

## S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.

Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

### PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. 20629</p> | <p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. A25111</p>  | <p>PROGETTAZIONE ATI:<br/>(Mandataria)</p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b><br/>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p>   |
| <p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi<br/>della Regione Lazio n. 1069</p>                                 | <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><b>MORENO PANFILI</b><br/>SETTORE CIVILE E AMBIENTALE<br/>SETTORE INDUSTRIALE<br/>SETTORE INFORMATICA</p> | <p>(Mandante)</p> <p><b>cooprogetti</b><br/><b>cocoprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p>(Mandante)</p> <p><b>AIM</b><br/>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>   |
| <p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>   | <p><i>Ing. Claudio Müller</i></p> <p>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. 15754</p>   | <p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p>   |
| <p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>  | <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. 20629</p>   | <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i><br/>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p> <p><b>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</b><br/>ORDINE INGEGNERI<br/>ROMA<br/>N° 14035</p> |

### IMPIANTI TECNOLOGICI

Elaborati generali

Calcolo idrico antincendio

|                 |             |           |                                    |           |            |
|-----------------|-------------|-----------|------------------------------------|-----------|------------|
| CODICE PROGETTO |             | NOME FILE |                                    | REVISIONE | SCALA      |
| PROGETTO        | LIV.PROG.   | ANNO      | T00IM00IMPRE06_A                   |           |            |
| <b>DPAN247</b>  | <b>D</b>    | <b>22</b> | CODICE ELAB. <b>T00IM00IMPRE06</b> | <b>A</b>  | -          |
| D               |             |           |                                    |           |            |
| C               |             |           |                                    |           |            |
| B               |             |           |                                    |           |            |
| A               | Emissione   |           | Ottobre '21                        | Salvi     | Panfilì    |
| REV.            | DESCRIZIONE |           | DATA                               | REDATTO   | VERIFICATO |
|                 |             |           |                                    |           | APPROVATO  |

## INDICE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. <u>OGGETTO DELLA RELAZIONE</u></b> .....                          | <b>2</b> |
| <b>2. <u>NORME DI RIFERIMENTO</u></b> .....                             | <b>2</b> |
| <b>3. <u>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</u></b> .....                    | <b>2</b> |
| 3.1. EQUAZIONI UTILIZZATE PER IL CALCOLO.....                           | 2        |
| 3.2. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA IL MONTE .....  | 3        |
| 3.2.1. <i>Caratteristiche del fluido vettore</i> .....                  | 3        |
| 3.2.2. <i>Calcolo perdite di carico del circuito</i> .....              | 4        |
| 3.2.3. <i>Calcolo caduta di pressione per differenza di quota</i> ..... | 4        |
| 3.2.4. <i>Perdita di carico sull'idrante più sfavorito</i> .....        | 4        |
| 3.3. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 1 ..... | 4        |
| 3.3.1. <i>Caratteristiche del fluido vettore</i> .....                  | 4        |
| 3.3.2. <i>Calcolo perdite di carico del circuito</i> .....              | 5        |
| 3.3.3. <i>Calcolo caduta di pressione per differenza di quota</i> ..... | 5        |
| 3.3.4. <i>Perdita di carico sull'idrante più sfavorito</i> .....        | 5        |
| 3.4. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 2.....  | 5        |
| 3.4.1. <i>Caratteristiche del fluido vettore</i> .....                  | 5        |
| 3.4.2. <i>Calcolo perdite di carico del circuito</i> .....              | 6        |
| 3.4.3. <i>Calcolo caduta di pressione per differenza di quota</i> ..... | 6        |
| 3.4.4. <i>Perdita di carico sull'idrante più sfavorito</i> .....        | 6        |
| 3.5. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 3.....  | 6        |
| 3.5.1. <i>Caratteristiche del fluido vettore</i> .....                  | 6        |
| 3.5.2. <i>Calcolo perdite di carico del circuito</i> .....              | 6        |
| 3.5.3. <i>Calcolo caduta di pressione per differenza di quota</i> ..... | 7        |
| 3.5.4. <i>Perdita di carico sull'idrante più sfavorito</i> .....        | 7        |

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente relazione illustra i calcoli effettuati per il dimensionamento degli impianti idrici antincendio a servizio delle gallerie.

Ogni eventuale riferimento nei calcoli ad apparecchiature specifiche di case costruttrici è presente solo al fine di stabilire il raggiungimento delle prestazioni richieste con apparecchiature presenti sul mercato; resta facoltà dell'appaltatore scegliere apparecchiature di sua preferenza, purché vengano garantite le prestazioni richieste e dimostrate nei calcoli.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Sono di particolare rilevanza per gli impianti oggetto del presente progetto le seguenti norme di riferimento:

- Direttiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea e sua successiva rettifica;
- Decreto Legislativo n.264 del 5 ottobre 2006 della Repubblica Italiana “Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea”;
- D.M. 20 dicembre 2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi” e s.m.i.;
- D.M. 3 agosto 2015 “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139” e s.m.i.;
- Norme UNI 10779:2021 “Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio”;
- Norme UNI EN 11292:2019 “Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali”;
- Norme UNI EN 12845:2020 “Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”;
- Norme UNI EN 671-2:2012 “Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili”;
- Norme UNI EN 14384:2006 “Idranti antincendio a colonna soprasuolo”;
- Linee guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, edizione ottobre 2009.

## 3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### 3.1. EQUAZIONI UTILIZZATE PER IL CALCOLO

Le relazioni di calcolo applicate sono le seguenti:

- calcolo della caduta di pressione del circuito utilizzando la formula di Hazen-Williams:

$$p = (6,05 \times Q^{1,85} \times 10^9) / (C^{1,85} \times d^{4,87}),$$

- equazione della caduta di pressione dovuta alla variazione altimetrica fra la centrale antincendio e la galleria:

PROGETTAZIONE ATI:

$$\Delta p_{altimetrico} = \rho \cdot g \cdot \Delta H,$$

- equazione della caduta di pressione totale:

$$\Delta p_{totale} = \Delta p_{circuito} \pm \Delta p_{altimetrico},$$

dove

$\Delta p_{circuito}$   $\Sigma$  cadute di pressione continue ed accidentali del circuito in [Pa];

$\Delta p_{altimetrico}$  caduta di pressione per differenza di quota in [Pa];

$\Delta p_{totale}$  prevalenza della pompa per resistenze fluidodinamiche continue ed accidentali e per differenza di quota in [Pa];

$p$  perdita di carico unitaria in [mm c.a./m];

$Q$  portata acqua in [l/min];

$C$  costante dipendente dalla natura del tubo:

100 per tubi in ghisa,

120 per tubi in acciaio,

140 per tubi in acciaio inossidabile, in rame o ghisa rivestita,

150 per tubi in plastica;

$d$  diametro interno medio della tubazione in [mm];

$\rho$  massa volumica del fluido in [kg/m<sup>3</sup>]

$g$  accelerazione di gravità in [m/s<sup>2</sup>]

$\Delta H$  altezza della colonna d'acqua se la centrale è collocata ad una quota diversa da quella riferita al profilo longitudinale della galleria in [m].

Il calcolo del circuito dell'impianto antincendio viene fatto sulla base della portata massima, fissata in 780 l/minuto, che consente il funzionamento contemporaneo di un idrante UNI70 e di quattro idranti UNI45; inoltre, si è tenuto conto della lunghezza e della pendenza della galleria e dell'ubicazione della centrale antincendio.

Per porsi nelle condizioni più sfavorevoli, il calcolo è stato eseguito considerando guasto uno dei due collegamenti tra la centrale di pressurizzazione ed il fornice e che gli idranti alimentati si trovino in fondo alla linea radiale che si è venuta a configurare in questa situazione.

La verifica dell'impianto è stata quindi effettuata valutando che sia garantita una pressione residua non inferiore a 0,4 MPa sugli idranti UNI 70 e di 0,2 MPa sugli idranti UNI 45.

### **3.2. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA IL MONTE**

#### *3.2.1. Caratteristiche del fluido vettore*

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| FLUIDO                        | ACQUA    |
| Temperatura media [°C]:       | 10.0     |
| Pressione [kPa]:              | 100.0000 |
| Densità [kg/m <sup>3</sup> ]: | 999.491  |

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – CALCOLO IDRICO ANTINCENDIO

Viscosità [Pa s]: 0.00131900

TIPO DI CIRCUITO: Mandata

3.2.2. *Calcolo perdite di carico del circuito*

Formule utilizzate: Hazen-Williams

Tubazioni utilizzate: PeAD

| Codice tratto | Descrizione del tratto                     | Lunghezza tratto | Portata | Costante tubo PEAD | Di tubo | Perdita unitaria | Perdita tratto | Perdita tratto |
|---------------|--|------------------|---------|--------------------|---------|------------------|----------------|----------------|
|               |  | [m]              | [l/min] |                    | [mm]    |                  |                |                |
| 0             | Perdite in centrale                        |                  |         |                    |         |                  |                | 50,0           |
| 0-1           | Da centrale a IDR 05                       | 1730             | 780     | 150                | 141     | 4,36             | 7.546          | 74,0           |
| 1-2           | Da IDR 05 a IDR 04                         | 120              | 660     | 150                | 141     | 3,20             | 384,3          | 3,8            |
| 2-3           | Da IDR 04 a IDR 03                         | 120              | 540     | 150                | 141     | 2,21             | 265,1          | 2,6            |
| 3-4           | Da IDR 03 a IDR 02                         | 120              | 420     | 150                | 141     | 1,39             | 166,5          | 1,6            |
| 4-5           | Da IDR 02 a IDR 01                         | 120              | 300     | 150                | 141     | 0,74             | 89,4           | 0,9            |
| 6             | Perdite accidentali (curve, valvole, ecc.) |                  |         |                    |         |                  |                | 10,0           |
| 7             | Pressione residua su IDR 01 (UNI 70)       |                  |         |                    |         |                  |                | 400,0          |
|               | <b>Totale</b>                              |                  |         |                    |         |                  |                | <b>543</b>     |

3.2.3. *Calcolo caduta di pressione per differenza di quota*

Considerato che il fondo della vasca di accumulo di trova 5 m più in basso della quota dell'ultimo idrante, ossia  $\Delta H = 5$  m, risulta:

$$\Delta p_{\text{altimetrico}} = 999,491 \times 9,8 \times 5 = 49,0 \text{ kPa.}$$

3.2.4. *Perdita di carico sull'idrante più sfavorito*

La perdita di carico sull'idrante più sfavorito è data dalla somma delle perdite di carico del circuito idraulico e della caduta di pressione per differenza di quota, cioè:

$$\Delta p_{\text{totale}} = 543 + 49 = 592 \text{ kPa.}$$

Pertanto, il gruppo di pressurizzazione deve prevedere una prevalenza non inferiore a 592 kPa; pertanto, si stabilisce che la prevalenza del gruppo di pressurizzazione sia pari a 600 kPa, ossia 60 m c.a.

**3.3. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 1**

3.3.1. *Caratteristiche del fluido vettore*

FLUIDO ACQUA  
 Temperatura media [°C]: 10.0  
 Pressione [kPa]: 100.0000  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>]: 999.491  
 Viscosità [Pa s]: 0.00131900

PROGETTAZIONE ATI:

TIPO DI CIRCUITO: Mandata

### 3.3.2. Calcolo perdite di carico del circuito

Formule utilizzate: Hazen-Williams

Tubazioni utilizzate: PeAD

| Codice tratto | Descrizione del tratto                     | Lunghezza tratto | Portata | Costante tubo PEAD | Di tubo | Perdita unitaria | Perdita tratto | Perdita tratto |
|---------------|--|------------------|---------|--------------------|---------|------------------|----------------|----------------|
|               |  | [m]              | [l/min] |                    | [mm]    |                  |                |                |
| 0             | Perdite in centrale                        |                  |         |                    |         |                  |                | 50,0           |
| 0-1           | Da centrale a IDR 05                       | 1400             | 780     | 150                | 141     | 4,36             | 6.107          | 60,0           |
| 1-2           | Da IDR 05 a IDR 04                         | 150              | 660     | 150                | 141     | 3,20             | 480,3          | 4,7            |
| 2-3           | Da IDR 04 a IDR 03                         | 150              | 540     | 150                | 141     | 2,21             | 331,4          | 3,2            |
| 3-4           | Da IDR 03 a IDR 02                         | 150              | 420     | 150                | 141     | 1,39             | 208,2          | 2,0            |
| 4-5           | Da IDR 02 a IDR 01                         | 150              | 300     | 150                | 141     | 0,74             | 111,7          | 1,1            |
| 6             | Perdite accidentali (curve, valvole, ecc.) |                  |         |                    |         |                  |                | 10,0           |
| 7             | Pressione residua su IDR 01 (UNI 70)       |                  |         |                    |         |                  |                | 400,0          |
|               | <b>Totale</b>                              |                  |         |                    |         |                  |                | <b>531</b>     |

### 3.3.3. Calcolo caduta di pressione per differenza di quota

Considerato che il fondo della vasca di accumulo di trova 5 m più in basso della quota dell'ultimo idrante, ossia  $\Delta H = 5$  m, risulta:

$$\Delta p_{\text{altimetrico}} = 999,491 \times 9,8 \times 5 = 49,0 \text{ kPa.}$$

### 3.3.4. Perdita di carico sull'idrante più sfavorito

La perdita di carico sull'idrante più sfavorito è data dalla somma delle perdite di carico del circuito idraulico e della caduta di pressione per differenza di quota, cioè:

$$\Delta p_{\text{totale}} = 531 + 49 = 580 \text{ kPa.}$$

Pertanto, il gruppo di pressurizzazione deve prevedere una prevalenza non inferiore a 580 kPa; pertanto, si stabilisce che la prevalenza del gruppo di pressurizzazione sia pari a 600 kPa, ossia 60 m c.a.

## 3.4. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 2

### 3.4.1. Caratteristiche del fluido vettore

FLUIDO ACQUA  
 Temperatura media [°C]: 10.0  
 Pressione [kPa]: 100.0000  
 Densità [kg/m³]: 999.491  
 Viscosità [Pa s]: 0.00131900  
 TIPO DI CIRCUITO: Mandata

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.4.2. Calcolo perdite di carico del circuito

Formule utilizzate: Hazen-Williams

Tubazioni utilizzate: PeAD

| Codice tratto | Descrizione del tratto                     | Lunghezza tratto | Portata | Costante tubo PEAD | Di tubo | Perdita unitaria<br>[mm c.a./m] | Perdita tratto<br>[mm c.a.] | Perdita tratto<br>[kPa] |
|---------------|--|------------------|---------|--------------------|---------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
|               |  | [m]              | [l/min] |                    | [mm]    |                                 |                             |                         |
| 0             | Perdite in centrale                        |                  |         |                    |         |                                 |                             | 50,0                    |
| 0-1           | Da centrale a IDR 05                       | 1680             | 780     | 150                | 141     | 4,36                            | 7.328                       | 60,0                    |
| 1-2           | Da IDR 05 a IDR 04                         | 150              | 660     | 150                | 141     | 3,20                            | 480,3                       | 4,7                     |
| 2-3           | Da IDR 04 a IDR 03                         | 150              | 540     | 150                | 141     | 2,21                            | 331,4                       | 3,2                     |
| 3-4           | Da IDR 03 a IDR 02                         | 150              | 420     | 150                | 141     | 1,39                            | 208,2                       | 2,0                     |
| 4-5           | Da IDR 02 a IDR 01                         | 150              | 300     | 150                | 141     | 0,74                            | 111,7                       | 1,1                     |
| 6             | Perdite accidentali (curve, valvole, ecc.) |                  |         |                    |         |                                 |                             | 10,0                    |
| 7             | Pressione residua su IDR 01 (UNI 70)       |                  |         |                    |         |                                 |                             | 400,0                   |
|               | <b>Totale</b>                              |                  |         |                    |         |                                 |                             | <b>543</b>              |

### 3.4.3. Calcolo caduta di pressione per differenza di quota

Considerato che il fondo della vasca di accumulo di trova 5 m più in basso della quota dell'ultimo idrante, ossia  $\Delta H = 5$  m, risulta:

$$\Delta p_{\text{altimetrico}} = 999,491 \times 9,8 \times 5 = 49,0 \text{ kPa.}$$

### 3.4.4. Perdita di carico sull'idrante più sfavorito

La perdita di carico sull'idrante più sfavorito è data dalla somma delle perdite di carico del circuito idraulico e della caduta di pressione per differenza di quota, cioè:

$$\Delta p_{\text{totale}} = 543 + 49 = 580 \text{ kPa.}$$

Pertanto, il gruppo di pressurizzazione deve prevedere una prevalenza non inferiore a 592 kPa; pertanto, si stabilisce che la prevalenza del gruppo di pressurizzazione sia pari a 600 kPa, ossia 60 m c.a.

## 3.5. CALCOLO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELLA GALLERIA URBANIA 3

### 3.5.1. Caratteristiche del fluido vettore

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| FLUIDO                        | ACQUA      |
| Temperatura media [°C]:       | 10.0       |
| Pressione [kPa]:              | 100.0000   |
| Densità [kg/m <sup>3</sup> ]: | 999.491    |
| Viscosità [Pa s]:             | 0.00131900 |
| TIPO DI CIRCUITO:             | Mandata    |

### 3.5.2. Calcolo perdite di carico del circuito

Formule utilizzate: Hazen-Williams

PROGETTAZIONE ATI:

Tubazioni utilizzate: PeAD

| Codice tratto | Descrizione del tratto                     | Lunghezza tratto | Portata | Costante tubo PEAD | Di tubo | Perdita unitaria | Perdita tratto | Perdita tratto |
|---------------|--|------------------|---------|--------------------|---------|------------------|----------------|----------------|
|               |  | [m]              | [l/min] |                    | [mm]    |                  |                |                |
| 0             | Perdite in centrale                        |                  |         |                    |         |                  |                | 50,0           |
| 0-1           | Da centrale a IDR 05                       | 1410             | 780     | 150                | 141     | 4,36             | 6.150          | 60,0           |
| 1-2           | Da IDR 05 a IDR 04                         | 150              | 660     | 150                | 141     | 3,20             | 480,3          | 4,7            |
| 2-3           | Da IDR 04 a IDR 03                         | 150              | 540     | 150                | 141     | 2,21             | 331,4          | 3,2            |
| 3-4           | Da IDR 03 a IDR 02                         | 150              | 420     | 150                | 141     | 1,39             | 208,2          | 2,0            |
| 4-5           | Da IDR 02 a IDR 01                         | 150              | 300     | 150                | 141     | 0,74             | 111,7          | 1,1            |
| 6             | Perdite accidentali (curve, valvole, ecc.) |                  |         |                    |         |                  |                | 10,0           |
| 7             | Pressione residua su IDR 01 (UNI 70)       |                  |         |                    |         |                  |                | 400,0          |
|               | <b>Totale</b>                              |                  |         |                    |         |                  |                | <b>531</b>     |

### 3.5.3. Calcolo caduta di pressione per differenza di quota

Considerato che il fondo della vasca di accumulo di trova 5 m più in basso della quota dell'ultimo idrante, ossia  $\Delta H = 5$  m, risulta:

$$\Delta p_{\text{altimetrico}} = 999,491 \times 9,8 \times 5 = 49,0 \text{ kPa.}$$

### 3.5.4. Perdita di carico sull'idrante più sfavorito

La perdita di carico sull'idrante più sfavorito è data dalla somma delle perdite di carico del circuito idraulico e della caduta di pressione per differenza di quota, cioè:

$$\Delta p_{\text{totale}} = 531 + 49 = 580 \text{ kPa.}$$

Pertanto, il gruppo di pressurizzazione deve prevedere una prevalenza non inferiore a 580 kPa; pertanto, si stabilisce che la prevalenza del gruppo di pressurizzazione sia pari a 600 kPa, ossia 60 m c.a.

PROGETTAZIONE ATI: