIONE		
	PER LA RICHIESTA DELLA PASSWORD UTENTE.....	"	88

Capitolo 2

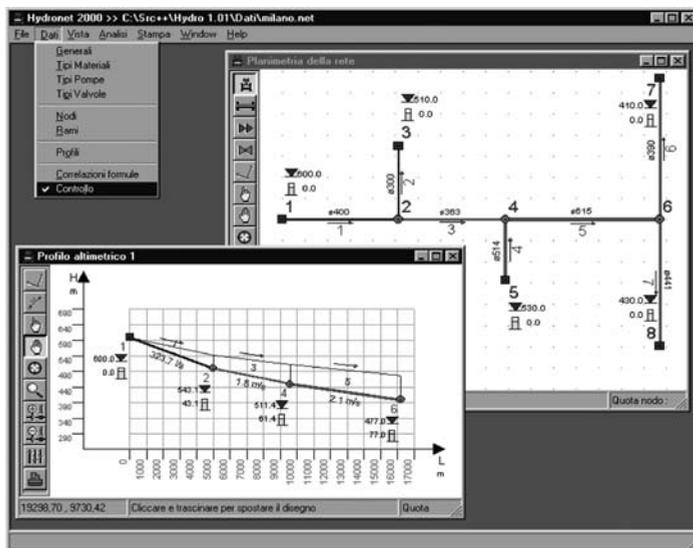
Introduzione al software HYDRONET

HYDRONET di Newsoft è un programma finalizzato all'analisi di reti idrauliche in pressione, costituite da un numero indefinito di nodi e di rami, per fluidi liquidi o gassosi. Su ogni ramo della rete è possibile disporre un dispositivo di controllo del flusso, costituito da una pompa o da una valvola. In base al materiale e allo stato di usura l'utente può impostare la formula per le perdite di carico, scegliendola nella vasta casistica predefinita, oppure impostarla in modo autonomo. In alternativa, se è noto il coefficiente di scabrezza della tubazione secondo una formula classica, si può utilizzare l'utility di correlazione per ricavare in automatico i coefficienti della formula.

Il programma esegue il calcolo della distribuzione dei carichi nei nodi della rete e delle portate nei rami, una volta assegnati le caratteristiche delle tubazioni, le portate da erogare, le quote geometriche dei punti nodali ed i valori del carico ai serbatoi.

Il programma è dotato di tutte le funzioni necessarie per seguire l'intero iter di analisi e verifica, dall'inserimento dei dati, al controllo grafico del modello, dall'esecuzione dell'analisi, alla stampa dei risultati e dei disegni. È interfacciabile con ambienti CAD tramite il formato .DXF e verso applicativi di Word Processing col formato .RTF.

La seguente figura mostra una fase di lavoro col programma, in cui è visibile il menu *Dati*, la planimetria e una vista altimetrica di una rete semplice costituita da 7 rami e 8 nodi, riportata come esempio svolto in un noto testo di tecnica acquedottistica.



Si possono notare i nodi, rappresentati da un quadratino blu se a piezometrica prefissata (nodi serbatoio) o con un cerchio rosso se a piezometrica incognita (nodi generici di rete). Sui rami, il

colore indica il materiale e lo spessore il diametro interno. Sono presenti inoltre gli indici di numerazione e altre informazioni aggiuntive che l'utente può richiedere selettivamente per ogni elemento. Sulla sinistra delle due forme è visibile la barra strumenti principale con i comandi grafici di input o di gestione del disegno.

↳ 2.1. Breve panoramica

La definizione della rete passa attraverso l'assegnazione degli elementi tipici, quali i nodi e i rami. Per i nodi è richiesta la quota geometrica e la portata di servizio in uscita dalla rete. Nel caso il nodo rappresenti un serbatoio, invece della portata di servizio si assegnerà il carico piezometrico corrispondente alla quota del pelo libero. I rami sono i tratti di tubazione definiti fra due nodi. Essi si caratterizzano assegnando il diametro interno e la formula della cadente, in dipendenza del tipo di materiale che costituisce la tubazione.

Al riguardo, **HYDRONET** prevede una vasta casistica di formule predefinite, Hazen-Williams, Gauckler-Strickler, Bazin, Kutter, ecc., specializzate in base al materiale e allo stato di usura. In alternativa, digitando direttamente i coefficienti, l'utente può definire in maniera autonoma le perdite di carico distribuite da considerare per i vari materiali. Ogni ramo, inoltre, può ospitare un dispositivo di controllo del flusso, come una pompa o una valvola, anch'esse definite tramite un archivio di tipologie editabili. L'introduzione materiale dei dati può avvenire con input grafico, lavorando su uno sfondo planimetrico importato da file .DXF, se disponibile. Naturalmente è anche previsto l'input digitato, all'interno di griglie o tabelle sincronizzate col contesto.

Il controllo di conformità del modello si esegue agevolmente all'interno delle viste planimetriche ed altimetriche di cui è dotato il programma, con informazioni espresse con codice colore, etichette di testo, quotature specifiche per elemento. In ogni caso, prima di eseguire la fase di analisi, il programma esegue il controllo automatico dei dati, avvisando su eventuali situazioni non ammissibili, originate da una errata o incompleta assegnazione dei dati.

Una volta che la rete risulti compiutamente definita, si esegue l'analisi, basata su algoritmo iterativo autoadattativo alla Newton-Raphson, che porta alla determinazione del carico incognito nei nodi, alle portate in uscita o in ingresso ai serbatoi ed alle portate nei rami. I risultati possono essere esaminati in termini numerici direttamente a video, nelle griglie risultati o nei preview di stampa della relazione. Oppure, si può analizzare graficamente l'andamento della piezometrica nella vista dei profili o visualizzare la mappa di impegno a toni di colore per grandezze tipiche di analisi, come la portata, la velocità o le perdite di carico nei rami.

La sessione di lavoro si conclude con la composizione della relazione e delle tavole di disegno, visionabili in anteprima di stampa e esportabili in .RTF o .DXF.

↳ 2.2. L'ambiente di lavoro

- Input grafico con barra degli strumenti;
- Importazione di sfondi planimetrici in formato .DXF per l'input grafico della rete;
- Viste planimetriche della rete, dei profili altimetrici e delle curve caratteristiche delle pompe.
- Grafici sintetici dei risultati:
 - profili piezometrici;
 - mappe di impegno a toni di colore.
- Impaginazione, preview e stampa:
 - della relazione, anche come file .RTF;
 - dei disegni, anche come file .DXF.

↪ 2.3. La definizione della rete

- Nodi serbatoio a piezometrica fissata;
- Nodi di rete con portata di servizio assegnata;
- Rami caratterizzati da diametro e tipo di materiale;
- Inserimento sui rami di pompe o valvole;
- Materiali con definizione autonoma della formula della cadente;
- Pompe definite mediante curva caratteristica;
- Valvole con perdite di carico localizzate.

↪ 2.4. Riferimenti normativi

Riportiamo di seguito le principali norme tecniche in materia acquedottistica:

- **Decreto del Ministero dell'Interno 24 novembre 1984**, “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distruzione, l’accumulo, e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8”;
- **Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 12 dicembre 1985**, “Norme tecniche relative alle tubazioni: progetto, costruzione e collaudo degli elementi che la costituiscono (tubi, giunti e pezzi speciali)”;
- **Decreto del Ministero della Sanità 26 marzo 1991**, “Norme tecniche di prima attuazione del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 236, relativo all’attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi della Legge 16 aprile 1987, n. 183”.

↪ 2.5. L’ambiente di lavoro

L’ambiente di lavoro si basa su un’interfaccia a finestre con comandi organizzati in menu e barre strumenti, secondo gli standards ormai familiari di Windows.

Ad esempio, con **[F1]** si richiama l’Help in linea, col click destro del mouse si richiama un menu di comandi contestuale, con le sequenze **[Ctrl+C]** e **[Ctrl+V]** si può copiare ed incollare un testo selezionato.

L’organizzazione globale dell’ambiente di lavoro è improntata alla massima semplicità d’uso. Inoltre, la rapidità di inserimento dei dati, la velocità di analisi e la leggibilità con cui sono presentati i risultati, predispongono l’utente a cercare l’interazione col programma per migliorare la soluzione di progetto.

L’inserimento dei dati può avvenire per digitazione diretta nelle griglie o utilizzando i comandi grafici della vista planimetrica, nella quale è anche possibile importare uno sfondo in formato .DXF per agevolare le operazioni di inserimento.

Il grado di dettaglio e il contenuto informativo delle viste grafiche, consentono di controllare agevolmente sia i dati di modellazione che i risultati principali dell’analisi, se disponibili. Questo consente di valutare rapidamente le conseguenze delle scelte progettuali e di predisporre ridimensionamenti migliorativi per il funzionamento della rete.

La gestione d’insieme delle finestre aperte durante il lavoro è aiutata dalla funzione automatica di sincronismo, che riduce al minimo le operazioni richieste all’utente: ad esempio, se si clicca su un ramo all’interno della vista planimetrica, questo diviene il ramo attivo e le altre finestre aperte si sincronizzano automaticamente su di esso.

Nel caso delle griglie, l’effetto è che il cursore scorre fino a posizionarsi sulla riga dell’elemento attivo.

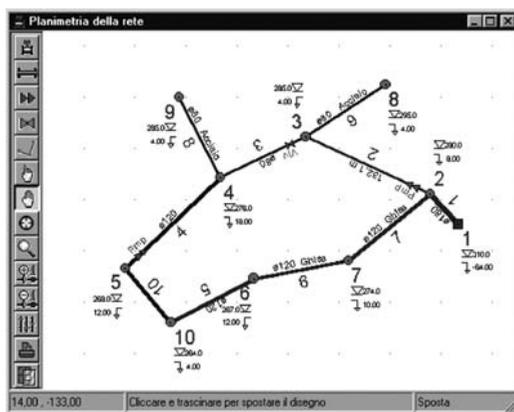
2.6. Descrizione della rete

Diamo ora un rapido sguardo su come sono strutturati i dati che descrivono la rete.

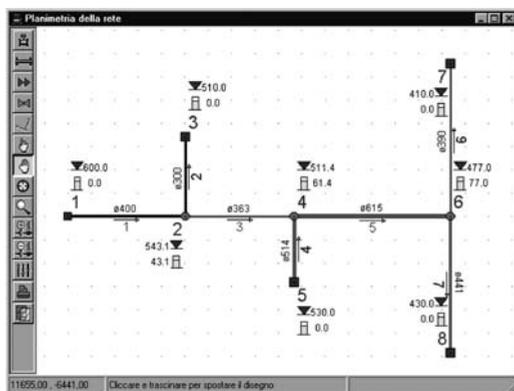
2.6.1. Reti analizzabili

HYDRONET consente di analizzare reti idrauliche in pressione, con fluidi liquidi o gassosi, composte da rami anche di differente materiale e diametro, in presenza di almeno un nodo serbatoio a piezometrica fissata e di nodi generici di rete di cui si assegna la portata di servizio in uscita dalla rete. Su ogni ramo della rete è possibile disporre un dispositivo di controllo del flusso, costituito da una pompa o da una valvola.

Nel concreto, si riescono a modellare reti idriche (acquedotti, impianti di irrigazione, reti antincendio), reti per il trasporto di fluidi viscosi e reti di distribuzione gas.



Vista di una tipica configurazione a maglie chiusa.



Vista di una tipica configurazione a maglia aperta.

2.6.2. Modalità di input

I dati che descrivono la rete possono essere assegnati con varie modalità:

- digitandoli direttamente nei fogli di input previsti dal menu *Dati*;
- col mouse in ambiente grafico, con possibilità di importare uno sfondo in formato .DXF.

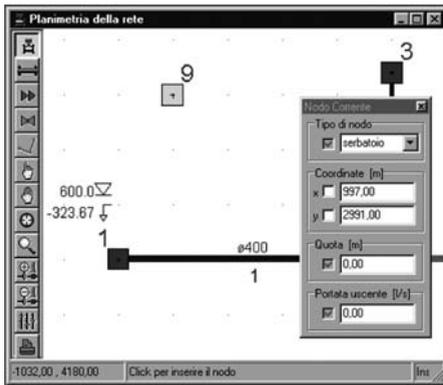
2.6.3. L'input grafico

Vediamo nelle figure seguenti alcuni esempi di inserimento in ambiente grafico.

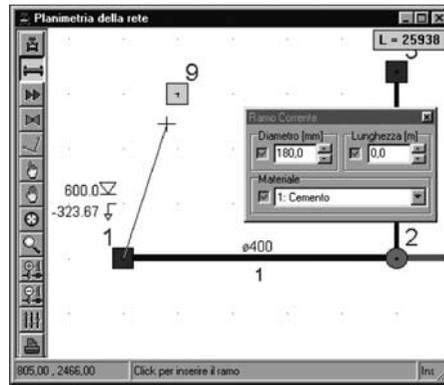
L'operazione inizia selezionando sulla barra strumenti a sinistra l'elemento da inserire (nodo, ramo, pompa o valvola) e quindi l'azione da eseguire nella barra delle azioni che compare dopo aver selezionato l'elemento. In questo caso si sceglierà l'azione *Inserisci*. Altre azioni disponibili sono *Cancella*, *Sposta*, *Modifica* e *Quota*.

In funzione del tipo prescelto compare una forma che consente di impostare le caratteristiche dell'elemento che si va ad inserire, visibile sulla destra nelle quattro figure seguenti, rispettivamente per nodi, rami, pompe e valvole.

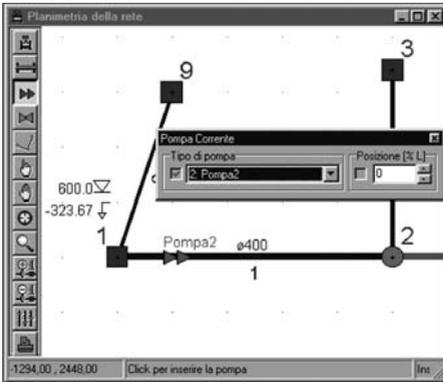
Basta quindi un semplice click in un punto per inserire lì un nodo, una pompa o una valvola, oppure cliccare e trascinare per inserire un ramo.



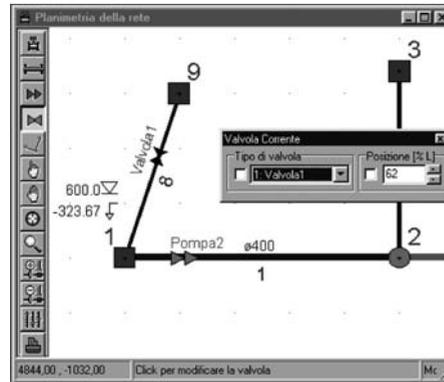
Inserimento del nodo 9.



Inserimento di una valvola sul ramo 1-9.



Inserimento sul ramo 1.



Inserimento di una valvola sul ramo 8.

2.6.4. L'input in griglia

Operazioni di inserimento, e modifica possono essere eseguite altrettanto bene anche lavorando con le griglie, digitando direttamente i dati o usando il *copia-incolla*. Le figure seguenti riportano le griglie dati degli elementi di modellazione. Accanto a queste, il programma prevede griglie dedicate ai risultati disponibili dopo l'esecuzione dell'analisi.

2.6.5. Gli elementi di definizione

Sono gli elementi che consentono la definizione di una rete all'interno del programma.

2.6.6. I nodi

I nodi sono i punti di incrocio dei rami della rete.

Sui nodi è in genere nota la portata in uscita dalla rete, fissata in base alle esigenze di servizio dell'utenza collegata al nodo, ed è incognita l'altezza piezometrica. Se però il nodo rappresenta un "serbatoio", il dato noto è la quota piezometrica, da porre pari alla quota del pelo libero dell'acqua invasata, e il termine incognito risulta la portata in ingresso o in uscita dal serbatoio.

In definitiva, occorre predisporre un nodo in tutti gli incroci dei rami, nei punti in cui ci sia prelievo di fluido, in corrispondenza dei serbatoi e nei punti di discontinuità delle caratteristiche dei rami, laddove cioè cambia il diametro o il materiale della condotta.

id	x	y	z	tipo	q
1	233.00	26.00	310.00	serbatoio	-43.00
2	236.00	55.00	280.00	generico	8.00
3	116.00	110.00	285.00	generico	4.00
4	34.00	71.00	276.00	generico	12.00
5	-59.00	-17.00	268.00	generico	3.00

Griglia di definizione dei nodi.

I nodi servono per la definizione dei rami e dei profili. Per i rami si richiedono il nodo iniziale e finale, per i profili una sequenza di due o più nodi tali da costituire un percorso continuo.

2.6.7. I rami

I rami sono tratti di tubazione di caratteristiche omogenee, definiti fra due nodi. Su ogni ramo si suppone costante il diametro, il tipo di materiale e il suo stato di usura. Non è prevista una portata distribuita sul ramo, in quanto questa esigenza può essere realisticamente modellata infittendo i nodi e i rami sul particolare tronco di condotta.

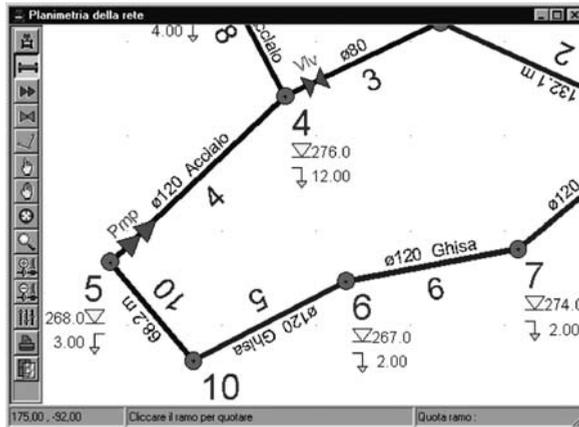
Su ogni ramo si può applicare un dispositivo, costituito da una pompa o da una valvola di regolazione. Questo non limita l'efficacia di modellazione del programma, in quanto la presenza di due o più dispositivi in serie su un tronco può essere modellata, come nel caso precedente, disponendo nodi intermedi e suddividendo il tronco in più rami.

id	ni	nj	Dnm	Lt	g	Materiale	Dispositivo	Xrel
1	1	2	49.63	49.63	180.0	2: Ghisa		0
2	2	3	132.09	132.09	80.0	2: Ghisa	Pmp	15
3	3	4	91.24	91.24	80.0	1: Acciaio	Vlv	19
4	5	4	128.28	128.28	120.0	1: Acciaio	Pmp	17
5	6	10	91.29	91.29	120.0	2: Ghisa		0

Griglia di definizione dei rami.

Nella figura della pagina seguente si può notare la presenza di una pompa sul ramo 4 e di una valvola sul ramo 3. Le quotature sui nodi e sui rami possono essere stabilite dall'utente con la funzione *Quota*, cliccando uno o più volte l'elemento da quotare, sia esso un nodo o un ramo.

Il colore dei rami indica il tipo di materiale, lo spessore del tratto è proporzionale al diametro interno.



Particolari di una vista planimetrica.

2.6.8. Le tipologie

Definiscono delle tipologie ricorrenti da assegnare agli elementi della rete per caratterizzarne il comportamento. In una rete possono essere presenti, ad esempio uno o più tipi diversi di materiali, di pompe o di valvole. Alcune tipologie frequenti sono già predefinite, altre possono essere create semplicemente, aggiungendo una nuova tipologia o modificando una già presente.

2.6.9. I tipi di materiali

Definiscono le tipologie di materiali utilizzati nella rete e la formula della cadente ad essi associata. Una volta definiti i materiali, si potrà caratterizzare il comportamento idraulico dei rami, assegnando ad ognuno di essi il materiale che gli compete.

La formula assunta per la cadente è di tipo generale, assegnando opportunamente i coefficienti α , k , n ed m l'utente può rappresentare tutte le formule classiche disponibili in letteratura.

$$j = \left(\alpha + \frac{k}{\sqrt{D}} \right)^2 \frac{Q^n}{D^m}$$

id	nome	stato	superficie interna	formula	alpha	k	m	n	colore
1	Acciaio	nuova	bitumata a caldo	Hazen-Williams	0,000000	0,032565	1,852	3,870	
2	Ghisa	nuova	in cemento centrifugato	Gauckler-Strickler	0,000000	0,029166	2,000	4,333	
3	Cemento	nuova	con intonaco liscio	Bazin	0,029275	0,007026	2,000	5,000	
4	Materie plastiche	nuova		S. Genie Rural	0,000000	0,030182	1,750	3,750	
5	Metalli lisci	nuova		Hazen-Williams	0,000000	0,033640	1,852	3,870	

Griglia di definizione dei materiali.

2.6.10. Stati superficiali predefiniti

In alternativa, **HYDRONET** offre un vasta casistica predefinita in base al materiale e allo stato di usura, specializzata per le formule di Hazen-Williams, Gauckler-Strickler, Bazin, Kutter, Casale-Telesca, Scimemi-Veronesi, Service du Genie Rural. I materiali disponibili di default comprendono l'acciaio, la ghisa, il cemento armato, i metalli lisci e i materiali plastici, ad ognuno dei

quali è associata una serie di stati di usura tipici, a scabrezza crescente, come riportato nelle figure seguenti.

nuova, bitumata a caldo
in cemento centrifugato
nuova, non rivestita
usata, lieve corrosione
usata, media corrosione
usata, forte corrosione

nuova, bitumata a caldo
in cemento centrifugato
nuova, non rivestita
usata, lieve corrosione
usata, media corrosione
usata, forte corrosione

nuova, bitumata a caldo
in cemento centrifugato
nuova, non rivestita
usata, lieve corrosione
usata, media corrosione
usata, forte corrosione

Per tubi in acciaio o ghisa.

Per tubi in cemento.

Per tubi in plastica o metalli lisci.

Acciaio
Ghisa
Cemento
Materie plastiche
Metalli lisci

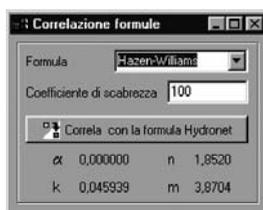
Hazen-Williams
Gauckler-Strickler
Bazin
Kutter
Casale-Telesca
Veronesi-Datei
S. Genie Rural
Renouard (gas b.p.)

Lista dei materiali.

Lista delle formule.

2.6.11. Utility di correlazione

Il programma, inoltre, prevede una utility di correlazione fra i coefficienti di scabrezza delle principali formule classiche e i coefficienti α , k , n ed m previsti in **HYDRONET**.



L'utilizzo dell'utility è molto semplice: si sceglie la formula da correlare, si imposta il coefficiente di scabrezza e si clicca sul pulsante *Correla con la formula Hydronet* per ottenere i valori equivalenti dei coefficienti α , k , n ed m .

2.6.12. I tipi di pompe

Definiscono le tipologie delle pompe utilizzate nella rete e caratterizzate mediante l'assegnazione di tre punti tipici di funzionamento (Q , DH).

Interpolando con legge esponenziale i punti di funzionamento assegnati, il programma giunge alla costruzione della curva caratteristica della pompa, da utilizzare nel corso dell'analisi e per il disegno nella finestra ad essa dedicata.

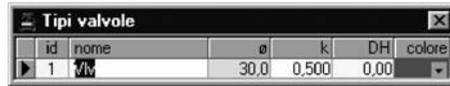
Tipi pompe								
id	nome	Q0	H0	Q1	H1	Q2	H2	colore
1	Pompa1	0,000	40,00	12,000	38,00	24,000	32,00	
2	Pompa2	0,000	20,00	8,000	18,00	16,000	12,00	

Griglia di definizione dei tipi di pompe.

Una pompa così definita può essere applicata ad un ramo, assegnandola come dispositivo presente sul ramo. La direzione di flusso è legata alla direzione del ramo, dal nodo iniziale al nodo finale. La direzione di pompaggio si inverte scambiando i nodi del ramo.

2.6.13. I tipi di valvole

Questa tipologia definisce i tipi di valvole di regolazione utilizzate nella rete. Un tipo valvola si caratterizza assegnandone il diametro interno, il coefficiente per la perdita di carico localizzata funzione del quadrato della velocità e la perdita di carico costante.



id	nome	ø	k	DH	colore
1	VM	30,0	0,500	0,00	

Griglia di definizione dei tipi di valvole.

Una valvola così definita può essere applicata ad un ramo, assegnandola come dispositivo presente sul ramo.

2.6.14. I profili

I profili sono i percorsi scelti dall'utente all'interno della rete, dei quali si vuole visualizzare il disegno in una vista altimetrica.

La definizione dei profili non è quindi obbligatoria ai fini dell'analisi, ma è molto utile per il controllo grafico delle quote geometriche dei nodi e, una volta effettuata l'analisi, anche dei carichi piezometrici finali.



id	Nodi del profilo	colore
1	1 2 4 6	
2	8 6 7	

Griglia di definizione dei profili.

I profili si definiscono assegnando una sequenza di nodi, tale da costituire un percorso continuo all'interno della rete.

2.7. Visualizzazioni grafiche

Le visualizzazioni grafiche del programma, come la vista planimetrica, i profili altimetrici, le curve caratteristiche delle pompe e le mappe di impegno, forniscono al progettista un metodo di controllo molto efficace sia dei dati di definizione che dei risultati dell'analisi.

Esse sono corredate da una o più barre strumenti, contenenti i comandi tipici per i disegni quali zoom, spostamenti, preview di stampa, assegnazione delle preferenze ed altri comandi specifici alla particolare vista.

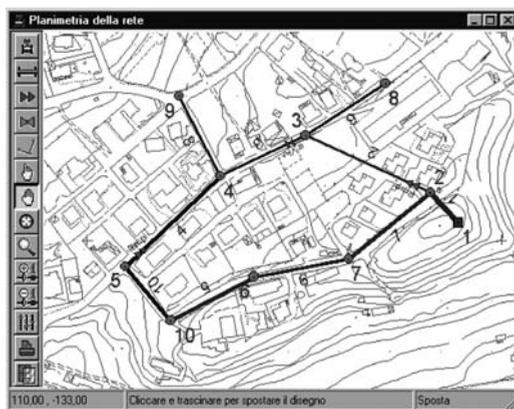
Nella vista planimetrica, ad esempio, oltre ai normali comandi di gestione, sono disponibili le barre strumenti per l'input grafico della rete, organizzate in elementi (nodi, rami, pompe, valvole) ed azioni eseguibili sugli elementi, come inserimento, cancellazione, spostamento, modifica e quotatura.

È inoltre disponibile il comando per l'importazione di una planimetria esterna salvata in formato .DXF, da utilizzare come sfondo per il posizionamento grafico dei nodi e dei rami.

2.7.1. La vista planimetrica

La vista propone una pianta della rete, in cui sono chiaramente individuabili i nodi e i rami inseriti. I nodi sono riprodotti con un cerchietto rosso, i rami con una linea retta di spessore proporzionale al diametro del tubo e di colore dipendente dal tipo di materiale che lo costituisce. Nodi e rami sono contrassegnati da un indice ed eventualmente da informazioni aggiuntive, inseribili col comando di quotatura. Visualizzando il disegno ad analisi eseguita è possibile avere l'indicazione della direzione del flusso su ogni ramo e per i nodi le informazioni aggiuntive sul carico piezometrico.

Tutti gli elementi possono essere inseriti e modificati sia graficamente, utilizzando i comandi di inserimento, cancellazione, modifica, delle barre strumenti, sia digitandone le caratteristiche nelle corrispondenti griglie dati. In ambedue i casi le modifiche possono essere immediatamente apprezzate sul disegno, aggiornato in tempo reale. Inoltre si può importare una planimetria in formato .DXF per agevolare le operazioni di input della rete in ambiente grafico.



Vista di una planimetria con sfondo .DXF importato.

La pianta è riprodotta in scala e con i comandi della barra strumenti può essere facilmente ingrandita, ridotta o spostata. Per questa come per tutte le altre rappresentazioni grafiche, è disponibile inoltre il foglio *Opzioni di disegno*, in cui è possibile definire le proprie preferenze riguardo al disegno, come la dimensione e il font dei caratteri, il passo della griglia, la presenza degli indici sugli elementi o delle fillature, l'oscuramento di particolari layer. Altra caratteristica comune a tutte le finestre grafiche è il comando *Anteprima*, che consente di esaminare il preview di stampa del disegno, di riposizionarlo sul foglio, di stamparlo o di esportarlo in .DXF.

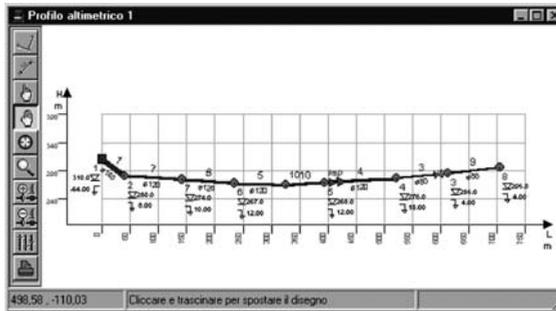
2.7.2. I profili altimetrici

Il foglio propone la vista altimetrica della rete, lungo uno o più percorsi definiti dall'utente. La lista dei nodi che definisce il percorso può essere assegnata nella griglia *Profili*, riportata di seguito, o graficamente cliccando i nodi nel foglio della planimetria.

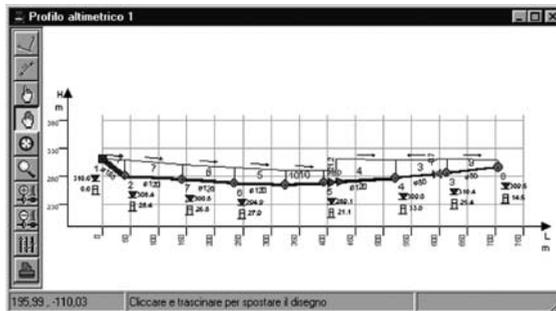
Profili da visualizzare		
id	Nodi del profilo	colore
1	1 2 7 6 10 5 4 3 8	
2	1 2 3 4 9	

Definizione dei profili nella griglia.

Nel disegno del profilo sono riportati i nodi e i rami in un riferimento quotato, numerati ed eventualmente corredati di informazioni aggiuntive. Visualizzando i profili dopo aver eseguito l'analisi, è riportata sul disegno anche l'andamento della piezometrica e la direzione del flusso su ogni ramo. Per confronto, vedi le seguenti due figure.



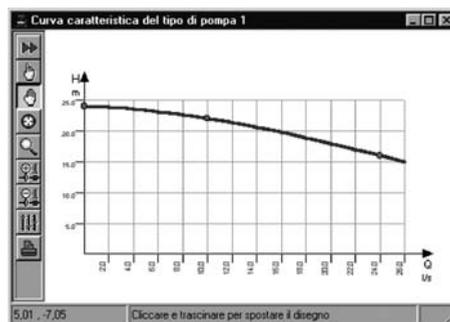
Vista di un profilo con informazioni sui dati di definizione.



Vista di un profilo con informazioni sui risultati e tracciamento della piezometrica.

2.7.3. Le curve caratteristiche delle pompe

La definizione di un tipo pompa richiede l'assegnazione di tre punti tipici di funzionamento (Q, DH), che il programma interpola per costruire la curva caratteristica. In questo foglio è possibile visualizzare per ogni tipo di pompa inserito la corrispondente curva caratteristica.

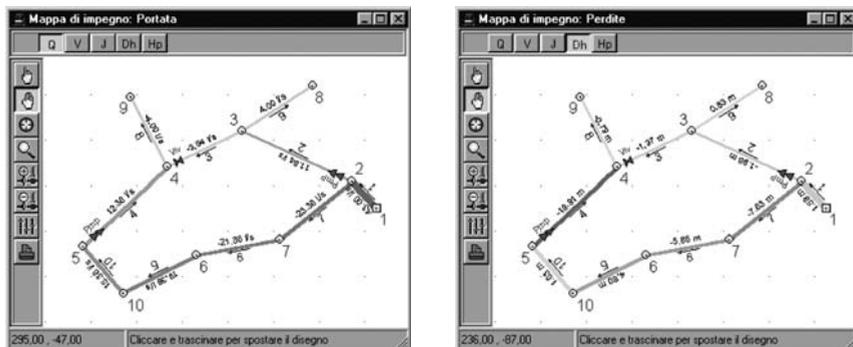


Vista della curva caratteristica di una pompa.

2.7.4. Le mappe di impegno

L'esame delle mappe di impegno è un mezzo efficace per valutare i risultati dell'analisi.

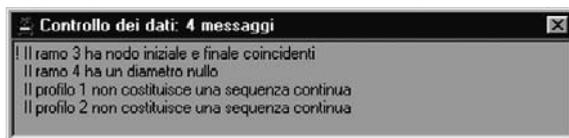
Si tratta di un disegno planimetrico in cui l'informazione è essenzialmente affidata al colore: un tono di colore chiaro indica un impegno basso, un tono molto carico indica un impegno alto. Sono disponibili le mappe di impegno per la portata, la velocità, la cadente e la perdita complessiva nei rami e per il carico piezometrico nei nodi. Con una semplice occhiata si può ad esempio individuare il ramo a portata massima o il nodo col carico piezometrico minimo.



Viste delle mappe di impegno della portata e delle perdite nei rami.

2.8. Il controllo dei dati

Quando si arriva ad una definizione della rete sufficiente per una prima analisi, si può richiedere l'esecuzione del controllo dei dati. In questa fase il programma passa in rassegna tutti i dati assegnati fino a quel momento per individuare eventuali situazioni anomale o inaccettabili per la modellazione, dovute ad esempio ad una errata o mancata assegnazione di dati.



Esempio di un quadro messaggi creato nella fase di controllo dei dati.

In questi casi il programma rilascia opportuni messaggi di attenzione, con tutti i riferimenti atti a correggere le incongruenze.

2.9. L'esecuzione dell'analisi

Una volta che la rete risulti definita in tutte le sue parti e il controllo dati non ha rilevato errori di modellazione, si può passare alla fase successiva che è quella di analisi. L'esecuzione dell'analisi porta alla determinazione del carico piezometrico sui nodi e delle portate percorrenti i rami, utilizzando un algoritmo iterativo autoadattativo alla Ricks, molto efficiente per problemi di analisi nonlineare come nel caso di cui si tratta. Informazioni sintetiche sui risultati ottenuti dall'analisi possono ricavarsi dalla vista dei profili altimetrici, che riporta l'andamento della piezometrica sui percorsi scelti, o dalle mappe di impegno, per una verifica mirata su grandezze caratteristiche

come le portate e le velocità nei rami o il carico piezometrico nei nodi. Informazioni più estese possono naturalmente ottenersi dai preview o dalla stampa del tabulato.

2.9.1. Il quadro delle verifiche

In linea generale, stanti le attuali norme, la principale verifica da soddisfare è quella del carico minimo nei nodi, che deve risultare non minore di 5 m di colonna d'acqua, in condizioni di esercizio, anche in conseguenza di qualsivoglia manovra di emergenza (P.2.2.3.1, Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1998). Altre verifiche legate essenzialmente a problematiche tecnologiche potrebbero riguardare il carico piezometrico massimo, funzione della classe di resistenza alla pressione interna delle tubazioni utilizzate, e le velocità minime e massime di flusso.

In base a questi criteri, nel programma è stata predisposta una griglia di verifica, che consente di inserire i valori limiti massimi e minimi per l'altezza piezometrica e la velocità di flusso e di ottenere l'esito delle verifiche:

$$H_{Lmin} < H_{nodo} < H_{Lmax}$$

$$V_{Lmin} < V_{ramo} < V_{Lmax}$$

Valore di verifica	Um	Lim min	Lim max	min	max	Esito
▶ Velocità del flusso nei rami	m/s	0.50	3.50	0.72	2.32	si
Altezza piezometrica nei nodi	m	5.00	50.00	14.53	33.00	si

La griglia del quadro verifiche.

2.9.2. Riesecuzione dell'analisi

Con gli attuali elaboratori elettronici che supportano l'ambiente Windows, il tempo utilizzato per l'esecuzione dell'analisi è in genere dell'ordine del secondo, anche per reti di grosse dimensioni. Valutare i risultati e capire quali interventi siano necessari per migliorare il funzionamento della rete è invece un processo che, se non adeguatamente supportato dal programma, potrebbe risultare non immediato.

HYDRONET offre forme di lettura sintetica dei risultati, in forma grafica, che aiutano l'utente ad individuare eventuali carenze e a porvi rimedio. Per esempio, è facilissimo individuare i rami con le perdite di carico maggiori, esaminando le mappe di impegno per la cadente e per le perdite. Una volta individuate le zone da ridimensionare, si possono applicare le modifiche con l'input grafico o digitandole direttamente nelle griglie.

Applicando le modifiche, il programma riconosce che il modello è cambiato e provvede in automatico ad annullare l'analisi precedente. Al termine delle modifiche, si può rieseguire l'analisi e valutarne gli esiti. Si può seguire questo schema di lavoro fino a pervenire ad un dimensionamento d'insieme ottimale sulla base delle esigenze particolari.

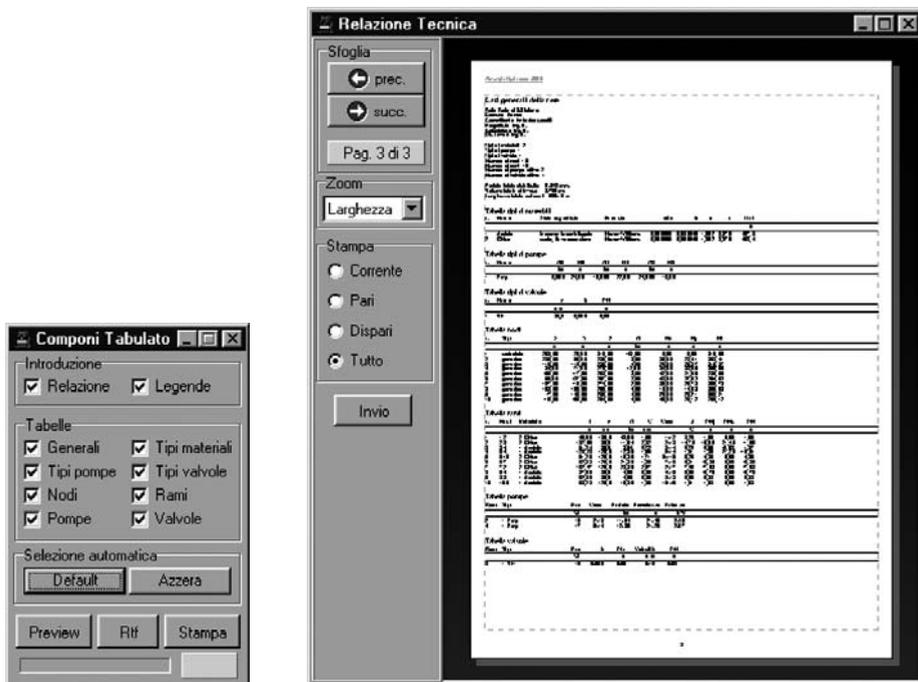
2.10. Stampa della relazione e dei disegni

Le opzioni di stampa del programma, consentono di avere in uscita un elaborato finale di calcolo completo di dati, risultati e disegni, in accordo con le più recenti disposizioni legislative.

2.10.1. Il tabulato

Tutti i dati relativi alla rete analizzata, i criteri che ne hanno consentito l'analisi, i risultati numerici dell'analisi e delle verifiche condotte e quant'altro lo riguarda, possono essere organizzati

nella composizione della relazione progettuale. L'esclusione o l'inclusione delle voci contemplate, sarà rispettata fedelmente nel tabulato e, in ogni caso, verificabile a video mediante l'anteprima di stampa, in cui sono disponibili ulteriori comandi di gestione, come la stampa diretta o l'esportazione in formato .RTF.



Composizione del tabulato.

Anteprima del tabulato.

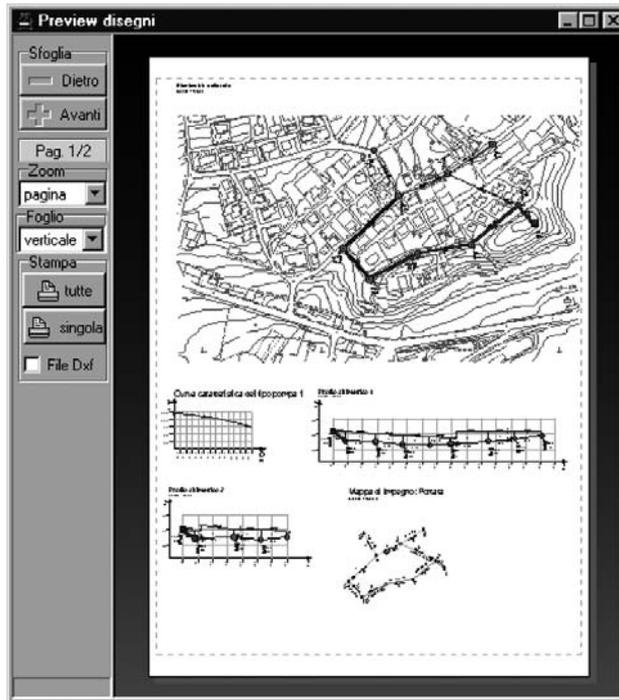
2.10.2. I disegni

I disegni prodotti dal programma consistono in viste planimetriche, profili altimetrici, curve caratteristiche delle pompe e mappe di impegno a toni di colore.

Nella fase di definizione della rete, i disegni riportati a video possono essere utilizzati per controllare l'esattezza dei dati inseriti. A valle della fase di analisi, inoltre, i disegni possono essere arricchiti di informazioni tipo risultato, come le direzioni di flusso nei rami o l'indicazione dell'altezza piezometrica nei nodi.



Composizione dei disegni.



Anteprima dei disegni.

Tutti i disegni possono essere impaginati sul foglio correntemente selezionato, dal formato A4 fino al formato A0 in funzione delle capacità della stampante di sistema, in base ad una selezione decisa dall'utente.

È possibile quindi esaminare l'anteprima di stampa dell'impaginato e, utilizzando gli ulteriori comandi di gestione previsti, procedere alla stampa diretta o all'esportazione .DXF di tutte le tavole o di quelle selezionate.

2.10.3. Fasi operative

Si è posta una cura particolare nel progettare l'ambiente di lavoro del programma, di modo che fosse di facile apprendimento e semplice nell'uso, nel rispetto degli standard applicativi dell'ambiente Windows.

Tutte le fasi di lavoro sono opportunamente distinte, si fa ampio uso della grafica sia per l'input che per i risultati e per la digitazione da tastiera un posto di rilievo è assegnato alle griglie, che consentono una visione molto compatta dei dati e consentono operazioni di modifica molto veloci.

Il codice di analisi è stato ottimizzato con lo scopo di ottenere risultati affidabili nel minor tempo possibile e per aumentare la produttività del programma.

Le fasi di output sono state particolarmente curate per raggiungere la migliore resa grafica, sia nelle fasi di preview che di stampa su carta.

Inoltre, la relazione di calcolo e i disegni possono essere esportati verso altri ambienti, utilizzando i formati .RTF per il testo e il .DXF per i disegni.

2.10.4. Tipica sessione di lavoro

Le fasi tipiche che compongono una sessione di lavoro sono le seguenti:

1. **Inserimento dei dati di una nuova rete o lettura di un file dati già salvato.**

Gli elementi della rete (nodi, rami, materiali, pompe, valvole), possono essere definiti utilizzando indifferentemente le tabelle corrispondenti, o gli editor grafici. L'inserimento degli elementi o la loro modifica nell'ambiente grafico è un'operazione particolarmente semplice ed intuitiva, i cui effetti sono immediatamente visibili sul disegno. Inoltre, nella finestra della planimetria, si può importare uno sfondo in formato .DXF per agevolare le operazioni grafiche di inserimento.

2. **Controllo grafico della geometria del modello.**

Dalla vista planimetrica e dei profili altimetrici, l'utente può verificare la congruenza del modello assegnato con la rete reale e nel caso riscontrasse delle difformità procedere con le modifiche correttive.

3. **Controllo di congruenza dei dati.**

Se tutti gli elementi sono stati inseriti correttamente, o si pensa che lo siano, si procede con la fase di controllo dati. Questa è una fase preparatoria propedeutica alla successiva fase di analisi e porta all'individuazione di eventuali situazioni anomale o inaccettabili per la modellazione, segnalate da opportuni messaggi di attenzione.

4. **Esecuzione dell'analisi e valutazione dei risultati.**

Si esegue l'analisi e si procede alla valutazione dei risultati raggiunti, esaminando con molta attenzione i profili altimetrici e le mappe di impegno. Si ha modo così di individuare le eventuali carenze di dimensionamento e di predisporre un conseguente piano di modifiche. A titolo esemplificativo si può agire sui diametri, inserire pompe per innalzare la piezometrica o predisporre valvole di regolazione.

5. **Ridimensionamento della rete e riesecuzione dell'analisi.**

La presente fase può essere eseguita ciclicamente insieme alla precedente fintanto che la rete non soddisfi tutte le verifiche richieste.

6. **Composizione e stampa dei tabulati e dei disegni.**

Ad analisi ultimata possono essere attivate le opzioni di composizione dei tabulati per includervi i paragrafi desiderati, esaminarli in preview e quindi stamparli o esportarli in .RTF. Anche per i disegni, l'utente può impostare il formato del foglio, selezionare i disegni da impaginare, esaminare l'anteprima e quindi, come per i tabulati, procedere alla stampa o all'esportazione in formato .DXF.