

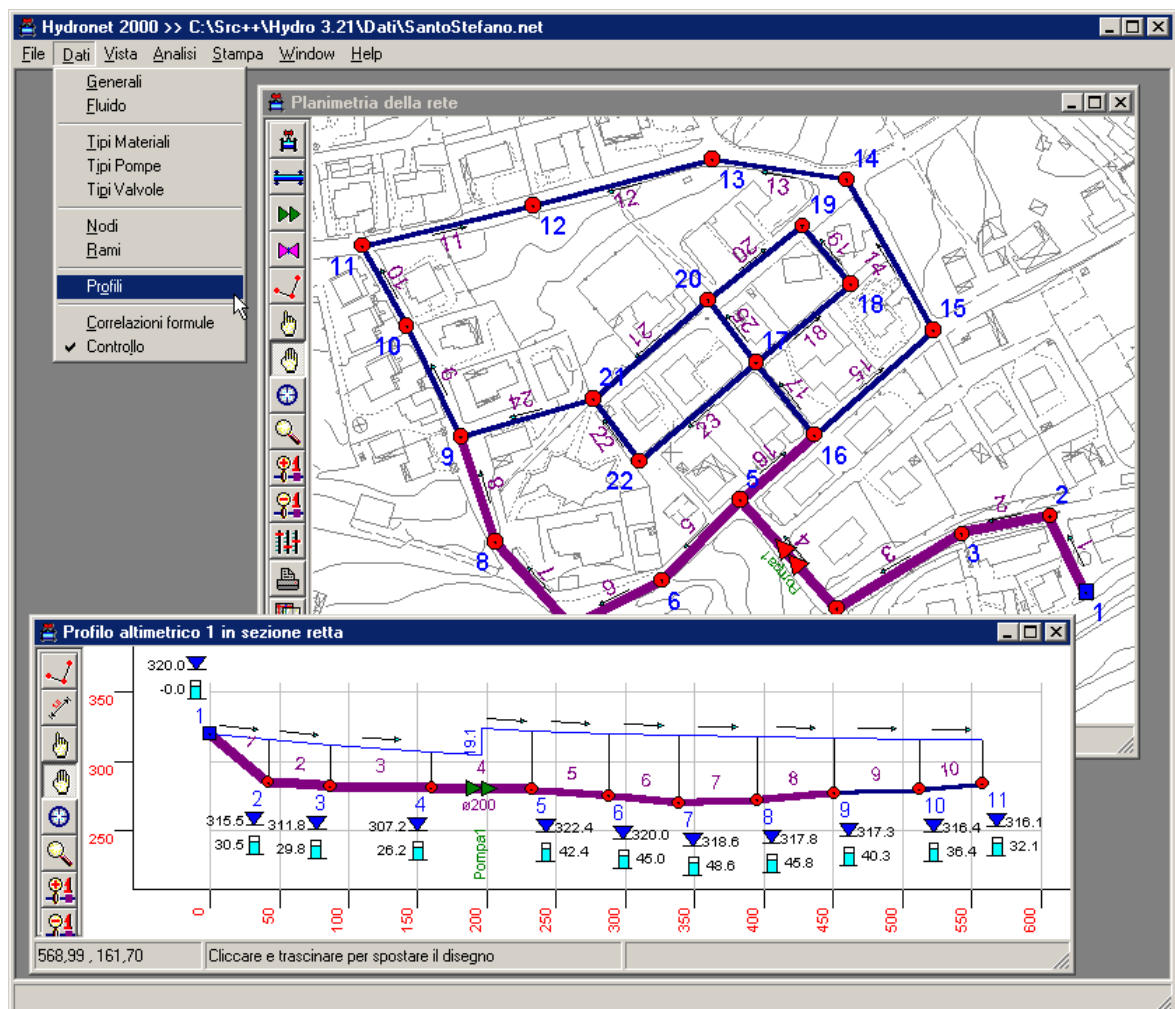
Hydronet 2000

Hydronet è un programma Windows per l'analisi di reti idrauliche in pressione, con fluidi liquidi o gassosi, composte di rami liberamente interconnessi, nodi serbatoio a piezometrica nota e nodi d'erogazione con portata di servizio assegnata, in presenza di pompe e valvole regolatrici. Applicazioni tipiche sono acquedotti, reti irrigue e antincendio, reti di distribuzione gas.

Il programma determina la distribuzione del carico piezometrico nei nodi della rete e le portate nei rami, una volta assegnati le caratteristiche delle tubazioni, le portate da erogare, le quote geometriche ed il carico piezometrico ai serbatoi. Per le perdite di carico è disponibile un vasto archivio di formule, predefinite in base al materiale e allo stato d'usura, oppure da impostare in modo autonomo in base ai coefficienti di scabrezza.

La rete si definisce in ambiente grafico o, in maniera equivalente, tramite input digitato, col supporto di funzioni d'utilità come l'importazione Dxf di planimetrie di sfondo o la sincronizzazione automatica delle finestre di lavoro. Nell'insieme, l'organizzazione dell'ambiente è molto efficiente e un'intera sessione di lavoro può essere completata in breve tempo, col minimo sforzo da parte dell'utente.

La seguente figura mostra una fase di lavoro col programma, in cui è visibile il menù Dati, una vista altimetrica su un percorso definito e una pianta della rete costruita sullo sfondo di una planimetria importata da Dxf.



La definizione della rete

Tutti gli elementi possono essere inseriti e modificati graficamente, utilizzando i comandi presenti nella vista planimetrica e nei profili altimetrici. E' anche prevista la digitazione diretta all'interno di griglie, con effetti immediatamente visibili nei disegni.

Materiali										
id	nome	stato	superficie interna	formula		alfa	k	m	n	colore
1	Acciaio	nuova	bitumata a caldo	Hazen-Williams	<input checked="" type="checkbox"/>	0,000000	0,032565	1,852	3,870	
2	Ghisa	in cemento	centrifugato	Gauckler-Strickler	<input checked="" type="checkbox"/>	0,000000	0,029166	2,000	4,333	
3	Cemento									000
4	Materie plastiche									750
5	Metalli lisci									870

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	30,00	8,000	28,00	16,000	22,00	

Tipi valvole					
id	nome	ø	k	DH	colore
1	VV	30,0	0,500	0,00	

Griglie di definizione dei tipi di materiali, pompe e valvole

Gli elementi tipici di definizione sono i nodi, i rami, le pompe e le valvole, di cui daremo di seguito una breve descrizione.

I nodi

Per i nodi di erogazione è richiesta la quota geometrica e la portata in uscita, fissata in base alle esigenze di servizio dell'utenza. Per i serbatoi si richiede il carico piezometrico corrispondente alla quota del pelo libero.

I rami

I rami sono i tratti di tubazione definiti fra due nodi, caratterizzati da un diametro e da un tipo di materiale. Non è prevista una portata distribuita sul ramo, perché tale esigenza può essere realisticamente modellata infittendo i nodi e i rami sul particolare tronco di condotta.

Ogni ramo, inoltre, può avere un dispositivo di controllo del flusso, tipo pompa o valvola, anch'esse definite tramite un archivio di tipologie editabili.

I tipi di materiali

Il tipo di materiale contiene le informazioni sullo stato di scabrezza e sulla formula da assumere per la cadente piezometrica. La formula è di tipo binomio, personalizzabile tramite l'assegnazione dei quattro coefficienti α , k , n , m :

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

In alternativa all'assegnazione autonoma, Hydronet offre un vasta casistica di formule predefinite, in base al materiale e allo stato di usura. Per le reti idriche sono disponibili le formule di Hazen-Williams, Gauckler-Strickler, Bazin, Kutter, Casale-Telesca, Veronesi-Datei, Service du Genie Rural. Per il gas è utilizzabile la formula di Renouard.

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

Per tubi in acciaio o ghisa

in cemento amianto liscia
in cemento centrifugato
nuova, con intonaco liscio
usata, lieve scabrezza
usata, media scabrezza
usata, forte scabrezza

Per tubi in cemento

nuova
usata

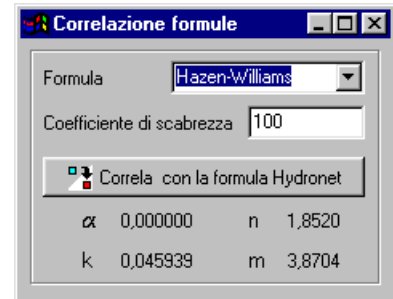
Per tubi in plastica o metalli lisci

Acciaio
Ghisa
Cemento
Materie plastiche
Metalli lisci

Lista dei materiali

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

Lista delle formule



Utility di correlazione

Il programma, inoltre, prevede un'utility di correlazione che consente di ricavare i coefficienti α , k , n , m della formula Hydronet, conoscendo il coefficiente di scabrezza secondo una delle formule classiche previste.

I tipi di pompe

I tipi di pompe da utilizzare nella rete si definiscono mediante l'assegnazione di tre punti tipici di funzionamento portata-prevalenza, che il programma interpola con legge esponenziale per costruire la curva caratteristica. A valle dell'analisi, sul grafico della curva caratteristica sono riportati anche i punti effettivi di lavoro delle pompe applicate.

I tipi di valvole

Le tipologie di valvole si caratterizzano assegnandone il diametro interno, il coefficiente per la perdita di carico localizzata, funzione del quadrato della velocità, e la perdita di carico costante.

I profili

I profili sono i percorsi scelti dall'utente all'interno della rete, da visualizzare in sezione altimetrica. La definizione dei profili non è obbligatoria ai fini dell'analisi, ma è molto utile per il controllo grafico delle quote geometriche dei nodi e delle linee piezometriche determinate con l'esecuzione dell'analisi.

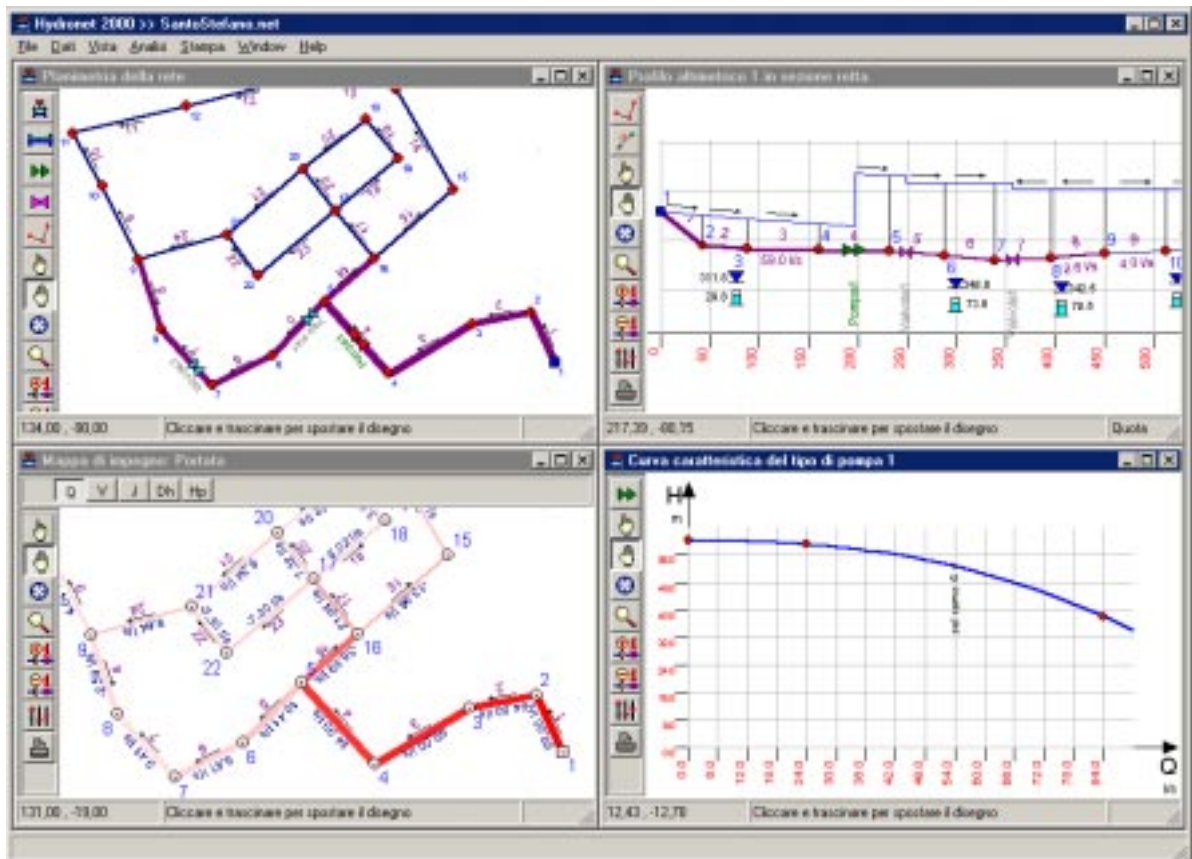
Viste grafiche

Il programma prevede la vista planimetrica della rete e la vista dei profili altimetrici su percorsi impostati dall'utente. Le viste sono abilitate alla modifica grafica degli elementi e ricche di informazioni, espresse tramite colori, etichette di testo, quotature specifiche, per consentire un agevole controllo visivo della modellazione. A valle dell'analisi, sono visualizzabili ulteriori dettagli grafici, come i versi di percorrenza delle portate e il profilo della piezometrica.

Altre viste sono i grafici delle curve caratteristiche delle pompe e la vista delle mappe di impegno a toni di colore, per una valutazione immediata del regime di funzionamento della rete.

Oltre agli usuali comandi di gestione del disegno, nelle barre strumenti sono presenti comandi specifici come l'anteprima immediata di stampa, l'importazione di planimetrie Dxf di sfondo nelle piante, la gestione selettiva delle quotature e l'interrogazione grafica delle mappe di impegno, per citarne alcune.

Ogni disegno, inoltre, ha un proprio foglio di preferenze, che consente all'utente di variare dimensioni dei caratteri di quotatura, eliminare le fillature, selezionare gradi di dettaglio ed altro ancora.



Composizione affiancata delle viste grafiche del programma

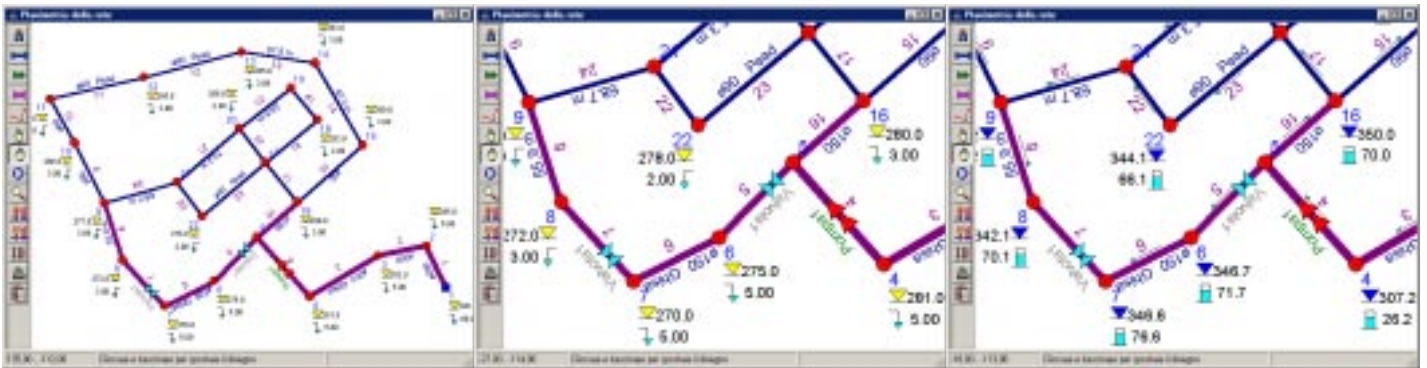
La vista planimetrica

Si tratta di un vero e proprio ambiente grafico, con tutti i comandi di gestione del disegno e per il suo editing grafico. Importando una planimetria esterna in formato Dxf, è possibile tracciare velocemente lo schema della rete e di arricchirlo con quotature specifiche su nodi e rami.

Sono visibili i nodi serbatoi in blu, i nodi di erogazione in rosso, i rami nel colore del materiale associato, con le pompe e le valvole applicate. Ad analisi eseguita, compaiono le direzioni di flusso e le etichette con i valori del carico piezometrico nei nodi.



Viste con sfondo Dxf: sono visibili fasi successive della fase di definizione grafica della rete



Viste con sfondo disattivato: gli ingrandimenti mostrano le etichette di quotatura prima e dopo l'analisi. Sono visibili inoltre le valvole e le pompe inserite.

I profili altimetrici

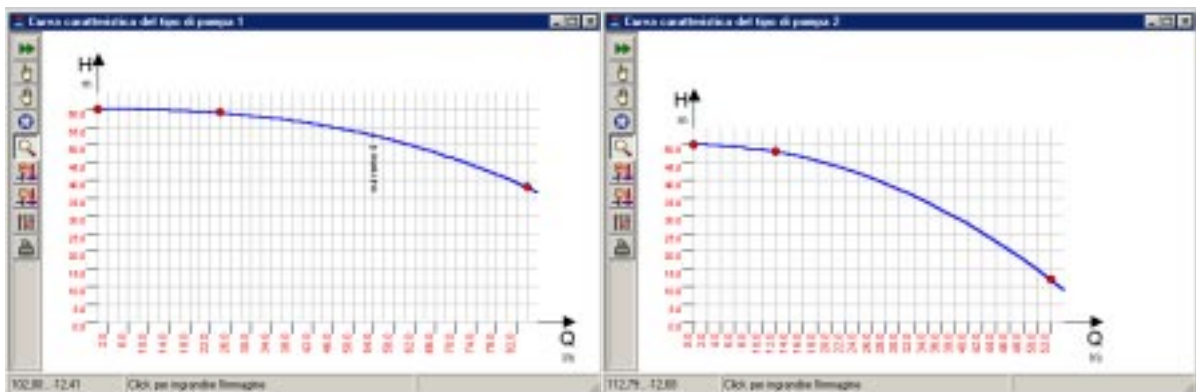
La vista riporta le sezioni altimetriche della rete lungo i percorsi definiti dall'utente. Il disegno prevede un riferimento quotato, che rende apprezzabili le quote dei nodi e le pendenze dei rami. Dopo l'analisi, è riportata in disegno l'andamento della piezometrica con le direzioni di flusso, per la valutazione immediata dell'altezza d'acqua disponibile nei nodi, delle perdite concentrate sulle valvole e del guadagno di carico dovuto alle pompe.



Viste di un profilo prima e dopo l'analisi: sono visibili i salti energetici dovuti a pompe e valvole

Le curve caratteristiche delle pompe

Il grafico rappresenta le prevalenze al variare della portata per un particolare tipo di pompa, ottenuto con interpolazione esponenziale in base ai punti di funzionamento assegnati. Dopo l'analisi, sono visibili anche i punti di funzionamento a regime delle pompe.



Vista delle curve caratteristiche di due diverse pompe, sulla prima è visibile il punto di lavoro

Le mappe di impegno

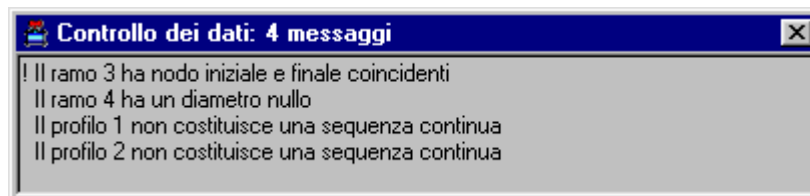
L'esame delle mappe di impegno è un mezzo molto efficace per valutare i risultati dell'analisi. Si tratta di un disegno planimetrico in cui l'informazione è essenzialmente affidata al colore: un tono di colore chiaro indica un impegno basso, un tono forte un impegno alto. Sono disponibili le mappe di 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 mappa di impegno della portata, della velocità e delle perdite nei rami

Il controllo dei dati

Prima di passare alla fase di analisi, il programma esegue il controllo automatico dei dati e, se riscontra situazioni di incongruenza, rilascia opportuni messaggi di attenzione con tutti i riferimenti utili per un veloce intervento correttivo.



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

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 di analisi, basata su un algoritmo iterativo autoadattativo alla Ricks, molto efficiente per problemi di analisi nonlineare come nel caso in questione. Il processo è molto veloce e porta alla determinazione del carico incognito nei nodi e di tutte le altre quantità correlate, come le portate e la velocità di flusso nei rami, le portate richieste ai serbatoi, il punto di lavoro di pompe e valvole.

Per i fluidi leggeri, come i gas, è possibile tener conto della variazione della pressione atmosferica con la quota.

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 DPR 24/05/98). Valori di carico maggiori potrebbero essere comunque richiesti da altre esigenze di servizio, come l'altezza massima degli edifici da servire.

Altre verifiche legate essenzialmente a problematiche tecnologiche potrebbero riguardare il carico piezometrico massimo, funzione della classe di resistenza 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

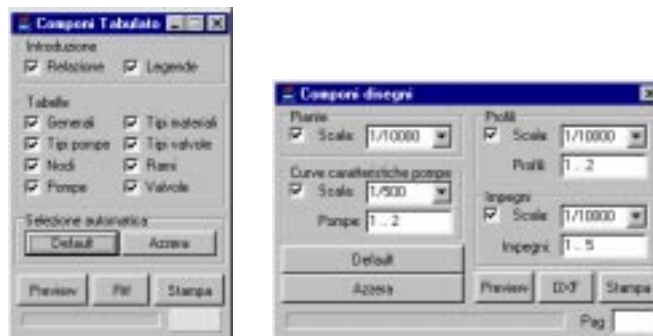
L'utilità di un codice veloce

Per una rete di grosse dimensioni il tempo complessivo di analisi è dell'ordine del secondo. Associando a questa velocità efficaci strumenti di sintesi grafica dei risultati, come la vista dei profili piezometrici e le mappe di impegno, si può attuare un ciclo iterativo di analisi-ridimensionamento-analisi che può portare ad una considerevole riduzione dei costi e comunque ad una maggiore qualità della progettazione.

La sintesi offerta dalle mappe di impegno, ad esempio, consente al progettista di individuare immediatamente i rami di diametro non adeguato, affetti da perdite di carico eccessive o da velocità di flusso troppo basse. Riassegnando opportunamente i diametri ed eseguendo nuovamente l'analisi, si potranno valutare i miglioramenti conseguiti.

Risultati e disegni

Le opzioni di stampa del programma, consentono la selezione degli argomenti da includere nella relazione e i disegni da impaginare.



Il tabulato

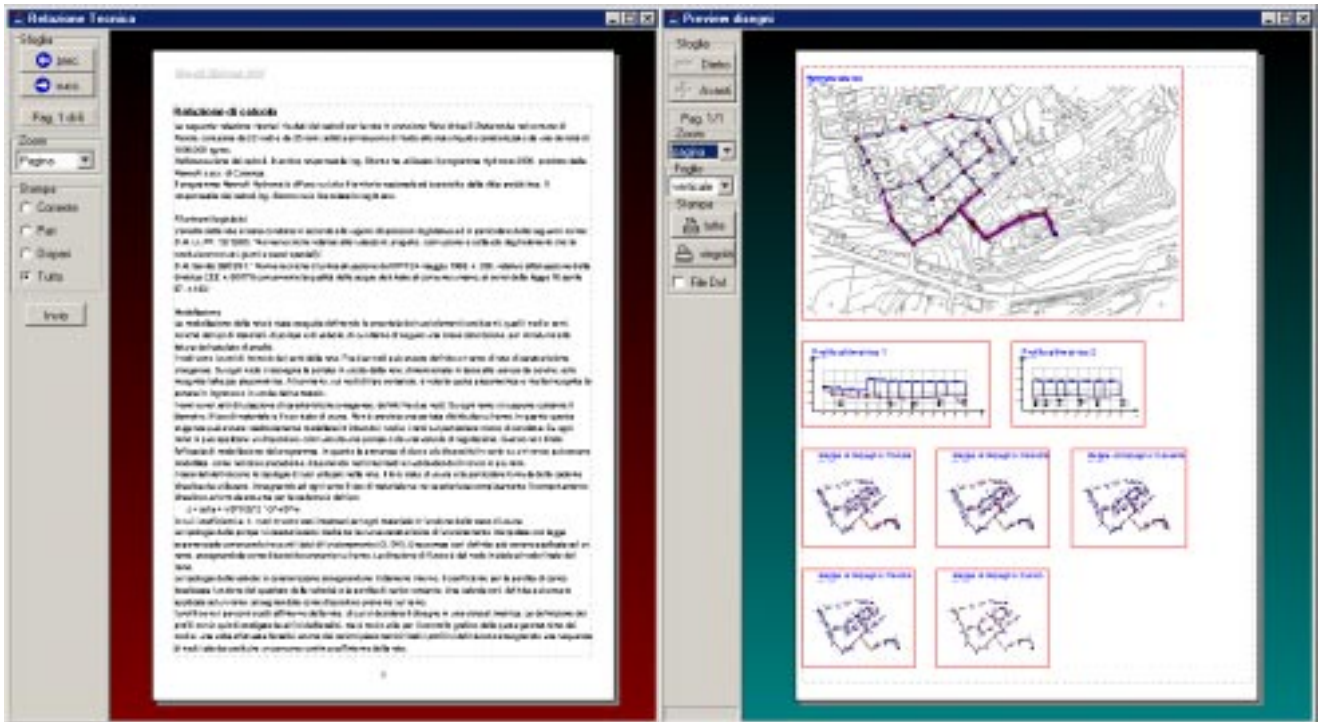
Tutti i dati relativi alla rete analizzata, i criteri che ne hanno consentito l'analisi, i risultati numerici dell'analisi e delle verifiche condotte e quant'altro lo riguarda, possono essere organizzati nella composizione della relazione progettuale. Può essere agevolmente consultato a video tramite l'anteprima di stampa e quindi stampato o esportato come documento Rtf su qualsiasi word-processor.

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.

Anche per i disegni è prevista la selezione, l'impaginazione e il preview. La stampa può avvenire per singole tavole o in sequenza, con la possibilità di esportazione Dxf su Cad esterni.

I formati di impaginazione dipendono dalla stampante correntemente selezionata e, tipicamente, vanno dall'A4 all'A0, in foglio singolo o modulo continuo.



Anteprima di stampa per il tabulato e per i disegni