

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

**IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.**  
IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
Il Direttore Tecnico **Il Responsabile di Progetto**  
**Dot. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821



Titolo Elaborato:

**Cantierizzazione  
Cantiere  
Ambito operativo 2 – Area di cantierizzazione PV  
Relazione rete acqua potabile e industriale**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	CN	CN	02	C	RE	030	A
A	16/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				Y.ZORZI	F.NIGRELLI	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

## SOMMARIO

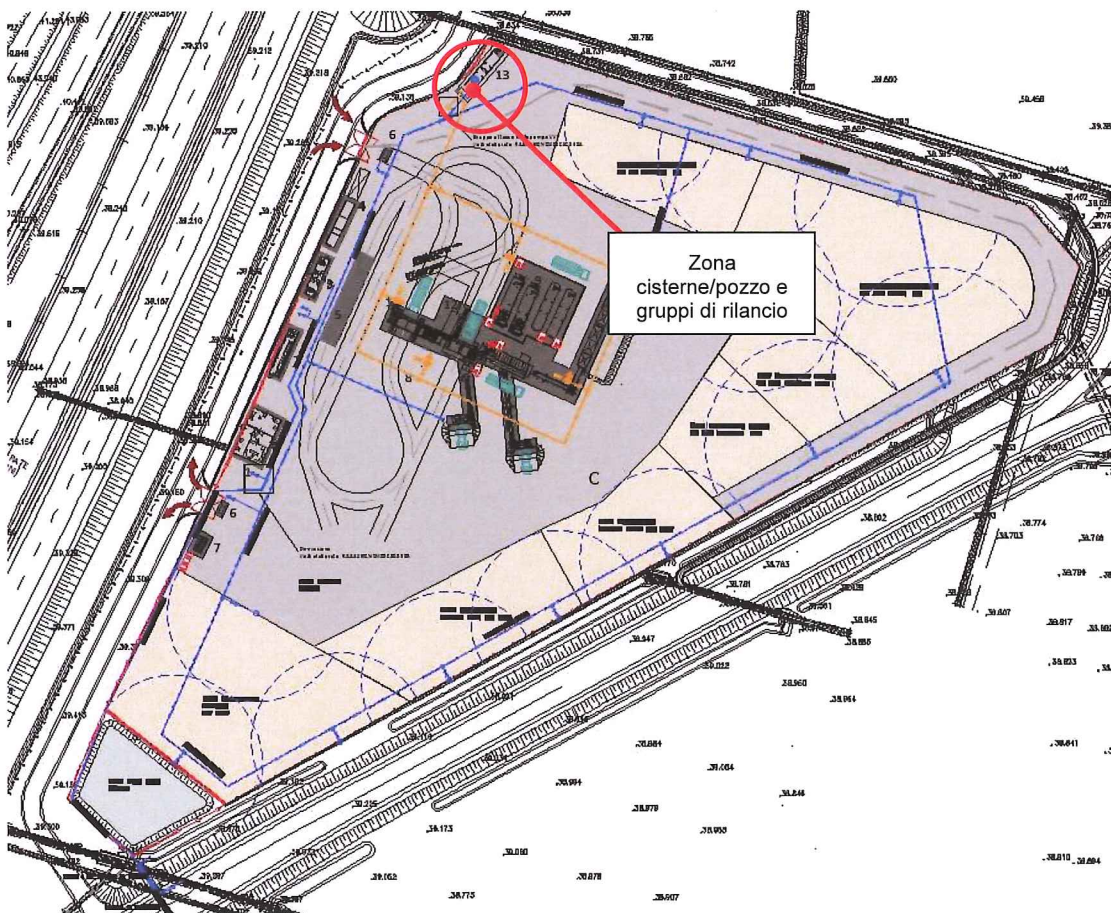
1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DELLA RETE E STIMA DEI CONSUMI .....	4
3. IL MODELLO DI SIMULAZIONE NUMERICA.....	5
3.1 CARATTERISTICHE DEL SIMULATORE NELLA MODELLAZIONE IDRAULICA. ....	6
3.2 CARATTERISTICHE DEL SIMULATORE NELLA MODELLAZIONE DEGLI ASPETTI QUALITATIVI .....	6
3.3 COMPONENTI FISICI DEL MODELLO DELLA RETE. ....	7
3.4 MODALITA' DI IMPORTAZIONE DELLE RETI IN EPANET .....	12
4. IMPLEMENTAZIONE MODELLISTICA.....	13
5. I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	16
6. FUNZIONALITA' DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DISTRIBUTIVO IN PROGETTO.....	19
7. CONCLUSIONI.....	20

## 1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto esecutivo del cantiere PV al servizio del primo stralcio realizzativo dell'autostrada denominata TIBRE –Tirreno Brennero- si è necessariamente dovuto predisporre le reti di distribuzione dell'acqua funzionali sia alla produzione di cantiere (CLS e misto cementato) sia all'asservimento dell'acqua primaria negli alloggi provvisori ove è prevista la presenza e il ricovero del personale operativo.

Il cantiere A risulta suddiviso in due parti funzionali:

- la parte nord dove si concentrerà la produzione del CLS e del misto cementato e dove è prevista la collocazione degli inerti necessari al bitumaggio;
- la parte sud risulta per lo più interessata dagli alloggi prefabbricati direzionali di cantiere e dalle sale di ricovero/ristoro.



## 2. DESCRIZIONE DELLA RETE E STIMA DEI CONSUMI

Per quanto attiene alla rete di distribuzione della risorsa idropotabile e sanitaria il cantiere PV si trova interconnesso al cantiere 2B e si rimanda dunque alla relazione RAA1EICNCN02CRE021A..

La rete di distribuzione dell'acqua industriale prevede:

- La realizzazione di un anello primario in HDPE PE 100 DE 75 PN10 che funge da sistema distributivo agli idranti predisposti per l'innaffiatura degli inerti per l'asservimento delle manichette dislocate per il lavaggio dei piazzali.
- La realizzazione di un anello antincendio in HDPE PE 100 DE 110 PN 16 di asservimento delle 4 manichette previste al servizio dell'impianto di bitumaggio

L'impianto di produzione bitume non prevede l'uso di acqua, tuttavia essendo in presenza di una caldaia l'areale di classe 2 necessita di una protezione antincendio esterna che prevede il funzionamento contemporaneo a 4 bar di 4 manichette con portata di 300 l/min per la durata complessiva di 1 ora.

Per quanto riguarda la rete disposta per la bagnatura degli inerti il tipo di irrigatore dinamico proposto con una pressione di circa 4 bar eroga 3.5 l/s coprendo un raggio di circa 25 metri: è dunque supposta una turnazione dell'irrigazione che prevede un massimo di 2 irrigatori funzionanti contemporaneamente.

**I due sistemi idrici fanno capo a due serbatoi differenti addotti dallo stesso pozzo avente portata di concessione pari a 3 l/s** il che significa che a pieno regime supponendo che non ci sia contemporaneità tra l'uso antincendio e l'irrigazione risultano necessari i seguenti volumi di compenso:

- **Antincendio 75 mc**
- **Irrigazione e utilizzo industriale 75 mc**

### 3. IL MODELLO DI SIMULAZIONE NUMERICA

Il sistema acquedottistico al servizio del cantiere 2A è stato ricostruito e verificato in termini di officiosità idraulica mediante modellazione numerica su supporto sviluppato dall'EPA " U.S. Environmental Protection Agency "americana noto con il nome di EPANET.

EPANET è un simulatore del comportamento idraulico e di qualità di una rete idraulica in pressione composta dai seguenti elementi: tubi, nodi (o giunzioni dei tubi), pompe, valvole, serbatoi.

Il simulatore fornisce il valore della portata nei rami, la pressione nei nodi, il battente d'acqua nei serbatoi nonché la concentrazione ai nodi di un parametro qualitativo durante un periodo di simulazione.

Altri fattori determinabili attraverso la simulazione sono "l'età" dell'acqua, ovvero il tempo di permanenza in rete e la traccia dei prelievi.

*EPANET consente quindi di capire i movimenti e il destino dell'acqua potabile che corre attraverso una rete di distribuzione urbana.*

EPANET può essere utilizzato per una molteplicità di scopi quali:

1. nella progettazione di una rete di distribuzione;
2. nella verifica di una rete di distribuzione;
3. per l'analisi della decadenza della protezione da cloro;
4. per lo sviluppo delle strategie che permettano di migliorare la qualità dell'acqua di una rete di distribuzione idrica.

### 3.1 CARATTERISTICHE DEL SIMULATORE NELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.

EPANET annovera le seguenti caratteristiche:

- nessun limite all'estensione della rete analizzabile;
- il calcolo delle perdite idriche viene effettuato tramite le equazioni di :
  - Hazen-William
  - Darcy-Weisbach
  - Chezy-Manning;
  
- considera anche le perdite di carico minori
- considera sia pompe a velocità costante sia pompe a velocità variabile;
- computa il costo energetico di funzionamento della pompa;
- considera varie tipologie di valvole come le valvole di regolazione della pressione, le valvole di controllo del flusso, le valvole di non ritorno;
- considera diverse categorie di domanda ai nodi ,ognuna con la sua legge temporale di variazione;
- calcola i volumi immagazzinati nei serbatoi (Tanks) in funzione della geometria del serbatoio stesso;
- simula il deflusso in atmosfera dagli idranti considerando la relazione di pressione;

### 3.2 CARATTERISTICHE DEL SIMULATORE NELLA MODELLAZIONE DEGLI ASPETTI QUALITATIVI

Il modello di qualità si appoggia sui risultati forniti dal simulatore idraulico consentendo di:

- considerare "l'invecchiamento" dell'acqua durante la permanenza in rete dell'acqua medesima;
- modellare l'evoluzione di una traccia di un qualunque elemento non reattivo attraverso la rete per tutto il tempo della simulazione;
- tracciare la percentuale di flusso che partendo da un nodo raggiunge gli altri durante per ogni periodo di simulazione;
- considerare le reazioni che avvengono sia alle pareti delle condotte sia all'interno del flusso;

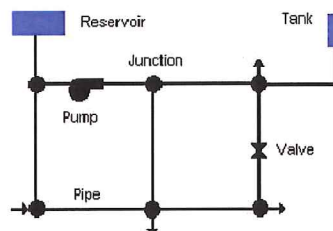
Sviluppando tali caratteristiche, attraverso EPANET possiamo, in definitiva, trarre le seguenti considerazioni sulla qualità dell'acqua in rete:

- quali caratteristiche possiede l'acqua proveniente da sorgenti differenti;
- determinare in ogni punto della rete l'età dell'acqua in un determinato momento;
- determinare in ogni istante la decadenza della protezione del cloro;
- controllare l'efficacia di differenti prodotti nella disinfezione dell'acqua;
- tracciare lo scenario di una possibile contaminazione.

### 3.3 COMPONENTI FISICI DEL MODELLO DELLA RETE.

EPANET modella una rete idraulica come un insieme di rami connessi a nodi e di organi idraulici quali serbatoi, tubi, pompe e valvole di controllo.

Nella figura che segue (Fig.5) illustriamo come gli elementi appena citati possono essere connessi onde formare una rete idraulica.



*Componenti fisici di una rete di distribuzione idrica.*

#### I nodi o giunzioni.

I nodi sono quei punti della rete dove i rami si connettono e dove si considera che l'acqua venga immessa o prelevata. Le informazioni di base associate ad un nodo sono:

- elevazione rispetto ad un riferimento quale, ad esempio, il medio mare;
- la domanda di richiesta di acqua;
- qualità iniziale dell'acqua;

Le informazioni elaborate per ogni periodo di simulazione e fornite dal programma come output sono:

- altezza piezometrica;
- pressione;
- qualità dell'acqua.

#### Idranti

Gli idranti sono strettamente associati ai nodi e modellano il fluire di una portata attraverso una lancia (come ad esempio nel caso di incendio) o un orifizio nell'atmosfera.

La portata attraverso un idrante varia in funzione della pressione che sussiste nel nodo:

$$q=C p^{\gamma} \quad (1)$$

Dove: q portata efflusa dall'idrante;  
 C coefficiente di efflusso;  
 p pressione al nodo;  
 $\gamma$  esponente della pressione;

Di norma si pone  $\gamma$  pari a 0,5 e dimensionalmente uguale a (gpm/psi<sup>0,5</sup>)

Gli idranti sono di norma usati per la simulazione :

- dei sistemi di lavaggio delle strade;
- per la rappresentazione dei punti di irrigazione delle reti;
- per la simulazione delle perdite in un tubo connesso con un particolare nodo(qualora sia possibile stimare il coefficiente di perdita e l'esponente della pressione);
- per il computo della quota di acqua efflusa durante un incendio;
- per la stima del minimo di pressione residuo in un nodo nel caso di un evento eccezionale.

In taluni casi è dunque possibile utilizzare un elevato coefficiente di perdita e modificare la quota del nodo per raggiungere il target di pressione cercato. EPANET tratta gli idranti come una proprietà intrinseca del nodo e non come un elemento separato della rete.

### Serbatoi

I serbatoi vengono rappresentati, nel modello di simulazione tramite nodi con una capacità infinita di acqua attingibile esternamente alla rete.

In pratica vengono trattati dal modello alla stregua di un lago, fiume, acquifero con una quantità illimitata di acqua fruibile. I principali fattori di input di un serbatoio sono:

- il valore del suo battente d'acqua (uguale all'elevazione del pelo libero di acqua ovvero ad una sua variazione nel tempo nei casi in cui il battente non possa essere considerato costante)
- la qualità iniziale dell'acqua contenuta in esso,
- la legge di immissione del biocida se esiste una iniezione al serbatoio.

### Serbatoi piezometrici e/o di compenso

I serbatoi di compenso rappresentano una capacità di immagazzinamento dove il volume dell'acqua raccolta può variare nel tempo durante la simulazione.

I fattori di input per detti elementi sono:

- elevazione del fondo del serbatoio (dove il livello dell'acqua é uguale a zero)
- diametro (o tipologia specifica se non cilindrica)
- livello dell'acqua iniziale, massimo e minimo
- qualità dell'acqua di inizio simulazione

I fattori di output forniti ad ogni passo sono:

- altezza del battente dell'acqua
- qualità dell'acqua



### Le condotte

Le condotte sono i tratti di unione tra due punti della rete.

EPANET considera tali elementi completamente pieni in ogni momento della simulazione. I principali parametri di input per le condotte sono:

- nodi di inizio e fine
- diametro
- lunghezza
- coefficiente di scabrezza (usato nella determinazione delle perdite idriche)
- stato (aperto, chiuso o contenenti valvole)

Per le valutazioni di qualità è necessario introdurre nel simulatore:

- Coefficiente di reazione di Bulk;
- Coefficiente di reazione di parete.

Riguardo le tubazioni il simulatore computa i seguenti outputs:

- portata transitata;
- velocità;
- perdite idrauliche;
- qualità media dell'acqua (sulla lunghezza del tubo).

Le perdite idrauliche che scorrono in un tubo possono essere computate attraverso tre differenti formule:

1. formula di Hazen-Williams;
2. formula di Darcy-Weisbach;
3. formula di Chezy-Manning.

La prima è la formula per il calcolo delle perdite maggiormente utilizzata negli States; essa non è utilizzabile per altri fluidi che non siano acqua ed è peculiare per il solo regime turbolento.

La seconda è la formula maggiormente corretta dal punto di vista teorico ed è applicabile a tutti i fluidi in tutti i possibili regimi di moto.

La terza è la formula più usata per i canali a pelo libero.

Ciascuna delle formule citate usa la seguente equazione per computare la perdita di carico che sussiste tra l'inizio e la fine del ramo:

$$h=A q^B \quad (2)$$

Dove: h sono perdite di carico;  
q portata;  
A coefficiente di resistenza;  
B esponente di flusso.

Le tabelle che seguono mostrano:

TAB1: una lista di possibili valori assunti rispettivamente dal coefficiente di resistenza "C" e dall'esponente di flusso in funzione delle diverse scabrezze assunte dai tubi;

TAB2: una lista di possibili range entro cui i sopracitati coefficienti possono variare in funzione dei differenti materiali di costruzione delle condotte.

Formula	Resistance Coefficient (A)	Flow Exponent (B)
Hazen-Williams	$4.727 C^{-1.852} d^{-4.871} L$	1.852
Darcy-Weisbach	$0.0252 f(e,d,q)d^5L$	2
Chezy-Manning	$4.66 n^2 d^{5-2/n} L$	2

Notes: C = Hazen-Williams roughness coefficient  
 e = Darcy-Weisbach roughness coefficient (ft)  
 f = friction factor (dependent on e, d, and q)  
 n = Manning roughness coefficient  
 d = pipe diameter (ft)  
 L = pipe length (ft)  
 q = flow rate (cfs)

Tabella 1.

Material	Hazen-Williams C (unitless)	Darcy-Weisbach e (feet x 10 <sup>-3</sup> )	Manning's n (unitless)
Cast Iron	130 - 140	0.85	0.012 - 0.015
Concrete or Concrete Lined	120 - 140	1.0 - 10	0.012 - 0.017
Galvanized Iron	120	0.5	0.015 - 0.017
Plastic	140 - 150	0.005	0.011 - 0.015
Steel	140 - 150	0.15	0.015 - 0.017
Vitrified Clay	110		0.013 - 0.015

Tabella 2.

Le perdite di carico minori ovvero quelle causate dalle curve dei tubi e dagli attacchi, devono essere stimate per consentire una corretta e precisa simulazione.

Il simulatore adotta a questo scopo la seguente formula:

$$h=K((v^2)/2g) \quad (3)$$

Dove: K è il coefficiente di perdite minori  
 v è la velocità del flusso (Spazio/tempo)  
 g è l'accelerazione di gravità ( Spazio/tempo<sup>2</sup>)



necessario specificare il cambiamento del regime di funzionamento .

Come nel caso delle condutture, le pompe possono funzionare o meno a seconda delle condizioni idrauliche presenti nella rete.

Il simulatore, inoltre, può computare l'energia consumata e il costo della pompa. Per ogni pompa è infatti possibile definire una curva di efficienza in relazione al costo dell'energia.

### **Valvole**

Le valvole sono dispositivi atti a limitare la pressione in un specifico punto della rete o la portata nel ramo. I principali parametri di input che caratterizzano le valvole sono:

- nodi di partenza e arrivo;
- diametro;
- settaggio;
- stato della valvola.

I parametri di output computati dal simulatore:

- portata;
- perdite di carico.

### **3.4 MODALITA' DI IMPORTAZIONE DELLE RETI IN EPANET**

EPANET consente due modalità di caricamento delle reti idrauliche:

1. Direttamente a video tramite l'interfaccia grafica;
2. Tramite l'implementazione delle informazioni di un file di tipo ASCII.

#### **Interfaccia grafica**

L'interfaccia grafica di EPANET consente di inserire a video la rete idrica con i suoi organi di manovra e regolazione.

Tale interfaccia leggendo immagini nel formato Bitmap consente l'importazione delle immagini raster sulle quali è possibile disegnare direttamente la rete e i suoi organi.

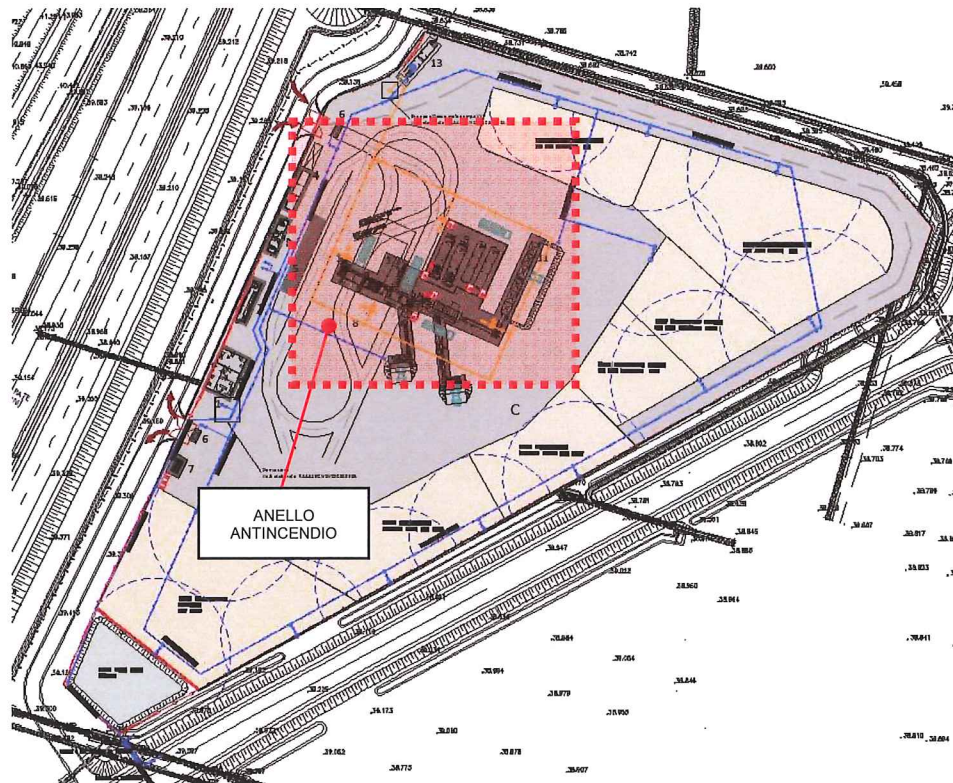
#### **Il file ASCII**

EPANET è in grado di implementare i dati di un file di tipo ASCII e di generare quindi la rete idraulica.

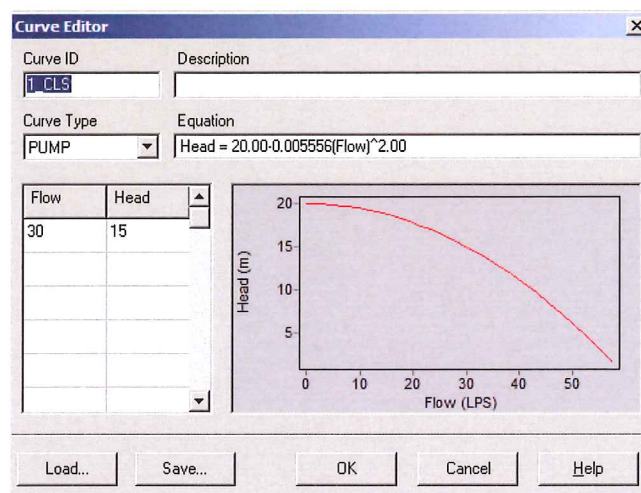
Nel file ASCII denominato tramite il formato *nomefile.INP* devono naturalmente essere presenti tutte le caratteristiche sopracitate di input della rete e dei suoi organi, nei termini e nelle formattazioni tipici per i file di questo tipo.

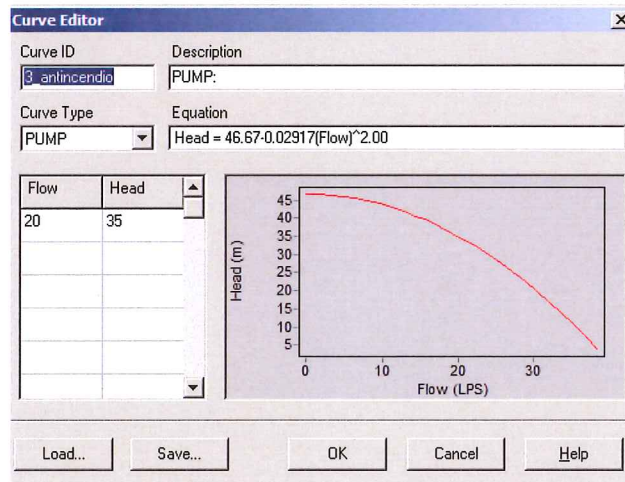
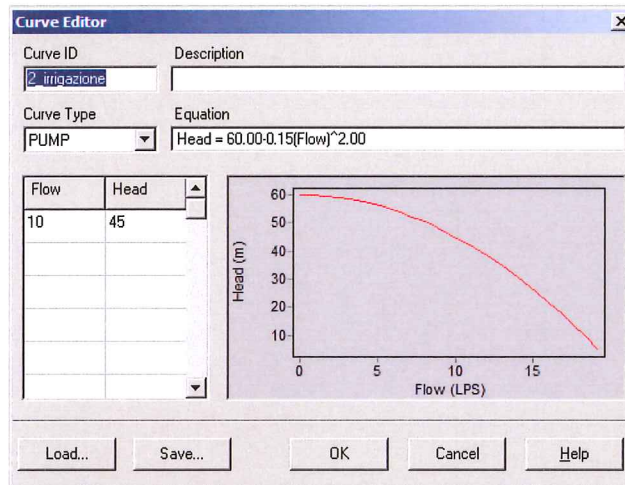


L'anello dell'impianto antincendio risulta dislocato attorno all'impianto di produzione del Bitume, come illustrato nella seguente figura:



- L'impianto di pressurizzazione è stato simulato mediante tre pompe aventi, a seconda della specifica funzionalità della linea su cui risultano in esercizio, i seguenti punti caratteristici di funzionamento:

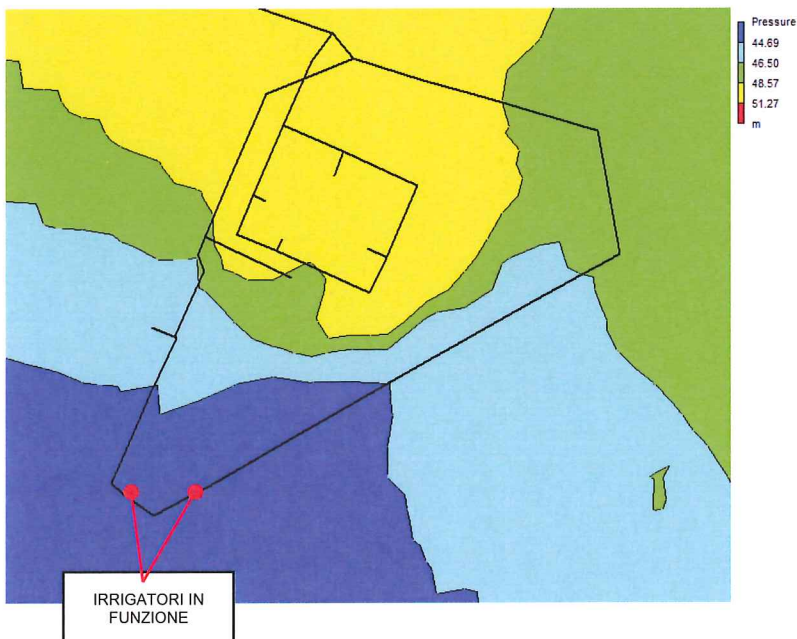
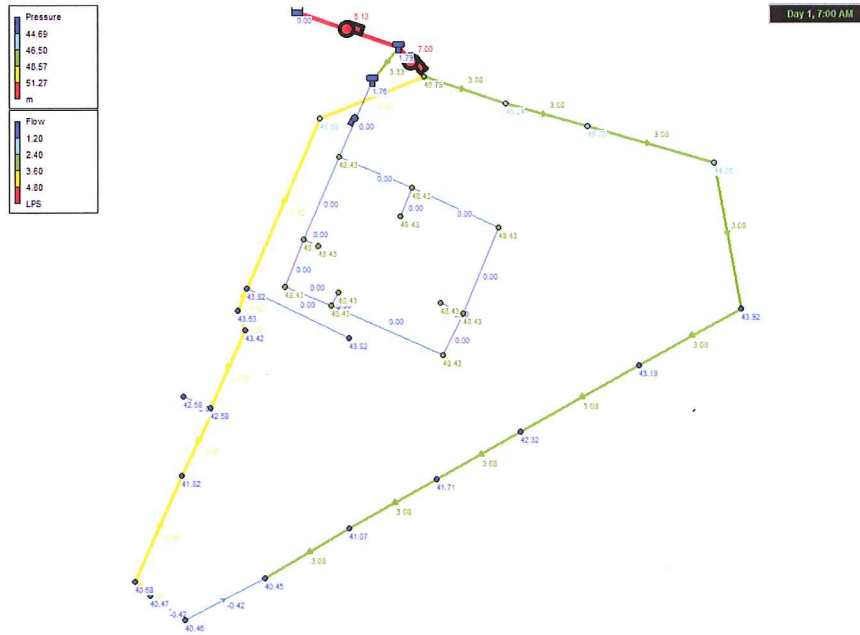




*Punti caratteristici di funzionamento delle pompe dell'impianto di pressurizzazione del cantiere PV*

## 5. I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

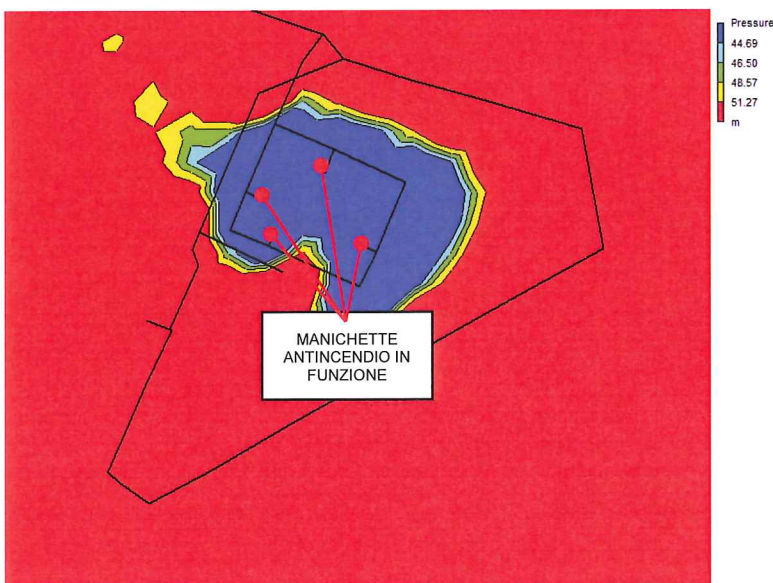
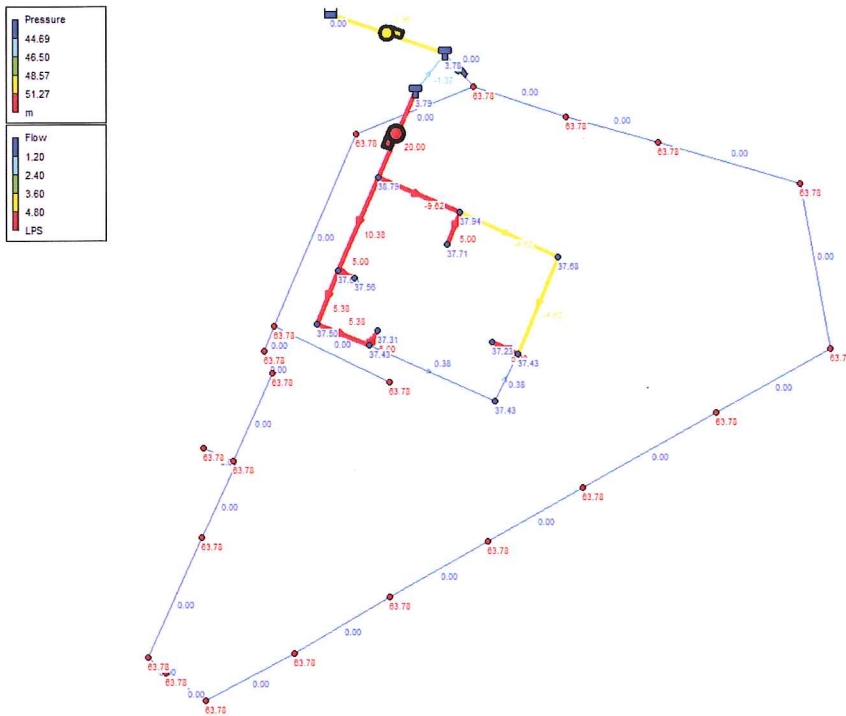
Con preciso riferimento all'anello di irrigazione supponendo che funzionino contemporaneamente due erogatori posizionati nel punto più distante rispetto al rilancio è evidente come la rete progettata riesca a garantire la pressione di esercizio necessaria a coprire i 25 metri di raggio necessari all'irrigazione omogenea dei cumulo di materiale:



*Pressione caratteristiche nel caso del funzionamento contemporaneo di due irrigatori posti nel punto più lontano dall'impianto di pressurizzazione*

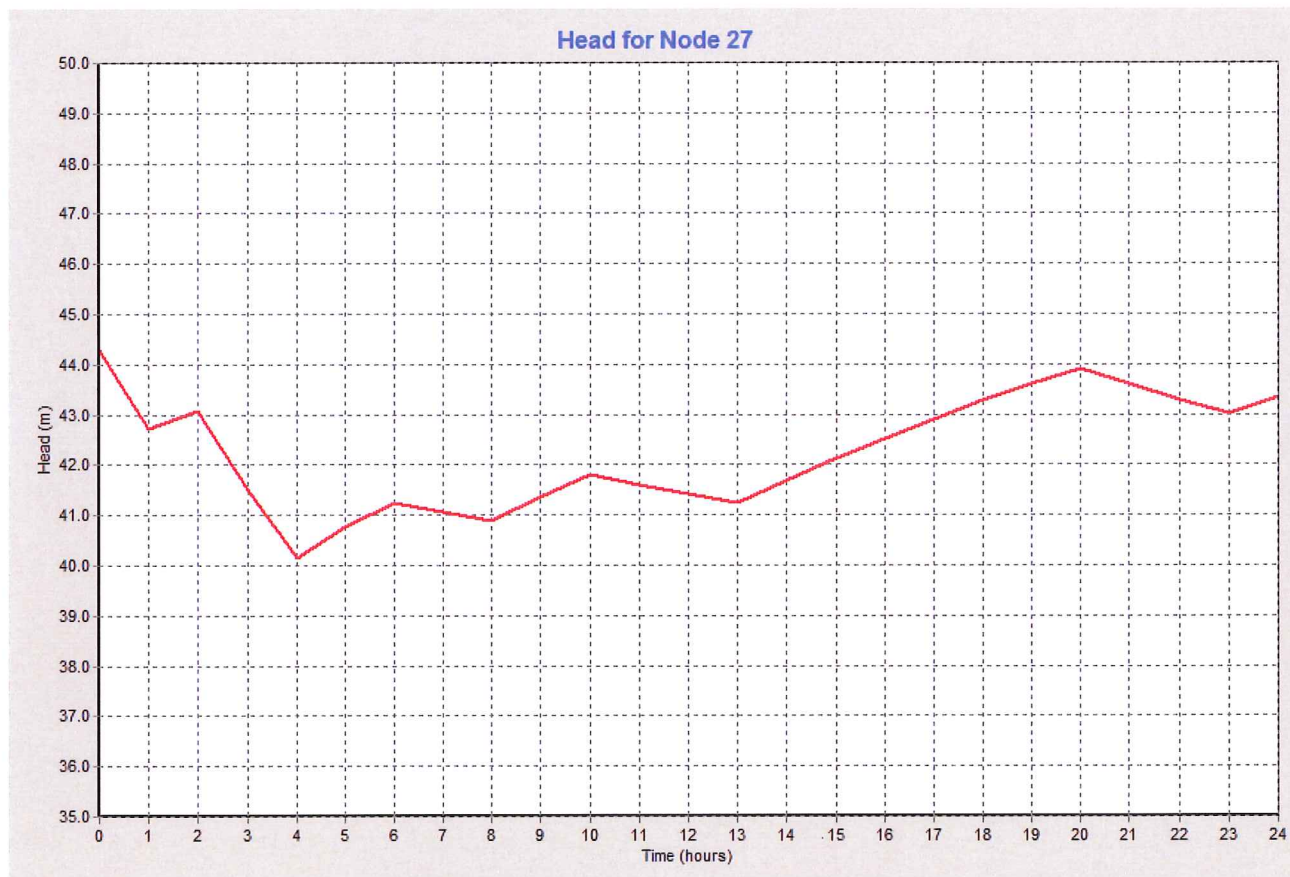


Con preciso riferimento all'anello antincendio supponendo che funzionino contemporaneamente 4 manichette a 300 l/min è evidente come la rete progettata riesca a garantire la pressione di esercizio prevista dalla normativa di riferimento -3 bar-



*Pressione caratteristica nel caso del funzionamento contemporaneo di 4 manichette a 5 l/s*

Il serbatoio da 75 mc risulta sufficiente a garantire il funzionamento contemporaneo di 4 manichette a 300 l/min per 60 minuti; la pompa del pozzo provvede nelle successive ore a riempire nuovamente il volume antincendio.



*Funzionalità del serbatoio antincendio.*

## 6. FUNZIONALITA' DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DISTRIBUTIVO IN PROGETTO

### ▪ Tubi e pezzi speciali in HDPE

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI EN 1220-1+5/04, Istituto Italiano dei Plastici 312, D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circolare Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78). In particolare è prevista la fornitura e posa in opera di tubazioni in Polietilene ad Alta Densità PE 100 a norma UNI EN 12201 colore nero con righe azzurre coestruse longitudinali, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP, diametro del tubo, pressione nominale non inferiore a PN10, PN16 per la rete antincendio norma di riferimento; prodotto da azienda certificata ISO 9000.

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovranno essere leggibili: nome del produttore, sigla IIP, diametro, spessore, SDR, tipo di Polietilene, data di produzione, norma di riferimento; inoltre il tubo PE dovrà avere minimo n. 4 linee coestruse (azzurre per tubo acqua e gialle per tubo gas) lungo la generatrice. Il colorante utilizzato per la coestrusione deve essere dello stesso compound utilizzato per il tubo.

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene devono essere conformi alle corrispondenti prescrizioni UNI EN 12201-1+5/04 e devono essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti (termoelementi) in accordo a UNI 10520/97;
- saldatura per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521/97;
- raccordi con appropriato serraggio meccanico con guarnizione (vedi UNI 9736/90), aventi caratteristiche idonee all'impiego.

Dovranno comunque essere usati i raccordi o pezzi speciali di altro materiale (polipropilene, resine acetaliche, materiali metallici) previsti in progetto e ritenuti idonei dalla D.L.. Per diametri fino a mm 110, per le giunzioni di testa fra tubi, sono in uso appositi manicotti con guarnizione circolare torica ed anello di battuta.

Prima della saldatura i tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo.

Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L..

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale. Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito. Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte, prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere. La gamma di temperatura dell'ambiente ammessa durante le operazioni dovrà essere compresa fra 0 e 40 gradi centigradi.

A saldatura avvenuta la protezione dovrà garantire un raffreddamento graduale ed il sistema di bloccaggio dei tubi sulla macchina saldatrice dovrà garantirne la ferma posizione fino a raffreddamento.

La sezione dei cordoni di saldatura dovrà presentarsi uniforme, di superficie e larghezza costanti, senza evidenza di soffiature od altri difetti.

Al termine delle operazioni di saldatura sull'ultima testa di tubo dovrà essere posto idoneo tappo ad espansione per garantire il mantenimento della pulizia all'interno della condotta.

Alla posa delle tubazioni sul fondo dello scavo si procederà solo con adeguati mezzi d'opera per evitare deformazioni plastiche e danneggiamento alla superficie esterna dei tubi dopo aver verificato la rispondenza plano-altimetrica degli scavi in funzione delle prescrizioni progettuali e della D.L.. Eventuali variazioni potranno essere consentite in presenza di eventuali ostacoli dovuti alla presenza di altri sottoservizi non suscettibili di spostamento e preventivamente autorizzate dalla D.L.. In quei casi, prima di ogni variazione delle livellette, dovrà preventivamente essere studiato il nuovo intero profilo di progetto, da sottoporre ad espressa autorizzazione della D.L..

- **Guarnizioni per flange**

Le guarnizioni impiegate negli acquedotti dovranno essere realizzate esclusivamente con materiale atossico, secondo il D.M. n. 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circolare Min. Sanità 02/12/78 n. 102) "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano."

## **7. CONCLUSIONI**

Con specifico riferimento al cantiere PV, il sistema distributivo dell'acqua necessaria alla bagnatura degli inerti e per l'esercizio antincendio è stata implementata su di un sistema di simulazione numerica per valutarne preventivamente l'efficienza in differenti ipotesi di esercizio.

In tutte le condizioni operative supposte il sistema acquedottistico è risultato correttamente dimensionato e verificato.