



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -**

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA

Numero Elab.

A.26.01

Scala -:-:-

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	28 GEN. 2021	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli

IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli

Visti e/o pareri



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Via Gizio n. 36 - Chieti



Oggetto:

INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -

PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA

Numero elaborato:

R_A1

Data: 15.12.2019

Rev.	Data	Descrizione
r.1	15.12.2019	Inserimento tratto Vasca_12 – Vasca_15
r.2	20.02.2020	Aggiornamento dati di input

Progettisti:

Ing. Vincenzo D'Angelo



SOMMARIO

1. PREMESSA
2. LA CONDOTTA ESISTENTE
3. LA NUOVA ADDUTTRICE DA REALIZZARE
4. LE CONDOTTE IN PROGETTO
5. LA MODELLAZIONE IDRAULICA
6. IL METODO DI CALCOLO
7. IL CALCOLO IDRAULICO
8. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI
9. GRAFICI ALLEGATI

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE
- PRIMO LOTTO -**

1. PREMESSA

La rete idraulica a servizio del compresorio irriguo Tavo – Saline allo stato attuale è costituito da un sistema di condotte realizzato agli inizi degli anni settanta. L'uso intenso dell'impianto, il normale decadimento delle prestazioni delle tubazioni dovuto alla vetustà, le esigenze di miglioramento del servizio prestato, in termini di riduzione delle perdite e di sicurezza dei territori attraversati, hanno motivato la decisione del Consorzio di Bonifica Centro di rinnovare alcuni tratti della adduttrice principale ed alcuni tratti delle diramatrici presenti nel territorio del compresorio.

1

L'intervento proposto non apporterà cambiamenti radicali all'impianto; tuttavia la sostituzione della tipologia di tubazioni e il diverso tracciato che la condotta segue per alcuni tratti, impongono una verifica del funzionamento idraulico del sistema da rinnovare. Come illustrato di seguito, le verifiche verranno eseguite in base a modellazioni idrauliche che prevedono diverse condizioni di esercizio; in tale maniera saranno evidenziate le condizioni di lavoro dell'adduttrice nelle varie fasi della sua operatività.

I calcoli eseguiti e riportati nella presente relazione, fanno riferimento alla adduttrice principale, per il tratto che va dalla traversa di Passo Cordone alla connessione con la condotta di alimentazione del "Bacino B1" nel comune di Moscufo e al tratto che va dalla cameretta di disconnessione per il "Distretto 12" fino alla disconnessione per il "Distretto15", e alla diramazione "Condotta Fino", dallo stacco sulla adduttrice principale fino alle vasche dei distretti 51-52 nel comune di Collecervino.

L'architettura del sistema idraulico da rinnovare e la contemporanea presenza del vecchio impianto da sostituire consentono di attuare il piano di rinnovamento in fasi successive, seguendo la metodica di stralci funzionali. Proprio per tale motivo il Consorzio di Bonifica Centro prevede di intervenire preliminarmente su un tratto iniziale della adduttrice di estensione ridotta. Dato che comunque questo tratto fa parte dell'intero complesso idraulico destinato al complessivo rinnovamento, in questa sede le calcolazioni idrauliche verranno estese all'intera condotta costituente l'adduttrice principale, dalla traversa di Passo Cordone fino al pozzetto di disconnessione di alimentazione del "Bacino B1" e dalla disconnessione per il Distretto 12 alla Disconnessione per il Distretto 15, oltre che alla diramazione "Condotta Fino" fino alla disconnessione per i distretti 51/52.

2. LA CONDOTTA ESISTENTE

Il primo tratto dell'adduttrice esistente parte dalla traversa sita in località Passo Cordone ed ha uno sviluppo complessivo di circa 11.050 m fino al nodo 690 "Bacino B1", nel comune di Moscufo; in questo tratto la condotta in calcestruzzo ha diametro 1200 mm fino alla derivazione per la "Condotta Fino" (nodo 440) per poi proseguire con il diametro 700 mm. In prossimità della stazione di Collecovino dalla adduttrice principale si diparte la derivazione per la "Condotta Fino" realizzata anch'essa in calcestruzzo. In questo tratto, dal nodo 440 fino alle vasche per i distretti 51-52, la condotta ha un diametro di 900mm.

Lungo lo sviluppo della linea di adduzione, oltre agli stacchi delle diramatrici verso i distretti serviti sono posizionati sfiati e scarichi in grado di garantire il corretto funzionamento della condotta.

Il secondo tratto dell'adduttrice parte dalla camera di disconnessione da cui viene alimentata la vasca del "Distretto 12", sita nel comune di Cappelle sul Tavo, e continua in direzione Nord-Est nel territorio di Montesilvano, alimentando le vasche del "Distretto 13/14" e del "Distretto 15". Dalla cameretta di disconnessione che alimenta quest'ultimo bacino, la condotta continua a servizio del restante comprensorio.

Come detto, il sistema di condotte ha più di 50 anni di servizio e denuncia uno stato di vetustà tale che costringe il Consorzio gestore a continui interventi di riparazione delle perdite. La sostituzione della condotta adduttrice costituisce

pertanto un intervento prioritario per ottimizzare lo sfruttamento della risorsa idrica. Altro aspetto oggetto di miglioramento riguarda la localizzazione dell'attuale tracciato che, per la maggior parte del suo sviluppo, attraversa zone fortemente antropizzate costeggiando per lunghi tratti assi viari di rilevanza. La sostituzione della condotta proposta individua un tracciato che esclude, quando possibile, l'interferenza con gli assi viari più importanti e le zone più densamente abitate.

Lo schema idraulico attuale dell'impianto irriguo è quello di una condotta con distribuzione ramificata aperta, ovvero è costituito da un'adduttrice di alimentazione dalla quale si ramificano le condotte primarie di distribuzione con diametri decrescenti, che variano in funzione delle portate assegnate.

Il regime di pressioni a cui sono soggette le condotte dell'impianto irriguo è variabile tra 0 e 10 atm.

3. LA NUOVA ADDUTTRICE DA REALIZZARE

Come detto, lo stato della condotta esistente e l'ingente onere derivante dagli interventi di manutenzione impongono un intervento di ammodernamento dell'impianto.

Limitatamente all'intervento sull'adduttrice proposto in progetto, si può sintetizzare che esso consiste nella sostituzione della condotta esistente con una tubazione in polietilene ad alta densità di diametro e classe di pressione opportuni. Per il tratto di tubazione dalla traversa di Passo Cordone fino al nodo 690 è più corretto parlare di costruzione di una nuova linea di adduzione, con un tracciato in parte diverso dal tracciato della condotta in opera che consente di evitare le zone più antropizzate ed eliminare quindi i rischi derivanti alle strutture da eventi accidentali. Per i tratti relativi alla diramazione "Condotta Fino" e alla alimentatrice dei Distretti 12, 13, 14, 15", il nuovo tubo sostituirà il vecchio ricalcandone il tracciato.

La condotta rinnovata comunque verrà riallacciata alle diramatrici esistenti consentendo di utilizzare la rete di distribuzione primaria e secondaria esistente.

Facendo riferimento all'elaborato grafico allegato e alla Fig. 1, anticipando quanto riportato nel capitolo dedicato ai calcoli, la condotta sarà così costituita:

Adduttrice: Tratto A – nodo 440.

Dalla traversa di Passo Cordone al Nodo 440 di diramazione per la "Condotta Fino – alimentazione distretti 51/52" in località Collecovino stazione.

Condotta in polietilene PE 100 HdPe \varnothing 1200 mm Pn 10

Lungo questo tratto sono presenti gli stacchi delle diramatrici per:

- Distretto 1 portata derivata $Q_1 = 15$ l/s
- Distretto 2 portata derivata $Q_2 = 30$ l/s
- Distretto 3 portata derivata $Q_3 = 30$ l/s
- Distretto 4 portata derivata $Q_4 = 60$ l/s
- Distretto 5+6 portata derivata $Q_5+Q_6 = 750+030$ l/s
- Distretto 7 +7bis portata derivata $Q_7 = 45$ l/s

Le condotte saranno interrate ad una quota di circa $2,40 \div 2,20$ m sotto il p.c.;

4

Adduttrice: Tratto Nodo 440 – Nodo 690

Dalla diramazione per la "condotta Fino – alimentazione distretti 51/52" in località Collecovino stazione fino alla condotta di alimentazione del Bacino B1 nel territorio del comune di Moscufo.

Condotta in polietilene Pe 100 HdPe \varnothing 710 mm Pn 10

Lungo questo tratto sono presenti gli stacchi delle diramatrici per:

- Distretto 8 portata derivata $Q_8 = 45$ l/s
- Distretto 9 portata derivata $Q_9 = 100$ l/s
- Distretto 10 portata derivata $Q_{10} = 45$ l/s
- Bacino B1 portata derivata $Q_{B1} = 275$ l/s

Le condotte saranno interrate ad una quota di circa $1,60 \div 1,80$ m sotto il p.c.;

Adduttrice: Tratto Nodo 440 – "Condotta Fino" vasche Distretti 51/52.

Dalla diramazione del Nodo 440 sulla adduttrice della "Condotta Fino", in località Collecovino stazione, fino alle vasche di alimentazione dei distretti 51/52.

Condotta in polietilene Pe 100 HdPe \varnothing 1000 mm Pn 6.

Lungo questo tratto sono presenti gli stacchi delle diramatrici per:

- Distretto 51 + 52 portata derivata $Q_{51/52} = 30+30$ l/s
- Alimentazione condotta "Fino" portata derivata $Q_F = 960$ l/s

Le condotte saranno interrate ad una quota di circa $2,20 \div 2,00$ m sotto il p.c.;

Adduttrice: Tratto dal Nodo 100 "Distretto 12" al Nodo 230 "Distretti 13;14" e Nodo 350 "Distretto 15".

Dalla disconnessione per la alimentazione del Distretto 12, su via Cocchione nel territorio di Cappelle sul Tavo, alla disconnessione per i Distretti 13 e 14, in via Vestina Mare comune di Cappelle, fino alla disconnessione per il Distretto 15 in Contrada Colle Forche (Cappelle).

5

Condotta in polietilene Pe 100 HdPe \varnothing 630 e 560 mm Pn 10

Portata in dotazione iniziale $Q_0 = 272$ l/s

Lungo questo tratto sono presenti gli stacchi delle diramatrici per:

- Distretto 12 portata derivata $Q_{12} = 12$ l/s
- Distretto 13 portata derivata $Q_{13} = 11$ l/s
- Distretto 14 portata derivata $Q_{14} = 23$ l/s
- Distretto 14 portata derivata $Q_{15} = 11$ l/s

Portata in prosecuzione $Q = 227$ l/s

Le condotte avranno la livelletta di scorrimento ad una quota di circa $1,80 \div 1,60$ m sotto il p.c.;

4. LE CONDOTTE IN PROGETTO

Il sistema di condotte è costituito da tubi in polietilene ad alta densità (HdPe) e da organi di controllo e manovra (sfiati, scarichi e saracinesche, misuratori di portata), realizzati in ghisa sferoidale e acciaio. La posizione degli sfiati e degli

scarichi lungo lo sviluppo plano-altimetrico della adduttrice è tale da non interferire sul regime del moto idraulico, in quanto posizionati su derivazioni.

Tubi in POLIETILENE (HdPe) Pe 100

Il miglioramento delle caratteristiche delle condotte esistenti è di facilmente ottenibile grazie all'impiego delle condotte in polietilene ad alta densità previste nel progetto. Le caratteristiche dei tubi costruiti con Polietilene Pe 100 sono riportate nello schema seguente (Fig. 2).

Rispetto alle possibili alternative per la realizzazione di condotte in pressione, il tubo in polietilene Pe 100 si distingue dagli altri materiali utilizzati per le sue particolari proprietà fisico-meccaniche. Esse possono essere sintetizzate come di seguito:

- **facilità di installazione:** i tubi in polietilene possono essere facilmente movimentati ed installati grazie alla loro leggerezza e flessibilità; inoltre si prestano alla realizzazione di curve e pezzi speciali con semplici operazioni di saldatura;
- **ridotte perdite di carico:** la superficie estremamente liscia (coefficiente di scabrezza $\varepsilon = 0,01 \div 0,02$ mm) assicura a parità di diametro e portata minori perdite di carico rispetto alle condotte in acciaio, ghisa o calcestruzzo, favorendo quindi le condizioni di erogazione. La ridotta scabrezza minimizza la formazione di incrostazioni, contribuendo a mantenere costanti nel tempo le caratteristiche idrauliche, senza degradi significativi. Più in dettaglio, alcuni produttori dichiarano per i diametri > 500 mm una scabrezza più elevata ($0,04 \div 0,05$ mm). In via cautelativa in sede di calcolo si adatterà una $\varepsilon = 0,08$ mm che terrà conto anche delle imperfezioni generate all'interno dei tubi dalle saldature;
- **elevata tenacità:** l'utilizzo del polietilene conferisce alla condotta una buona resistenza agli urti anche alle basse temperature; il basso modulo elastico del polietilene e il suo comportamento viscoelastico permettono una notevole riduzione dell'effetto dei colpi d'ariete e degli sforzi indotti dalle attività di posa e dalle sollecitazioni del terreno e dei carichi esterni;

CARATTERISTICA	METODO DI PROVA	CONDIZIONI	REQUISITI NORME EN 12201 ED EN 1555	PROPRIETÀ PE100
Classificazione MRS	ISO 9080	-	10 MPa	10 MPa
Densità	ISO 1183	23°C	≥ 930 kg/m ³	952-960 kg/m ³
Indice di fluidità	ISO 1133	5 kg, 190°C, cond.T	0,2 - 1,4 g/10min	0,30 g/10min
Tempo di induzione all'ossidazione	ISO 11357-6	200°C	≥ 20 min	> 50 min
Allungamento a rottura	ISO 6259	23°C	≥ 350%	> 500%
Carico di snervamento	ISO 527	23°C	-	25 MPa
Dispersione del pigmento	ISO 18553	-	≤ 3	< 3
Resistenza alla propagazione rapida della frattura (test S4)	EN ISO 13477	0°C	arresto	≥ 10 bar
Resistenza alla crescita lenta della frattura	EN ISO 13479	80°C, 9,2 bar SDR 11	> 500 h	> 500 h
Point Loading Test	-	80°C, Arkopal N100, 4 N/mm ²	non previsto	-
FNCT (Full Notch Creep Test)	ISO 16770	80°C, Arkopal N100, 4 N/mm ²	non previsto	> 1000 h
Resistenza all'irraggiamento	EN ISO 16871		OIT > 20min (200°C) allungamento a rottura >350% Test Pressione 80°C, 5,4 MPa, >165 h	Requisiti soddisfatti a 7,5 GJ/m ²

Fig. 2

7

• **elevata resistenza alla corrosione:** l'inerzia chimica del polietilene ne rende possibile l'impiego anche in terreni aggressivi e in presenza di correnti vaganti senza l'insorgenza di fenomeni di elettro-corrosione o di aggressione da parte di terreni acidi/basici; al tempo stesso, il polietilene presenta un'elevata resistenza ai fenomeni di degrado provocati dall'attacco di microorganismi;

• **elevata resistenza chimica:** possibilità di utilizzo con una ampia gamma di prodotti chimici e quindi in numerosi settori dell'impiantistica industriale;

• **idoneità al contatto con gli alimenti:** poiché il polietilene è un materiale completamente atossico, le tubazioni possono ottenere la certificazione per trasportare acque potabili o fluidi alimentari nel totale rispetto delle normative vigenti;

In aggiunta a quanto elencato si evidenziano ancora alcune caratteristiche che assicurano prestazioni ottimali per una condotta del tipo di quella in progetto:

• **vita utile di progetto di > 30 anni:** la stabilità del polimero e la capacità di legami forti tra le catene polimeriche, assicurano alle condotte costruite con il polimero Polietilene Pe 100 una durabilità affidabile che fissa l'orizzonte di vita ben oltre 30 anni.

• **Sostenibilità ambientale:**

Il risultato del Life Cycle Analysis (LCA), secondo gli schemi previsti dalla norma UNI EN ISO 14040, evidenzia la marcata sostenibilità ambientale dei tubi polietilene tipo Pe 100. L'analisi del ciclo di vita, che tiene conto dei diversi impatti ambientali che hanno origine dall'impiego delle materie prime necessarie alla lavorazione fino allo smaltimento finale, passando attraverso i processi di produzione, distribuzione ed utilizzo dei manufatti, viene eseguita sulla base di parametri numerici che, nel caso della produzione dei tubi In Pe 100 RC, riguardano i consumi energetici, i dati relativi alle emissioni atmosferiche, le tracce di influenza sul suolo e sui corsi d'acqua, ai trattamenti delle acque reflue e dei rifiuti prodotti.

Con l'analisi del ciclo di vita (LCA) di un tubo in polietilene tipo Pe 100 RC, (vedi M.Levi, V. Acierno, Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica "Giulio Natta" Politecnico di Milano, 2005; Centre of Environmental Science (CML). Leiden University, Paesi Bassi) è stato stimato che il consumo totale di risorse energetiche nella successione di fasi che va dal reperimento della materia prima all'installazione del manufatto è approssimativamente pari a 95 MJ (corrispondenti a circa 26 kWh) per kg di tubazione. L'analisi completa del ciclo di vita, tenendo conto di tutti i fattori contribuenti, indica ad esempio, che un tubo in polietilene presenta un impatto ambientale fino a 10 volte inferiore rispetto a quello di un tubo in materiale alternativo. Inoltre, nell'uso del PeHd 100 RC, gioca a favore della riduzione dell'impatto in fase di esercizio:

- la bassa scabrezza idraulica, che permette di sfruttare al meglio i carichi idraulici disponibili, minimizzando il ricorso ai sollevamenti meccanici;
- l'affidabilità dei collegamenti tra i vari elementi eseguiti con termosaldatura;
- l'inerzia chimica che annulla la possibilità di rilascio nel terreno di sostanze tossiche.

Lo studio LCA citato ha valutato che complessivamente gli aspetti positivi del tubo in PE 100 arrivano a ridurre del 38% l’impatto energetico rispetto a tubi equivalenti costruiti con materiale alternativo. Questo dato rapportato alla previsione di vita utile di oltre 30 anni rende l’impiego del HdPe 100 assolutamente vantaggioso per l’ambiente.

I tubi in PeHd 100 RC previsti sono prodotti secondo la norma UNI EN 12201-2 e rispondono ai requisiti PAS 1075 (Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing). Le condotte inoltre saranno conformi al disposto di legge sui requisiti di compatibilità alimentare (D.M. n. 174 del 6/4/04) e saranno conformi alla norma UNI EN 1622 “Qualità dell’acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)”.

Alcune delle caratteristiche descritte possono apparire ridondanti rispetto alle caratteristiche richieste per una condotta ad uso irriguo (ad es. la certificazione alimentare). In realtà l’insieme delle caratteristiche descritte concorre a definire il livello qualitativo della condotta prevista in progetto, assicurando uno standard prestazionale e una longevità congruenti con l’importanza dell’impianto da realizzare.

5. LA MODELLAZIONE IDRAULICA

Il regime idraulico della nuova adduttrice è del tutto simile a quello della condotta già in opera. Le differenze rilevabili dalle modellazioni eseguite sono da imputare essenzialmente alla diversa scabrezza delle condotte, alle differenze dei diametri e delle sezioni idrauliche utili e, infine, alla diversità di lunghezza del tracciato.

Rispetto all’impianto esistente restano uguali le portate derivate dalle singole diramatrici, la modalità di prelievo, la distribuzione degli organi di manovra interferenti con il flusso idraulico, le quote altimetriche dell’asse condotta.

Lungo lo sviluppo della condotta non sono presenti sistemi di sollevamento o sistemi di intercettazione in grado di provocare repentine variazioni del moto idraulico o brusche variazioni di portata. La stessa frammentazione delle utenze, normalmente di piccola entità, e la distribuzione di queste sul territorio determinano al più una condizione di moto gradualmente vario con variazioni di

flusso/velocità dell'ordine dei minuti, che portano ad escludere l'insorgenza di fenomeni di moto vario. La distribuzione degli sfiati garantisce inoltre il corretto riempimento/svuotamento della condotta e l'efficace eliminazione dell'aria, allontanando ancor di più l'ipotesi di regimi di moto dannosi per la condotta.

Le simulazioni idrauliche riportate permettono di determinare l'andamento delle perdite di carico in relazione ai regimi di prelievo, così da quantificare con precisione le pressioni disponibili ai nodi singolari della condotta; inoltre il calcolo restituisce anche i valori delle velocità di scorrimento evidenziando eventuali valori anomali dannosi per i tubi.

I tre parametri citati (perdita di carico, pressione ai nodi, velocità di scorrimento), risultano univocamente determinati solo nel caso di erogazioni fisse e costanti nel tempo. Nel caso della rete in esame, però, si prevede che le portate non siano costanti perché le erogazioni ai nodi potrebbero variare sia per la possibilità che esse siano attivate o meno, sia perché le erogazioni stesse possono avere un andamento variabile nel tempo (ad es. erogazione giornaliera modulata).

Condotta: Traversa di passo Cordone – diramazione condotta Fino – alimentazione "Bacino B1"

10

Le considerazioni fatte portano a configurare vari scenari, ognuno dei quali rappresentabile da una simulazione idraulica diversa. I dati fissi rimangono la geometria della rete, con una assegnazione dei diametri definita in fase di input e verificata dal motore di calcolo, le portate massime assegnate ai nodi e ai tronchi (secondo la condizione di erogazione scelta), la portata massima derivabile dalla traversa di Passo Cordone (2000 l/s) e il relativo carico idraulico.

Tra le possibili combinazioni di erogazione e leggi di variazione delle portate, valutate più significative per verificare il funzionamento dell'impianto, verranno considerate le seguenti:

Leggi di variazione delle portate

N°	Nome	Condizione di erogazione al tempo T				Applicata ai Rami
		T0	T1	T2	T3	
1	Cost	1	1	1	1	Tutti
2	Q=0	1	1	0,5	0	Tutti
3	1200 =0	1	0	0	0	Diam. 1200
4	710=0	1	0	0	0	Diam. 710
5	1000=0	1	0	0	0	Diam. 1000

Scansione temporale di variazione:
 $T0 = 0$; $T1 = T0 + 1h$; $T2 = T1 + 1h$; $T3 = T2 + 1h$
 Condizione di erogazione: $1 = 100\% \div 0 = 0\%$

Schema delle combinazioni delle varie condizioni di erogazione

nome simulazione	Stato della condotta	Moltiplicatore coeff. di scabrezza	Leggi di variazione di flusso
Sim_0	Nuova	1	Cost
Sim_0a	Usata	2,5	Cost
Sim_1	Nuova	1	Q = 0
Sim_1a	Usata	2,5	Q = 0
Sim_2	Nuova	1	Q=0 710=0 1000=0
Sim_2a	Usata	2,5	Q=0 710=0 1000=0
Sim_3	Nuova	1	Q=0 1200=0 1000=0
Sim_3a	Usata	2,5	Q=0 1200=0 1000=0
Sim_4	Nuova	1	Q=0 1200=0 710=0
S4a	Usata	2,5	Q=0 1200=0 710=0
Sim_V3	Usata	2,5	valvola interc. 3 = chiusa
Sim_V2	Usata	2,5	valvola interc. 2= chiusa

11

La schematizzazione riportata genera le seguenti combinazioni di erogazione:

- Sim_0 / 0a: l'erogazione è pari al 100% in tutte le derivazioni. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico in condizione di erogazione di portata massima in tutta la rete.
- Sim_1 / 1a: l'erogazione passa dal 100% al 50% e infine allo 0% in tutte le derivazioni, con moto gradualmente vario. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico nella condizione di erogazione ridotta di portata in tutta la rete, fino al raggiungimento del regime idrostatico.
- Sim_2 / 2a: in avvio ($t = T0$) le erogazioni sono pari al 100% su tutta la rete. Successivamente ($t = T0 \dots T1$) le portate derivate nei tratti Nodo 440 – Nodo 690 e Nodo 440 – Vasche Distr. 51/52 si azzerano. Nel periodo $t = T1 \dots T2 \dots T3$ le portate derivate nel

tratto A – Nodo 440 si riducono al 50% e poi a 0%. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico nella condizione di erogazione (dal 100% a 0% solo sul tratto iniziale di diametro 1200 mm dalla traversa di Passo Cordone (nodo A) alla derivazione per *la condotta Fino (nodo 440)*).

- Sim_3 / 3a: in avvio ($t = T_0$) le erogazioni sono pari al 100% su tutta la rete. Successivamente ($t = T_0 \dots T_1$) le portate derivate nei tratti A - Nodo 440 e Nodo 440 - Vasche Distr. 51/52 si azzerano. Nel periodo $t = T_1 \dots T_2 \dots T_3$ le portate derivate nel tratto Nodo 440 - Nodo 690 si riducono al 50% e poi a 0%. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico nella condizione di erogazione (dal 100% a 0%) sul tratto di diametro 710 mm che va dalla derivazione per *la condotta Fino (Nodo 440)* al collegamento con l'alimentazione *Bacino B1 (Nodo 690)*.
- Sim_4 / 4a: in avvio ($t = T_0$) le erogazioni sono pari al 100% su tutta la rete. Successivamente ($t = T_0 \dots T_1$) le portate derivate nei tratti A - Nodo 440 e Nodo 440 - 690 si azzerano. Nel periodo $t = T_1 \dots T_2 \dots T_3$ le portate derivate nel tratto Nodo 440 - Vasche Distr. 51/52 si riducono al 50% e poi a 0%. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico nella "condotta Fino" nella condizione di erogazione (dal 100% a 0%) sul tratto di diametro 1000 mm che va dalla derivazione sulla adduttrice principale (nodo 440) fino alle Vasche dei Distretti 51/52
- Sim_V3: simula la condizione di chiusura della valvola di intercettazione (saracinesca) posta sulla adduttrice diametro 710 in prossimità del nodo 440. Permette di visualizzare le condizioni di carico e di flusso ipotizzando la completa disconnessione del tratto dal Nodo 440 - Nodo 690.
- Sim_V3: simula la condizione di chiusura della valvola di intercettazione (saracinesca) posta sulla "Condotta Fino" in prossimità del nodo 440. Permette di visualizzare le condizioni di carico e di flusso ipotizzando la completa disconnessione del tratto dal Nodo 440 - Vasche Distr. 51/52.

Condotta: Disconnessione "Bacino 12" – Disconnessione "Bacini 13;14" – Disconnessione "Bacino 15"

Le condizioni di erogazione sono meno complesse di quelle viste in precedenza a causa del ridotto numero di derivazioni di presa. Inoltre si deve evidenziare che ad ogni disconnessione il carico idraulico si azzerà e l'alimentazione del tratto in prosecuzione avviene per sfioro in una cameretta di carico posta ad una quota assegnata. In questo tratto le pressioni di esercizio variano, pertanto, da 0 a 5.5 bar.

Le possibili combinazioni di erogazione e leggi di variazione delle portate considerate sono le seguenti:

Leggi di variazione delle portate

N°	Nome	Condizione di erogazione al tempo T				Applicata ai Rami
		$T_0 \div T_\infty$				
1	$Q_0=272$ l/s	1				Tutti
Scansione temporale di variazione: $T_0 = 0 \div \infty$						

Schema delle combinazioni delle varie condizioni di erogazione

nome simulazione	Stato della condotta	Moltiplicatore coeff. di scabrezza	Leggi di variazione di flusso
Sim_b0	Nuova	1	$Q_{13}=11; Q_{14}=23; Q_{15}=11; Q=227$
Sim_b0a	Usata	2,5	$Q_{13}=11; Q_{14}=23; Q_{15}=11; Q=227$
Sim_b1	Nuova	1	$Q_{13}=0; Q_{14}=0; Q_{15}=11; Q=261$
Sim_b1a	Usata	2,5	$Q_{13}=0; Q_{14}=0; Q_{15}=11; Q=261$
Sim_b2	Nuova	1	$Q_{13}=0; Q_{14}=0; Q_{15}=0; Q=272$
Sim_b2a	Usata	2,5	$Q_{13}=0; Q_{14}=0; Q_{15}=0; Q=272$

13

La schematizzazione riportata genera le seguenti combinazioni di erogazione:

- Sim_b0 / b0a: Portata $Q_0 = 272$ l/s. L'erogazione è pari al 100% in tutte le derivazioni. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico in condizione di erogazione di portata massima in tutta la rete.
- Sim_b1/ b1a: Portata $Q_0 = 272$ l/s. L'erogazione dei distretti 13 e 14 è pari a 0. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico in condizione di erogazione di portata parzializzata in tutta la rete.

- Sim_b2/ b2a: Portata $Q_0 = 272$ l/s. L'erogazione dei distretti 13; 14 e 15 è pari a 0. Permette di valutare l'andamento delle pressioni e delle perdite di carico in condizione di erogazione di portata nulla per tutte le derivazioni dando il massimo carico idrico al compressorio a valle dei Bacini 13, 14, 15 in tutta la rete.

6. IL METODO DI CALCOLO

Il problema del dimensionamento idraulico di una rete idraulica, aperta o a maglie, prevede la risoluzione delle due equazioni:

Equazione di continuità

$$\sum_j Q_{ij} - D_i = 0$$

Equazione delle perdite di carico

$$H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2$$

Dove:

H = carico al nodo h = perdita di carico Q = portate
r = coeff. di resistenza m = perdite di carico concentrate

La risoluzione contemporanea delle due equazioni è impossibile per via determinata dato che si ha un sistema a n+1 incognite con n equazioni.

La risoluzione passa quindi per una via iterativa che nel caso del progetto in corso si basa sul "Metodo del Gradiente" (Todini e Pilati 1988).

Nella equazione risolutiva delle perdite di carico il termine dovuto alle perdite diffuse è espresso tramite la relazione di Darcy-Weisbach

$$\Delta H = \beta_r \frac{Q^2}{D^5} L$$

Dove:

ΔH = perdita di carico β_r = coeff. Resistenza al moto Q = portate
L = lunghezza del tratto D = diametro del tubo

La resistenza al moto è funzione della scabrezza idraulica ε e del numero Re di Reynolds ed è calcolata:

- con la relazione di Ponceille per $Re < 2.000$

- con la relazione di Coolebrok – Wite per $Re > 4000$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,0 \log \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3,71D} \right)$$

ε = scabrezza omogenea equivalente [m]

Re = Numero di Reynolds [-]

λ = coefficiente di perdita distribuita [-]

Le perdite di carico localizzate sono valutate con la relazione

$$h_L = K \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dove:

h = perdita di carico

K = coeff. perdita di carico localizzata

v = velocità di scorrimento

Le perdite di carico localizzate ripartite lungo la condotta sono state considerate con un aumento medio della scabrezza. Le perdite di carico dovute alle valvole di intercettazione e sul collegamento della condotta alla traversa sono state valutate puntualmente.

15

Il motore di calcolo con cui sono state applicate le relazioni sopra riportate è il software HyNet della società EHS.

Le potenzialità del programma di calcolo consentono di analizzare il sistema sia nelle condizioni stazionarie ($T = 0$ portate costanti) sia in condizioni di portate variabili secondo curve di erogazione assegnate. Queste condizioni risultano particolarmente adatte ad accogliere le ipotesi di calcolo descritte nel paragrafo "Modellazione idraulica". Di fatto viste le condizioni di erogazione le condizioni di moto gradualmente vario vengono simulate come una successione di moti permanenti con caratteristiche diverse.

7. IL CALCOLO IDRAULICO

Condotta: Traversa di passo Cordone – diramazione condotta Fino – alimentazione "Bacino B1."

Lo schema idraulico di calcolo è quello di una rete a maglie aperte con prelievo ai nodi e alimentata da un serbatoio di superficie indefinita posto all'inizio della condotta (traversa di Passo Cordone). I terminali della condotta defluiscono in vasche aperte. Nei tratti insistenti sul nodo 34 sono presenti le saracinesche di intercettazione dei tre tratti.

DATI DI INGRESSO

NODI E TRATTI

DESCRIZIONE DI NODI							
Nodo	Quota (m)	Portata (l/s)		Nodo	Quota (m)	Portata (l/s)	
1	145,20	0,00		33	84,70	-45,00	
2	144,60	0,00		34	84,05	0,00	
3	143,05	-15,00		35	83,75	0,00	
4	140,20	0,00		36	83,45	0,00	
5	137,20	0,00		37	81,40	0,00	
6	132,40	-30,00		38	74,80	0,00	
7	132,30	0,00		39	73,45	0,00	
8	132,20	0,00		40	73,45	0,00	
9	132,20	0,00		41	72,55	0,00	
10	130,95	0,00		42	73,65	-45,00	
11	129,30	0,00		43	73,65	0,00	
12	126,20	0,00		44	71,25	0,00	
13	127,20	0,00		45	69,10	0,00	
14	123,20	0,00		46	65,55	0,00	
15	123,55	0,00		47	61,45	0,00	
16	123,50	-30,00		48	63,45	0,00	
17	118,20	0,00		49	66,60	0,00	
18	109,60	-60,00		50	67,10	0,00	
19	109,60	0,00		51	66,45	0,00	
20	105,00	0,00		52	67,30	0,00	
21	104,90	0,00		53	66,55	-100,00	
22	102,60	0,00		54	66,95	0,00	
23	101,65	0,00		55	63,65	0,00	
24	101,15	-105,00		56	63,45	0,00	
25	95,10	0,00		57	62,85	0,00	
26	91,70	0,00		58	62,05	0,00	
27	91,95	0,00		59	62,10	-45,00	
28	90,75	0,00		60	61,15	-275,00	
29	89,00	0,00		61	92,75	0,00	
30	86,70	0,00		62	103,65	0,00	
31	84,40	0,00		63	125,30	-60,00	
32	86,30	0,00		64	125,30	-960,00	

DESCRIZIONE DEI TRONCHI						
Nodo partenza	Nodo arrivo	Lunghezza	Condotta		Scabrezza ϵ	Pressione nominale
			Materiale	D.int		
	(m)	(m)		(m)	(m)	(bar)
1	2	84,25	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
2	3	164,07	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
3	4	405,92	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
4	5	170,13	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
5	6	437,03	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
6	7	55,65	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
7	8	30,91	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
8	9	132,24	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
9	10	257,54	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
10	11	198,34	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
11	12	90,43	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
12	13	84,54	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
13	14	409,70	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
14	15	224,61	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
15	16	201,97	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
16	17	555,36	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
17	18	475,37	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
18	19	46,87	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
19	20	282,54	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
20	21	225,00	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
21	22	100,18	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
22	23	278,08	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
23	24	193,51	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
24	25	433,46	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
25	26	192,87	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
26	27	221,13	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
27	28	199,79	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
28	29	110,19	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
29	30	407,00	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
30	31	34,81	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
31	32	34,82	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
32	33	118,46	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
33	34	88,50	HdPe 1200	1,060	0,00008	10,00
34	35	43,08	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
35	36	125,59	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
36	37	176,54	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
37	38	887,29	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
38	39	99,98	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
39	40	125,55	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
40	41	171,03	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
41	42	144,43	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
42	43	89,03	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
43	44	190,00	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
44	45	208,88	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
45	46	190,69	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
46	47	107,21	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
47	48	39,67	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
48	49	62,18	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
49	50	176,26	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00

DESCRIZIONE DEI TRONCHI						
Nodo partenza	Nodo arrivo	Lunghezza	Condotta		Scabrezza ϵ	Pressione nominale
			Materiale	D.int		
50	51	163,09	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
51	52	159,24	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
53	54	106,41	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
54	55	129,12	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
55	56	169,79	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
56	57	88,86	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
57	58	55,15	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
58	59	47,17	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
59	60	92,41	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
34	61	293,98	HdPe 1000	0,920	0,00008	6,00
61	62	517,89	HdPe 1000	0,920	0,00008	6,00
62	63	214,84	HdPe 1000	0,920	0,00008	6,00
52	53	142,38	HdPe 710	0,630	0,00008	10,00
63	64	55,60	HdPe 1000	0,920	0,00008	6,00

Portate ai nodi = negative in uscita

DESCRIZIONE DEI NODI SPECIALI

Nodo: 1

SERBATOIO

Carico iniziale (m) : 147.00

Portata di riferimento (l/s) : 2000.00000

Nodo: 23

VALVOLA SARACINESCA

Nodo di valle 24

Nodo: 33

VALVOLA SARACINESCA

Nodo di valle 34

Nodo: 34

VALVOLA LIMITATRICE DI PORTATA

Nodo di valle 61

Portata massima a valle (l/s) : 1050.00000

Portata nominale (l/s) : 1100.00000

Nodo: 35

VALVOLA SARACINESCA

Nodo di valle 36

Nodo: 45

VALVOLA SARACINESCA + MISURATORE DI PORTATA

Nodo di valle 46

Condotta: Disconnessione "Bacino 12" – Disconnessione "Bacini 13; 14" – Disconnessione "Bacino 15".

DATI DI INGRESSO

NODI E TRATTI

DESCRIZIONE DI NODI							
Nodo	Quota (m)	Portata (l/s)		Nodo	Quota (m)	Portata (l/s)	
1	84,00	0,00		14	41,50	0,00	
2	76,00	0,00		15	34,00	0,00	
3	76,75	0,00		16	33,00	0,00	
4	52,70	0,00		17	32,90	0,00	
5	69,00	0,00		18	33,40	0,00	
6	73,00	0,00		19	53,20	0,00	
7	76,55	0,00		20	51,10	0,00	
8	70,40	0,00		21	50,75	0,00	
9	78,00	0,00		22	59,65	0,00	
10	78,00	0,00		23	73,50	0,00	
11	78,00	0,00		24	73,00	-227,00	
12	49,65	0,00		25	78,00	-34,00	
13	44,10	0,00		26	73,00	-11,00	

DESCRIZIONE DEI TRONCHI						
Nodo partenza	Nodo arrivo	Lunghezza (m)	Condotta		Scabrezza ϵ (m)	Pressione nominale (bar)
			Materiale	D.int (m)		
1	2	59,29	HdPe 630	0,580	0,00008	6,00
2	3	50,09	HdPe 630	0,580	0,00008	6,00
3	4	160,22	HdPe 630	0,580	0,00008	6,00
4	5	106,13	HdPe 630	0,580	0,00008	6,00
5	6	24,38	Poliestere (*)	0,570	0,00008	6,00
6	7	90,63	Poliestere (*)	0,570	0,00008	6,00
7	8	105,85	HdPe 560	0,580	0,00008	6,00
8	9	94,13	HdPe 560	0,580	0,00008	6,00
9	10	59,61	HdPe 560	0,580	0,00008	6,00
10	11	120,61	HdPe 560	0,580	0,00008	6,00
11	12	121,92	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
12	13	95,30	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
13	14	121,10	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
14	15	183,13	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
15	16	74,72	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
16	17	25,40	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
17	18	100,94	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
18	19	197,27	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
19	20	92,65	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
20	21	80,50	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
21	22	119,98	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
22	23	99,91	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00

DESCRIZIONE DEI TRONCHI						
Nodo partenza	Nodo arrivo	Lunghezza	Condotta		Scabrezza ϵ	Pressione nominale
			Materiale	D.int		
	(m)	(m)		(m)	(m)	(bar)
23	24	65,94	HdPe 560	0,520	0,00008	6,00
11	25	58,87	acciaio	0,250	0,00008	65,00
23	26	36,44	acciaio	0,250	0,00008	65,00

(*) Guaina in resina poliesteri rinforzata con fibra di vetro per il relining del tratto 5-6-7

DESCRIZIONE DEI NODI SPECIALI

Nodo: 1 Tipo SERBATOIO: alimentazione da vasca aperta
 Carico iniziale (m) : 88,00
 Portata di riferimento (l/s) : 300,00
 Perdita di carico (m) : 0.30

CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE

Polietilene alta densità HdPe Pe 100 classe di pressione PN 10 bar e PN 6 bar. Le schede tecniche dei produttori assegnano una scabrezza assoluta tubi nuovi $\epsilon = 0,01 \div 0,02$ mm per $D_n < 200$ mm e $\epsilon = 0,04 \div 0,05$ mm per $D_n > 200$ mm. Nel tratto 120b – 120c (nodi di calcolo 5 – 6) viene attuato un risanamento di una condotta esistente con una guaina in poliesteri rinforzata in fibra di vetro la cui scabrezza è simile a quella della condotta in polietilene.

20

La scelta dei coefficienti di scabrezza utilizzati nel calcolo avviene in maniera cautelativa. Di fatto vengono introdotti due coefficienti che riducono la scabrezza teorica delle condotte:

- moltiplicatore per perdite di carico localizzate distribuite ($v_1 = 2$). Tiene conto delle perdite di carico dovute al collegamento con le diramatrici, delle rifollature interne dovute alla saldatura delle condotte, di variazione di direzione plano-altimetrica dell'asse della condotta,
- moltiplicatore per condizione tubi usati ($v_2 = 2$). Considera la condizione di tubo usato con una superficie interna deteriorata o ricoperta di eventuali incrostazioni.

L'adozione dei moltiplicatori va a favore di sicurezza in quanto descrivono una condizione di lavoro severa.

I coefficienti di scabrezza idraulica ϵ adottati fanno riferimento alle schede tecniche dei produttori nonché alla letteratura tecnica di riferimento:

- Acquedotti: prof I. Mantica – Ancona
- Manuale Ingegnere Civile ed. Cremonese
- Meccanica dei Fluidi – E. Marchi & A. Rubatta

8. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

L'analisi delle condizioni di carico delle condotte può essere fatta analizzando i dati numerici riportati nel "Fascicolo risultati numerici" o in via diretta attraverso la lettura dei grafici appresso riportati. Per la schematizzazione di calcolo si rimanda all'elaborato grafico allegato.

L'esame dei risultati evidenzia che:

Condotta: Traversa di passo Cordone – diramazione condotta Fino – alimentazione "Bacino B1."

- la simulazione **SIM_0**, nella diversa situazione di tubi nuovi o tubi usati, è la condizione di erogazione che provoca le perdite di carico maggiori. L'esame del grafico evidenzia come il carico idraulico residuo su ogni nodo di derivazione sia comunque sufficiente a garantire l'erogazione nei rispettivi distretti. Il carico idraulico minimo si riscontra sul nodo 51/52 dove la condotta alimenta una vasca a cielo aperto. Vista l'articolazione del comprensorio e il numero dei distretti la condizione di erogazione ipotizzata in questa simulazione è relativamente improbabile o con bassa frequenza di ricorrenza;
- la simulazione **SIM_1** dimostra come, in condizione di flusso ridotto, il carico idraulico disponibile aumenta sensibilmente. La simulazione arriva fino alla condizione idrostatica con $Q = 0\%$ sull'intera rete; in questo caso si rileva che le pressioni massime nelle condotte sono sempre inferiori alle pressioni nominali delle condotte impiegate. La sollecitazione massima si rileva sul nodo 580 che in condizioni idrostatiche è pari a 85 m; tale condizione è accettabile visto che questa condizione di erogazione è estremamente improbabile;

- le simulazioni **Sim_2...4** e **Sim_1** a $t = T1$ mostrano condizioni di carico idraulico più verosimili in quanto descrivono condizioni di prelievo più prossime a quelle reali. La lettura dei risultati per condizioni di erogazione intermedia rispetto a quelle riportate nelle simulazioni considerate può essere fatta per interpolazione tra le condizioni estreme.

Nelle condizioni di erogazione per la rete di progetto, si deve rilevare che le velocità di scorrimento nelle nuove condotte rimangono sempre inferiori a 2 m/s. L'analisi dell'involuppo complessivo dei risultati numerici dimostra che la rete in progetto si trova in condizioni di sicurezza ed è in grado di garantire l'erogazione continua delle portate assegnate ad ogni distretto. In considerazione dei parametri severi adottati per la scabrezza idraulica (vedi paragrafo 7) si può assegnare alla rete una modesta riserva di capacità di erogazione (nell'ordine del 5..7 %); tale ipotesi comunque comporterebbe un aumento delle velocità nella condotta, soprattutto nel tratto iniziale.

Condotta: Disconnessione "Bacino 12" – Disconnessione "Bacini 13; 14" – Disconnessione "Bacino 15".

22

La condotta che dalla Disconnessione "Bacino 12" arriva alla Disconnessione "Bacino 15" passando per la Disconnessione "Bacini 13; 14" riparte da ogni singola disconnessione a pressione atmosferica. Pertanto nei tratti a valle il carico idraulico nelle tubazioni corrisponde, a meno delle perdite di carico, a quella data dalla quota geodetica.

Le simulazioni SIM_b.n eseguite mostrano che, nelle condizioni di esercizio, la condotta è in grado di assicurare il carico idraulico sufficiente ad alimentare le camerette di disconnessione dalle quali ogni singolo tratto di valle riparte.

In particolare il calcolo idraulico mostra che:

la massima pressione si rileva nella condizione della SIM_b0 ed è pari a 52,26m;

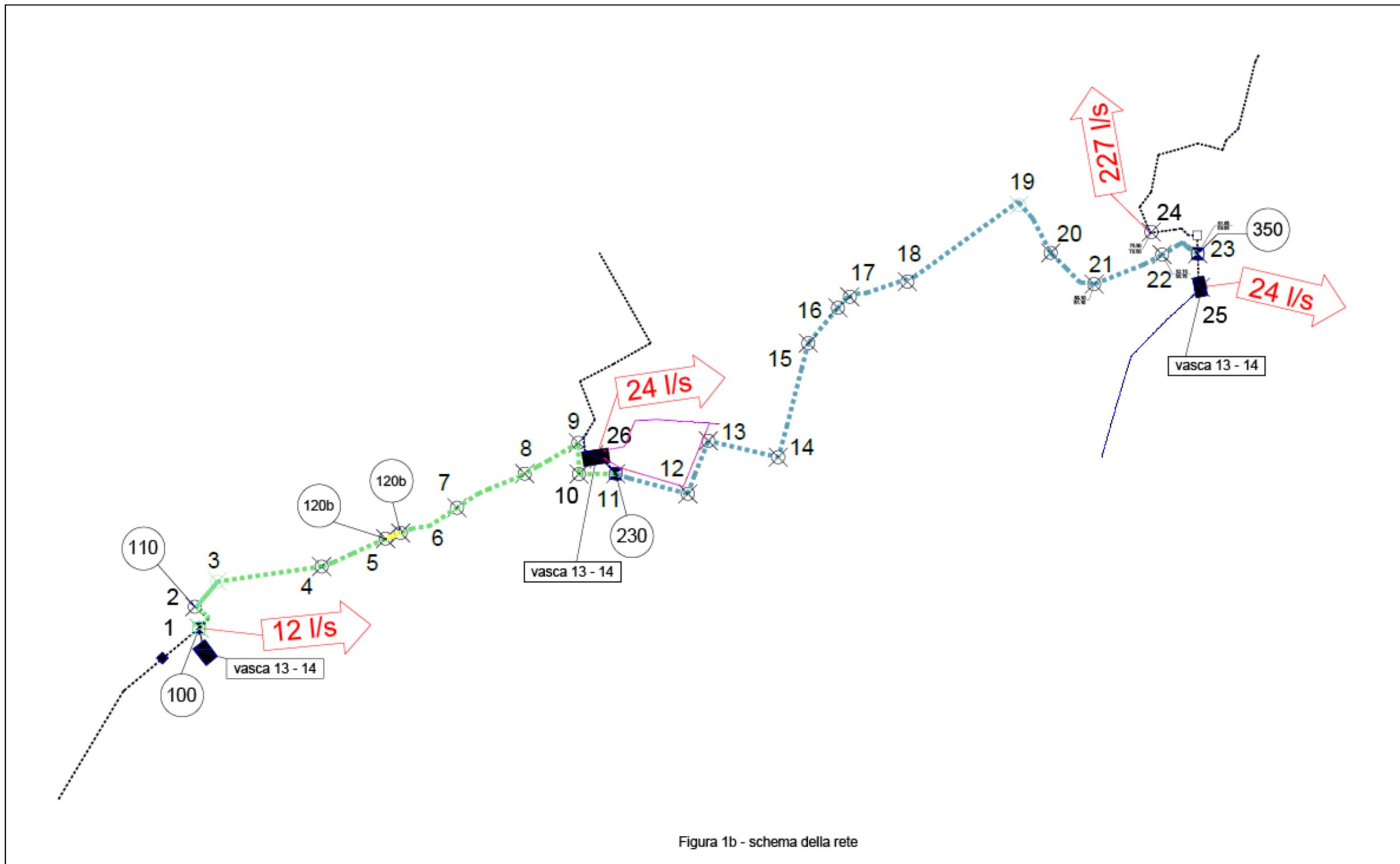
la massima velocità riscontrabile in diversi tronchi è pari a 1.28 m/s e risulta compatibile con il tipo di tubazione prevista.

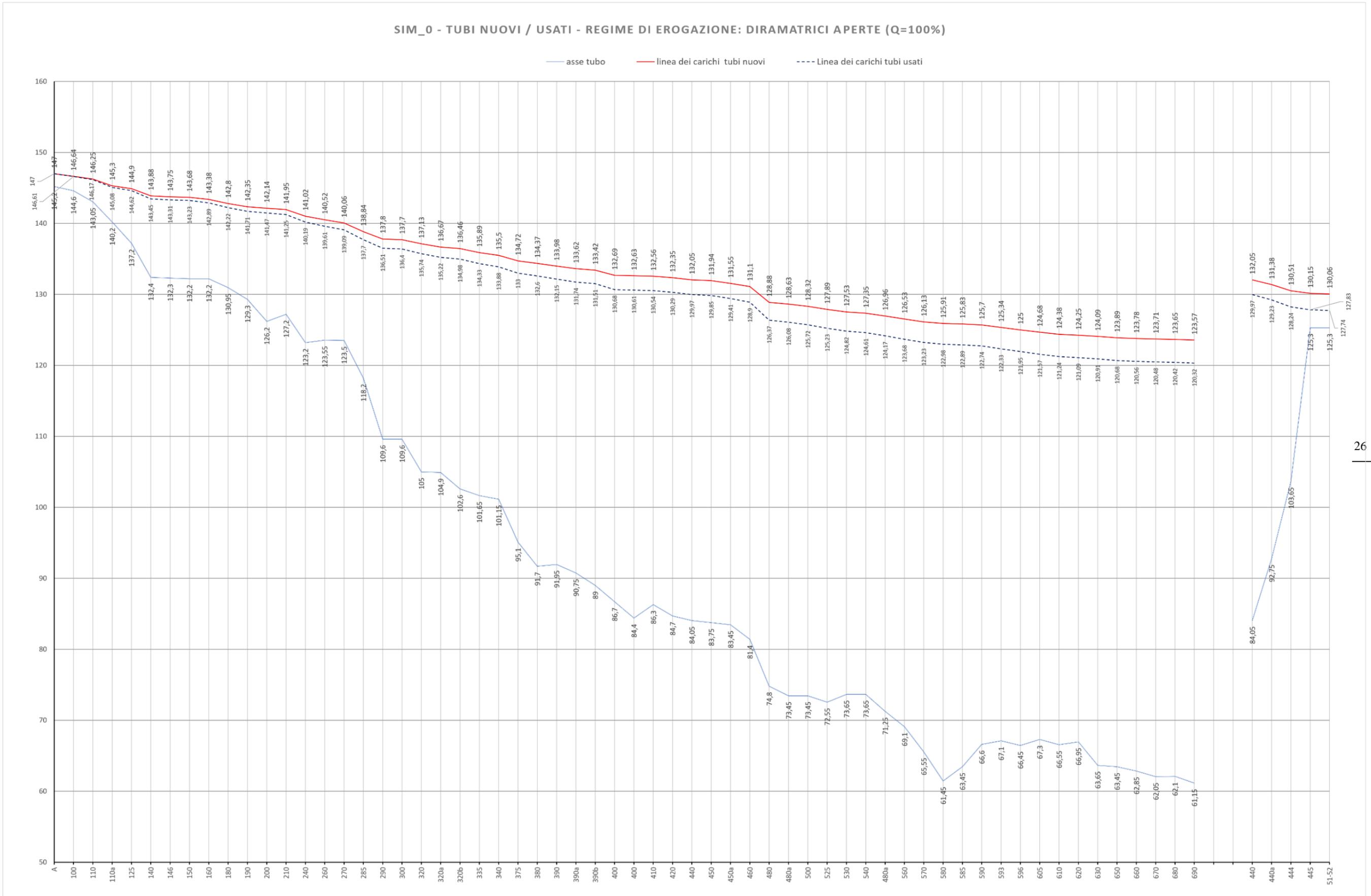
Il Progettista
Ing. Vincenzo D'Angelo

GRAFICI ALLEGATI

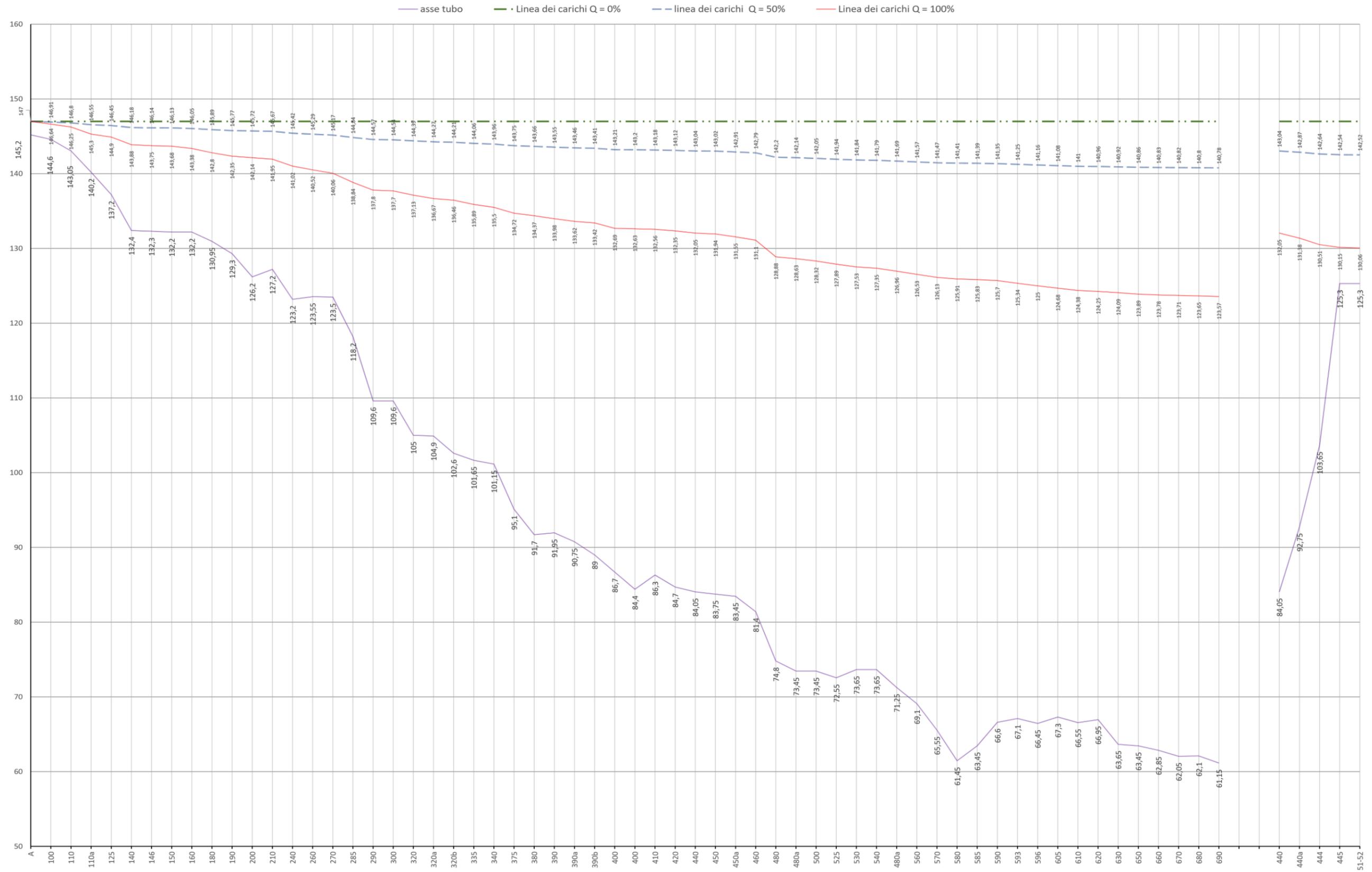


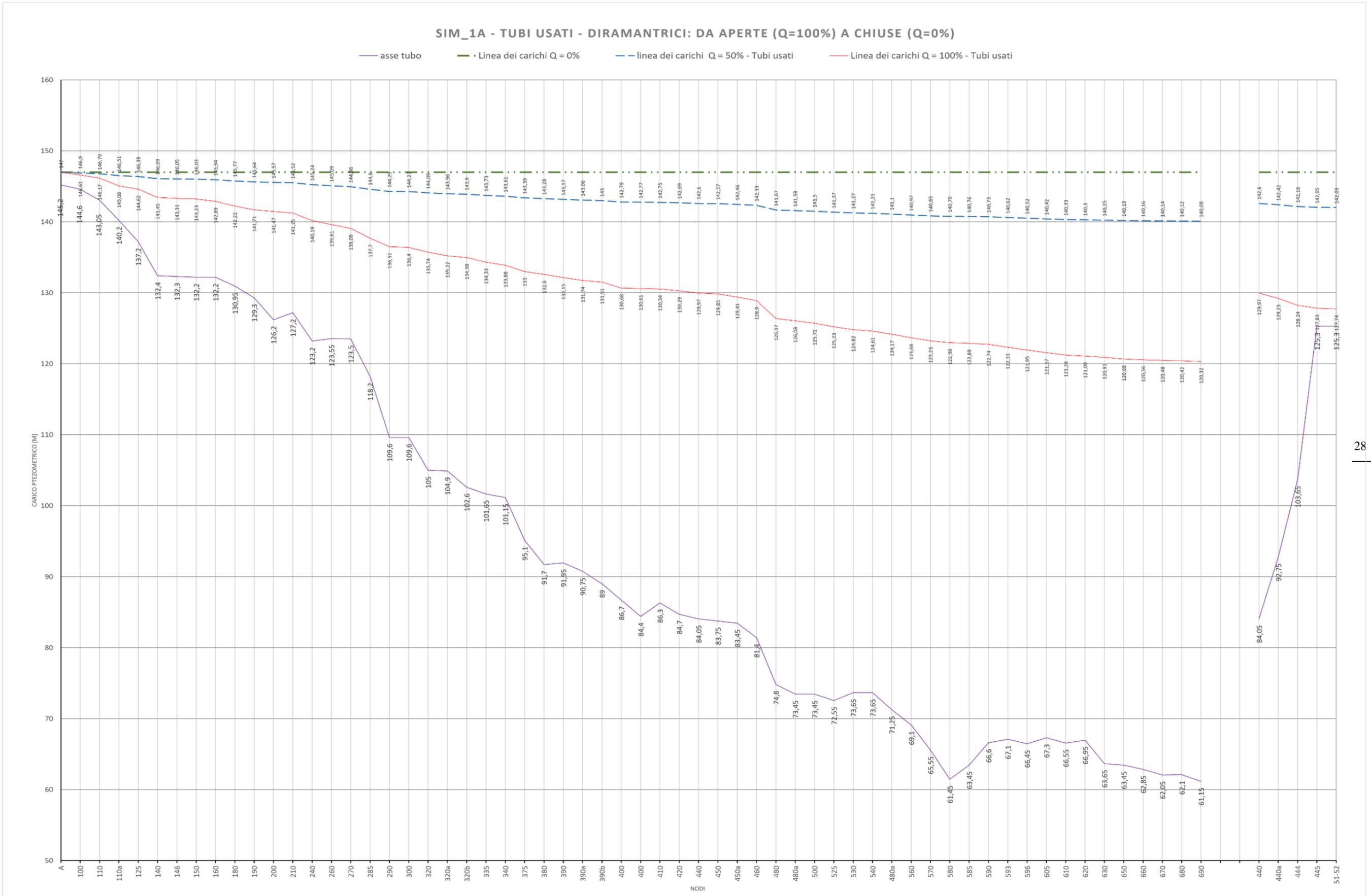
Figura 1: schema della rete

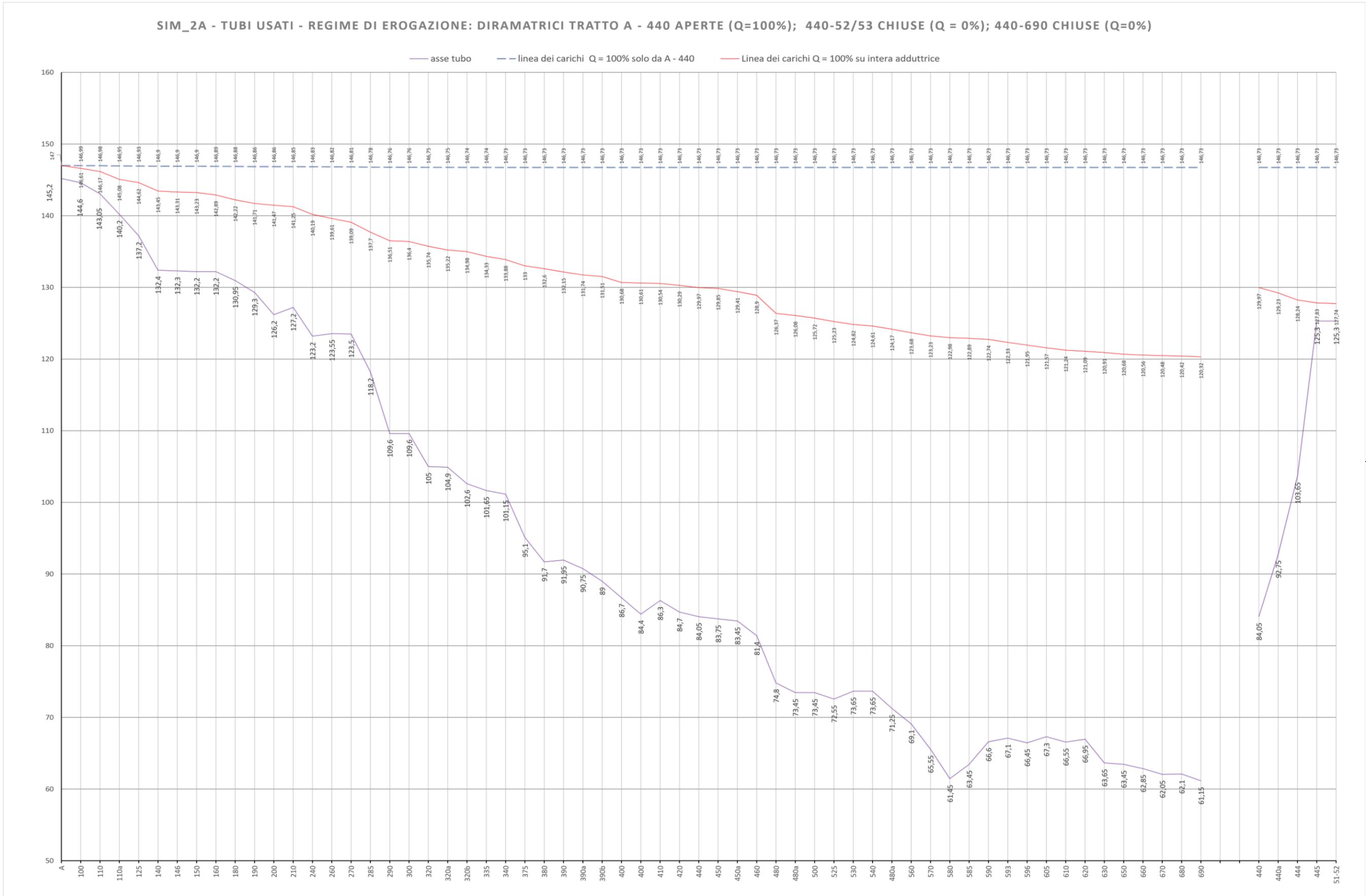


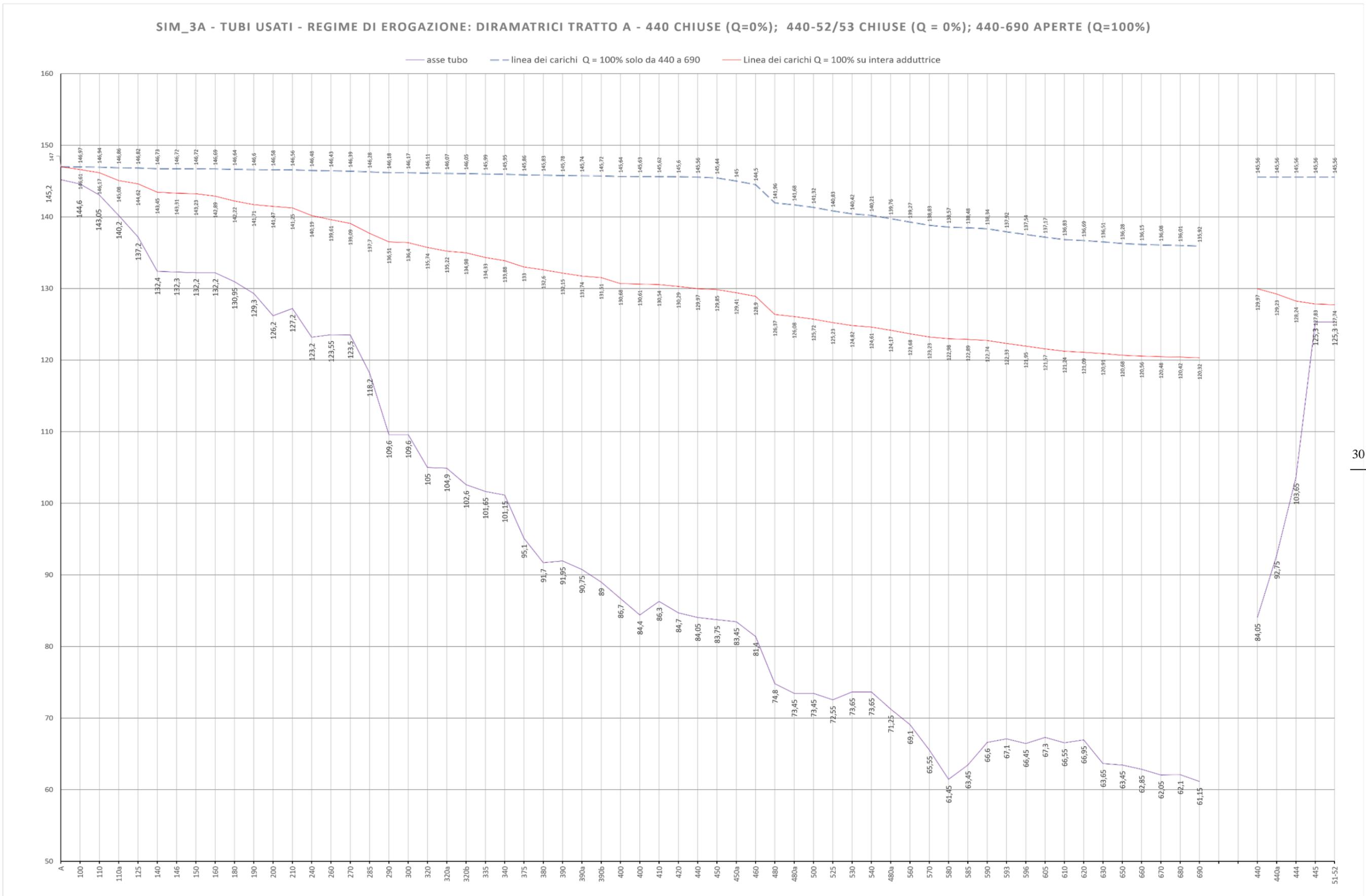


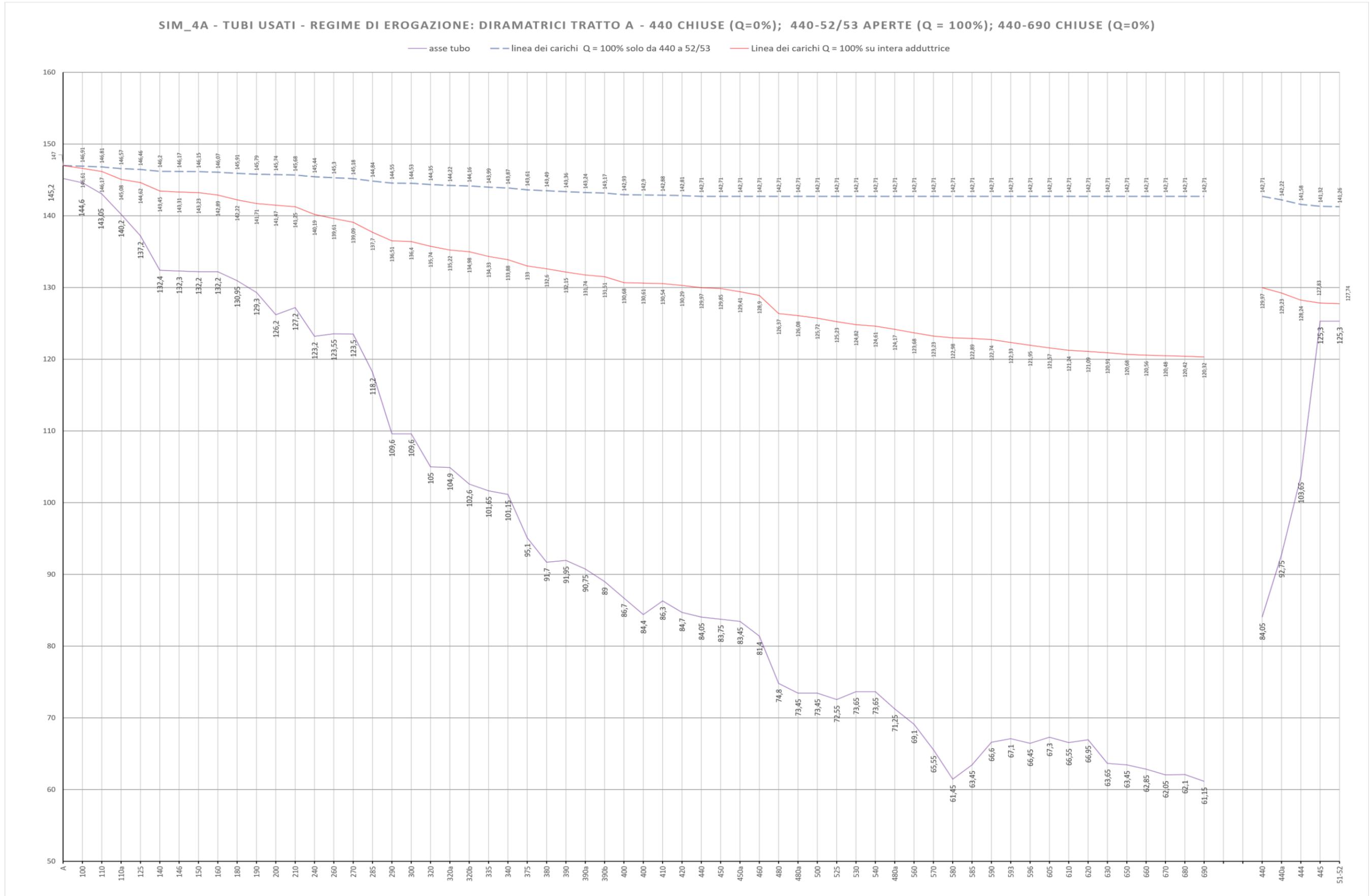
SIM_1 - TUBI NUOVI - REGIME DI EROGAZIONE : DIRAMATRICI DA APERTE (Q=100%) A CHIUSE (Q = 0%)











SIM_V2/V3 - TUBI USATI - REGIME DI EROGAZIONE: VALVOLA SARACINESCA V2 SU TRATTO 440 - 690; VALVOLA SARACINESCA V3 SU TRATTO 440- 52/53

