Progetto di una fognatura pluviale a Pergine Valsugana

Corso di Costruzioni Idrauliche

Studenti:
Matteo Franzoi
Andrea Rebellato

Docente:
Prof. Riccardo Rigon

Esercitatori:
Niccolò Tubini
Daniele Della Torre

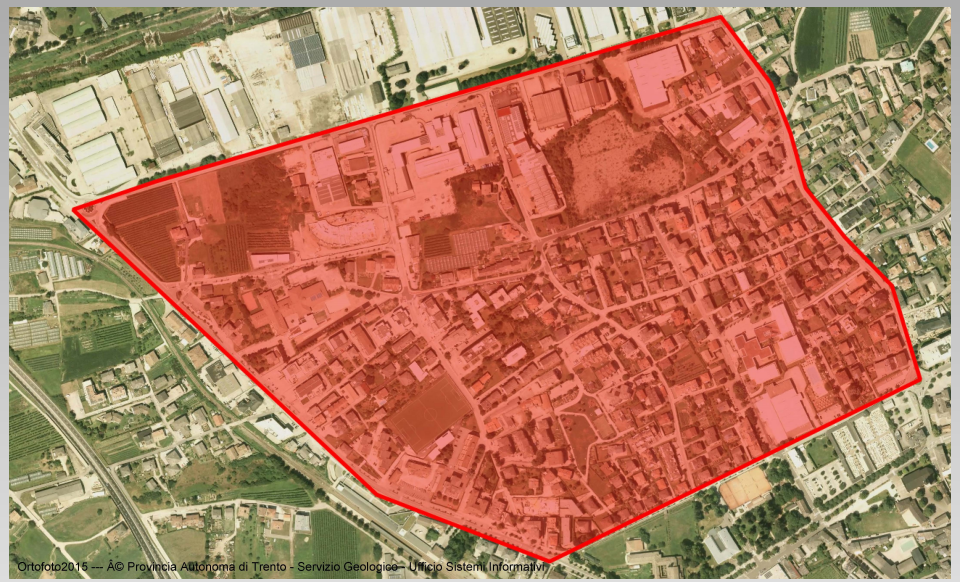
Università degli Studi di Trento
Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e meccanica
Laurea Magistrale in Ingegneria Civile
Anno Accademico 2018/2019

giugno 2019

Indice

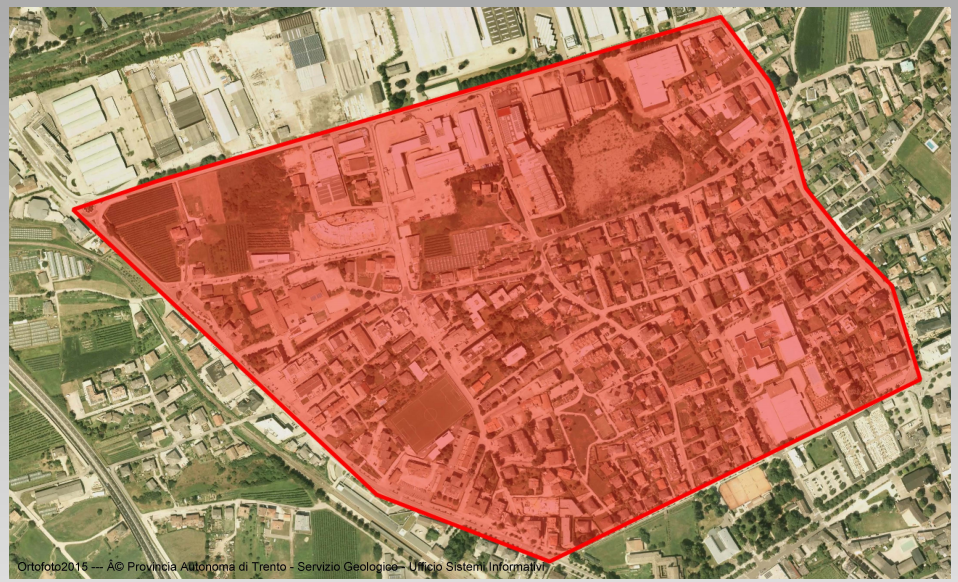
1. Inquadramento
2. Progetto della fognatura pluviale
3. Analisi pluviometrica
4. Verifica della rete
5. Computo metrico estimativo
6. Fine

Scelta dell'area



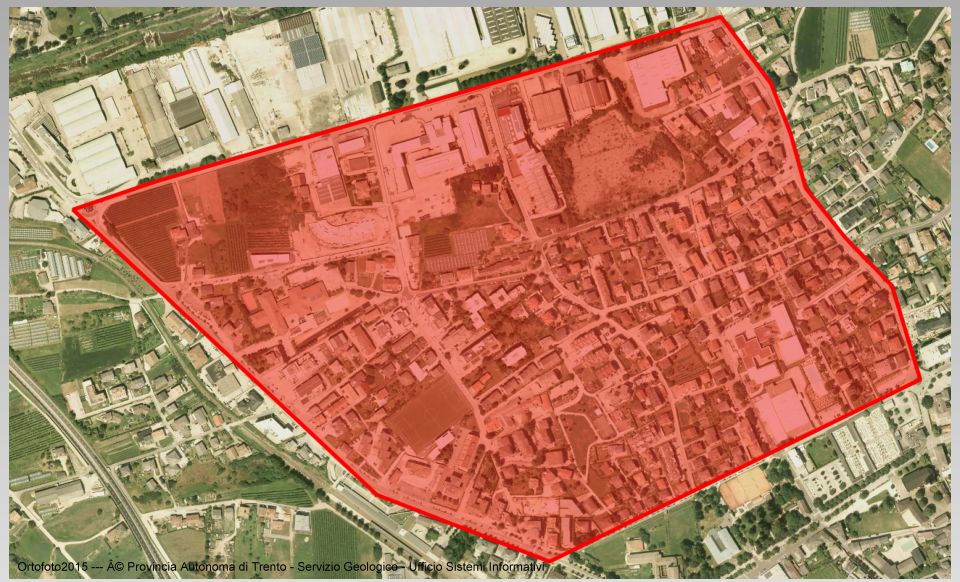
- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- superficie di circa 57 *ha*
- comprende in parte la zona residenziale e in parte la zona industriale

Scelta dell'area



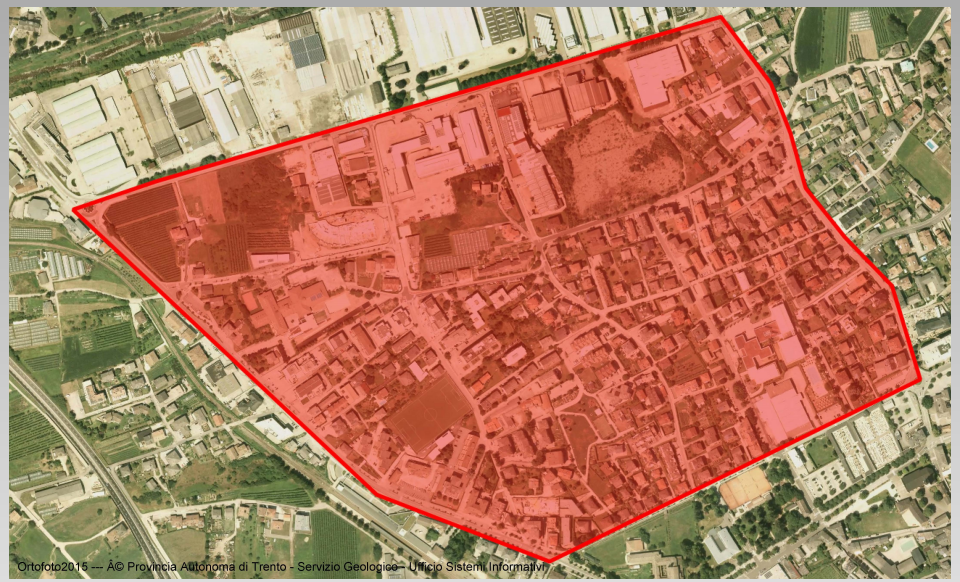
- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- superficie di circa 57 *ha*
- comprende in parte la zona residenziale e in parte la zona industriale

Scelta dell'area



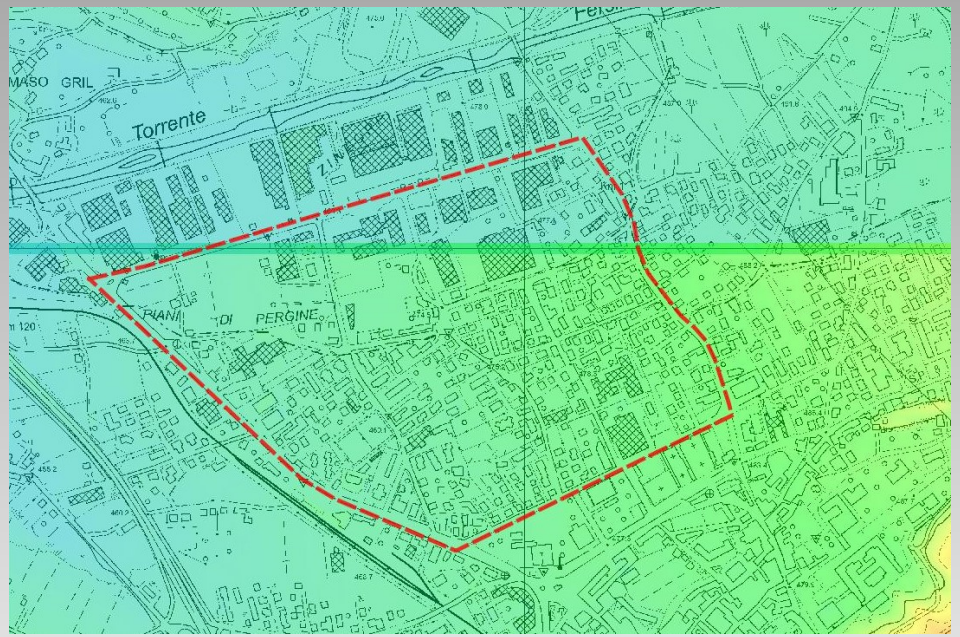
- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- superficie di circa 57 *ha*
- comprende in parte la zona residenziale e in parte la zona industriale

Scelta dell'area



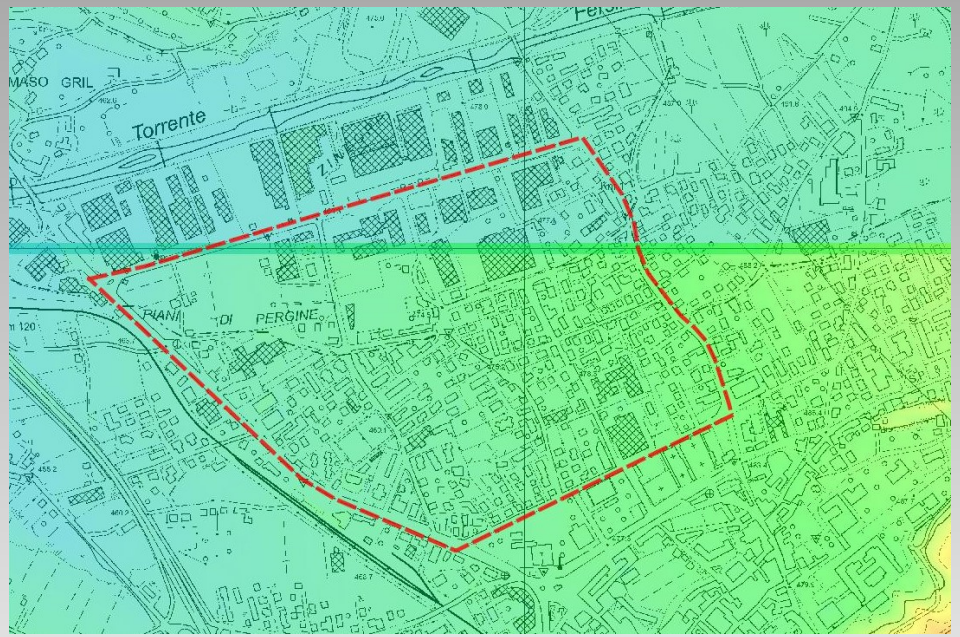
- Pergine Valsugana, nei pressi di Ponte Regio
- a lato del torrente Fersina
- superficie di circa 57 *ha*
- comprende in parte la zona residenziale e in parte la zona industriale

Analisi dell'area



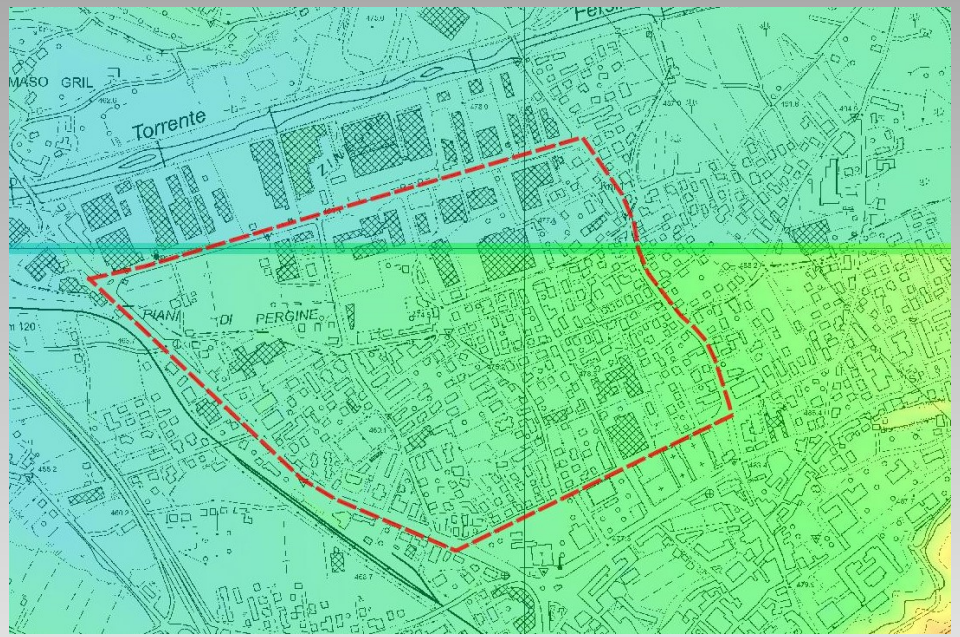
- pendenza non trascurabile in direzione EST-OVEST
- altitudine massima di 484 m
- altitudine minima di 461 m
- pendenza del piano stradale a favore del torrente Fersina
- larghezza delle strade sufficiente per l'affiancamento planimetrico delle reti

Analisi dell'area



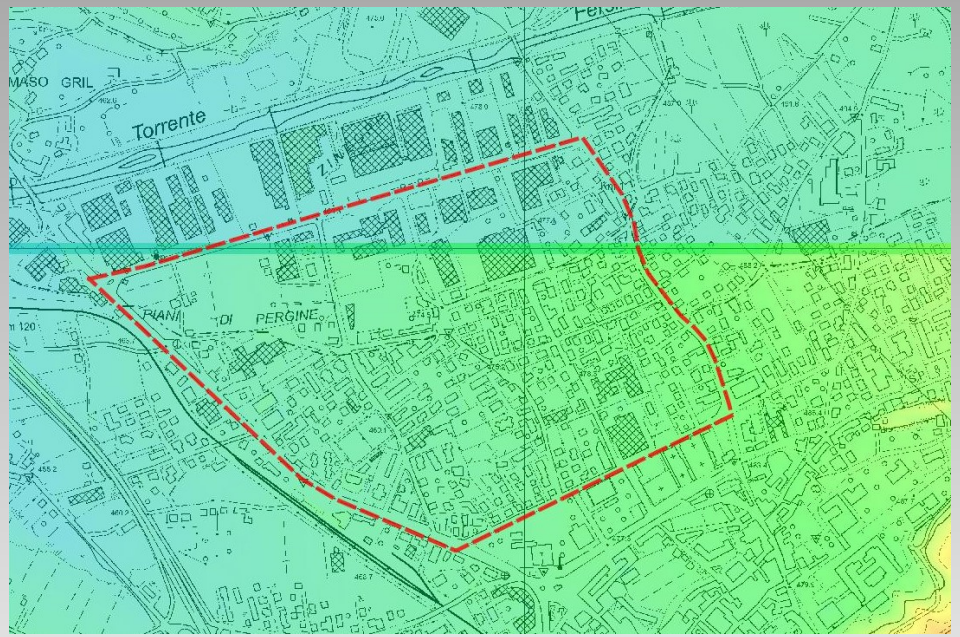
- pendenza non trascurabile in direzione EST-OVEST
- altitudine massima di 484 m
- altitudine minima di 461 m
- pendenza del piano stradale a favore del torrente Fersina
- larghezza delle strade sufficiente per l'affiancamento planimetrico delle reti

Analisi dell'area



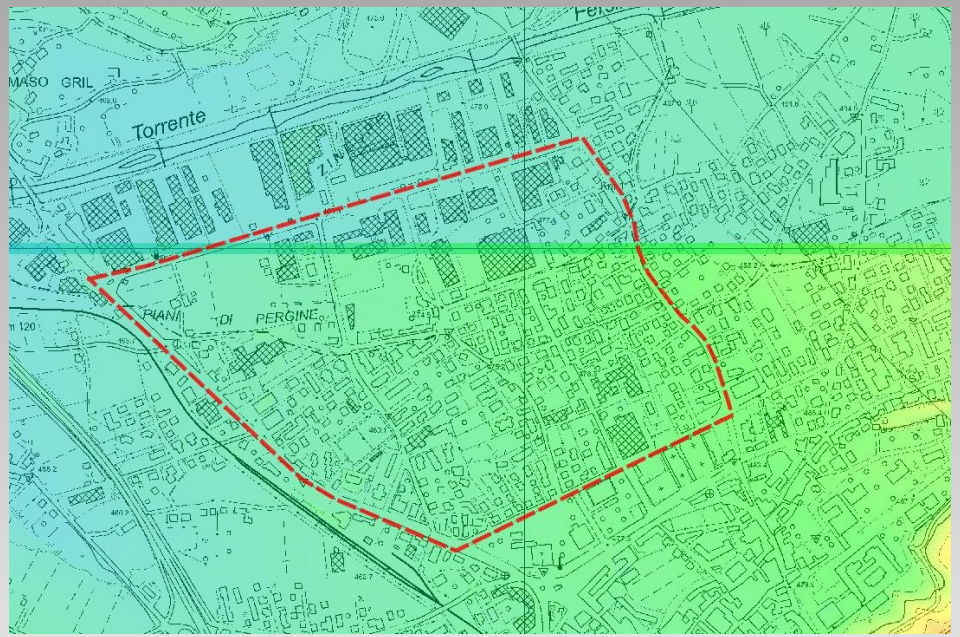
- pendenza non trascurabile in direzione EST-OVEST
- altitudine massima di 484 m
- altitudine minima di 461 m
- pendenza del piano stradale a favore del torrente Fersina
- larghezza delle strade sufficiente per l'affiancamento planimetrico delle reti

Analisi dell'area



- pendenza non trascurabile in direzione EST-OVEST
- altitudine massima di 484 m
- altitudine minima di 461 m
- pendenza del piano stradale a favore del torrente Fersina
- larghezza delle strade sufficiente per l'affiancamento planimetrico delle reti

Analisi dell'area



- pendenza non trascurabile in direzione EST-OVEST
- altitudine massima di 484 m
- altitudine minima di 461 m
- pendenza del piano stradale a favore del torrente Fersina
- larghezza delle strade sufficiente per l'affiancamento planimetrico delle reti

Ipotesi progettuali

- rete a maglia aperta
- collettore di scarico nel torrente Fersina
- acquedotto posto a 1.20 m sotto il piano stradale
- generatrice superiore della fognatura posta a 30 cm al di sotto dell'acquedotto
- pendenza iniziale pari alla pendenza del piano campagna

Ipotesi progettuali

- rete a maglia aperta
- collettore di scarico nel torrente Fersina
- acquedotto posto a 1.20 m sotto il piano stradale
- generatrice superiore della fognatura posta a 30 cm al di sotto dell'acquedotto
- pendenza iniziale pari alla pendenza del piano campagna

Ipotesi progettuali

- rete a maglia aperta
- collettore di scarico nel torrente Fersina
- acquedotto posto a 1.20 m sotto il piano stradale
- generatrice superiore della fognatura posta a 30 cm al di sotto dell'acquedotto
- pendenza iniziale pari alla pendenza del piano campagna

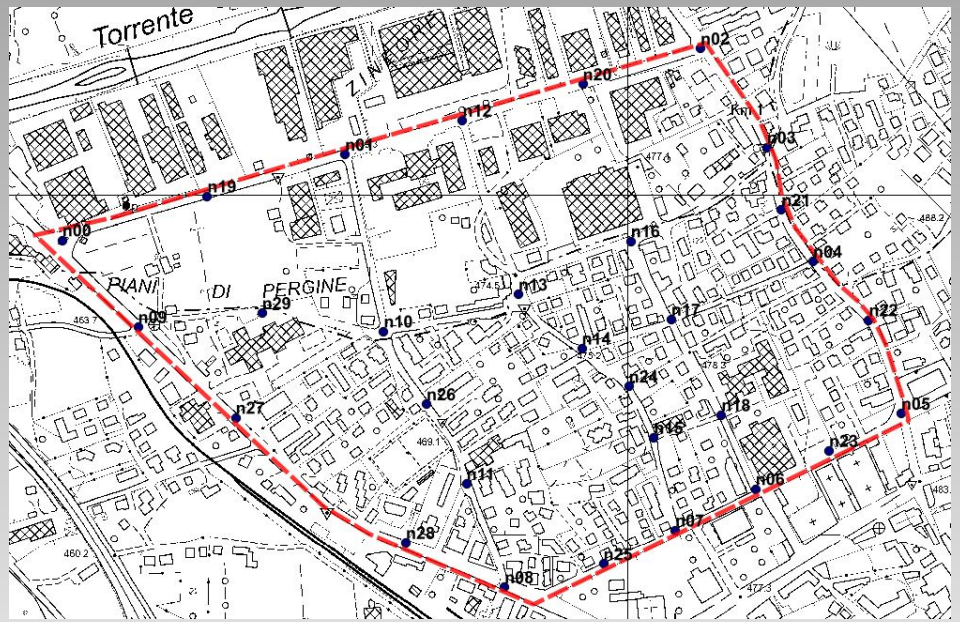
Ipotesi progettuali

- rete a maglia aperta
- collettore di scarico nel torrente Fersina
- acquedotto posto a 1.20 m sotto il piano stradale
- generatrice superiore della fognatura posta a 30 cm al di sotto dell'acquedotto
- pendenza iniziale pari alla pendenza del piano campagna

Ipotesi progettuali

- rete a maglia aperta
- collettore di scarico nel torrente Fersina
- acquedotto posto a 1.20 m sotto il piano stradale
- generatrice superiore della fognatura posta a 30 cm al di sotto dell'acquedotto
- pendenza iniziale pari alla pendenza del piano campagna

Creazione della rete su QGIS

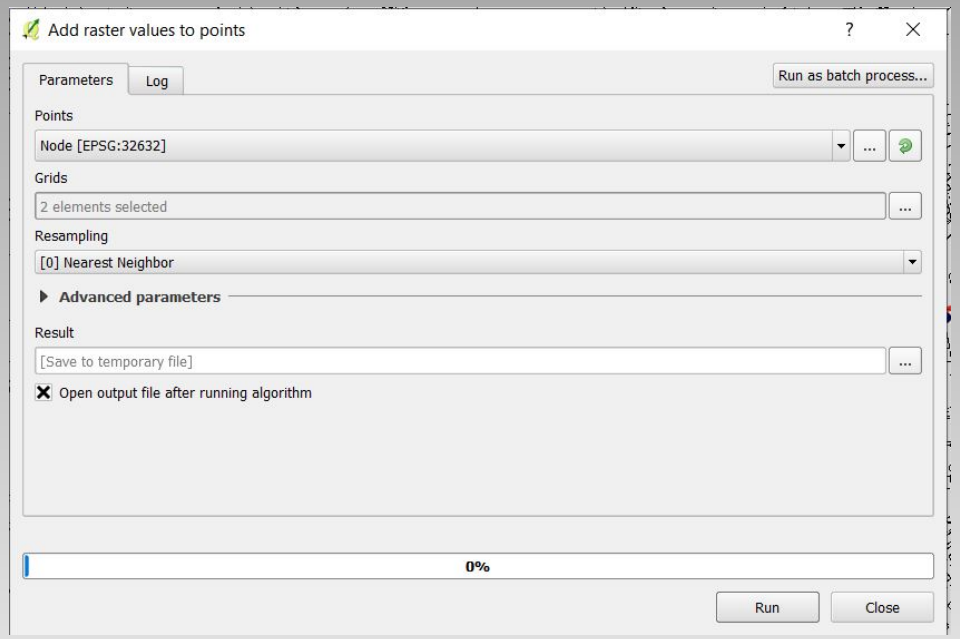


- posizionamento delle 30 *junctions*, principalmente sulle intersezioni stradali
- posizionamento dell'*outfall* in corrispondenza del torrente Fersina
- calcolo delle quote relative ai nodi
- creazione dei 30 tubi

Creazione della rete su QGIS

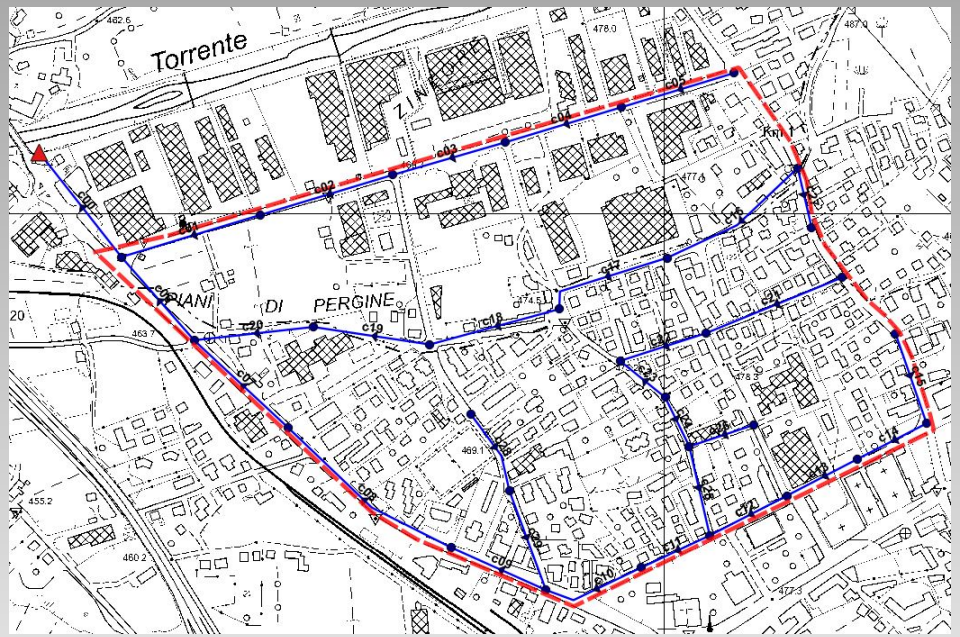
- posizionamento delle 30 *junctions*, principalmente sulle intersezioni stradali
- posizionamento dell'*outfall* in corrispondenza del torrente Fersina
- calcolo delle quote relative ai nodi
- creazione dei 30 tubi

Creazione della rete su QGIS



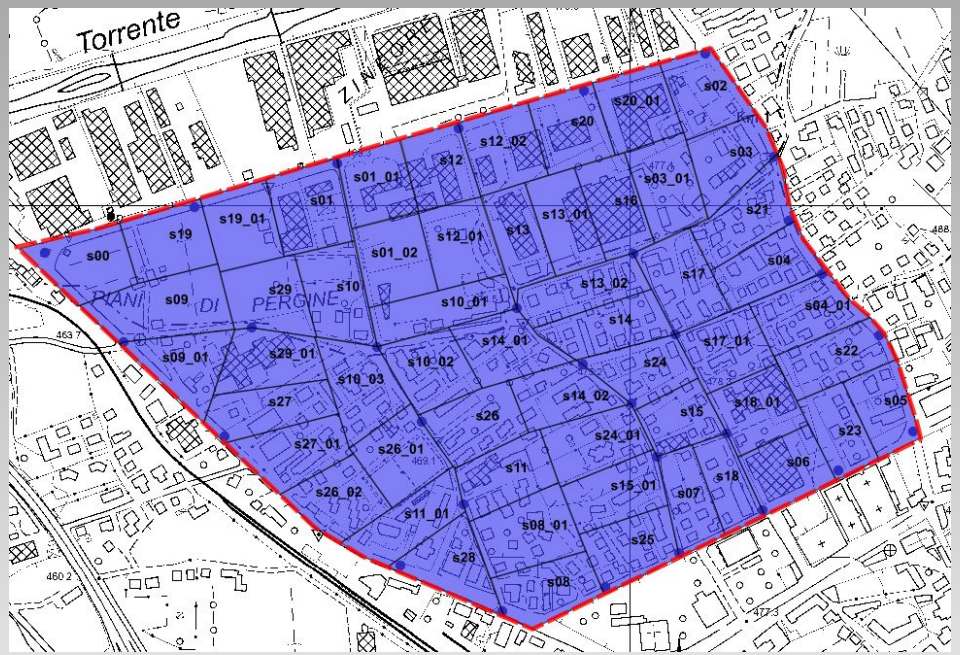
- posizionamento delle 30 *junctions*, principalmente sulle intersezioni stradali
- posizionamento dell'*outfall* in corrispondenza del torrente Fersina
- calcolo delle quote relative ai nodi
- creazione dei 30 tubi

Creazione della rete su QGIS



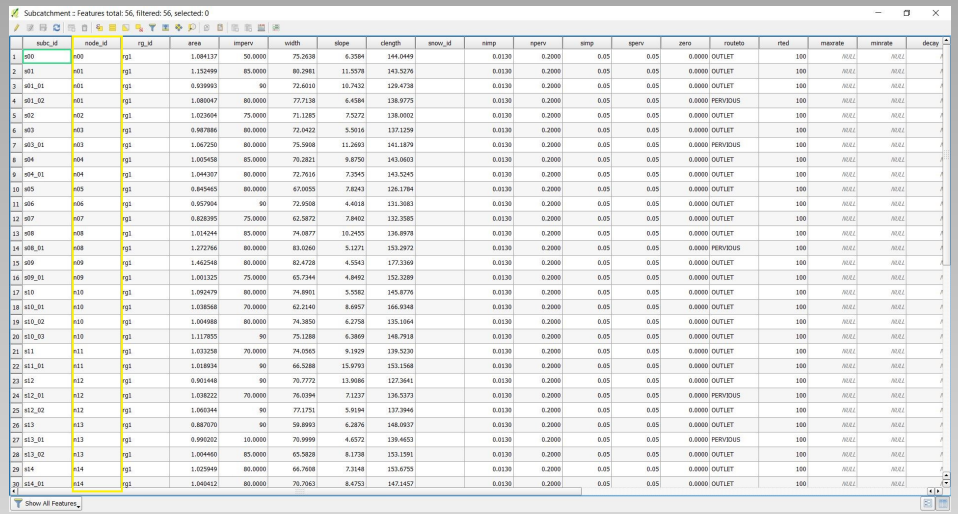
- posizionamento delle 30 *junctions*, principalmente sulle intersezioni stradali
- posizionamento dell'*outfall* in corrispondenza del torrente Fersina
- calcolo delle quote relative ai nodi
- creazione dei 30 tubi

Creazione della rete su QGIS



- creazione dei sottobacini il più possibile omogenei di area 1 *ha* circa
- assegnazione del nodo di scarico di ogni sottobacino
- definizione delle caratteristiche geometriche di ogni sottobacino

Creazione della rete su QGIS

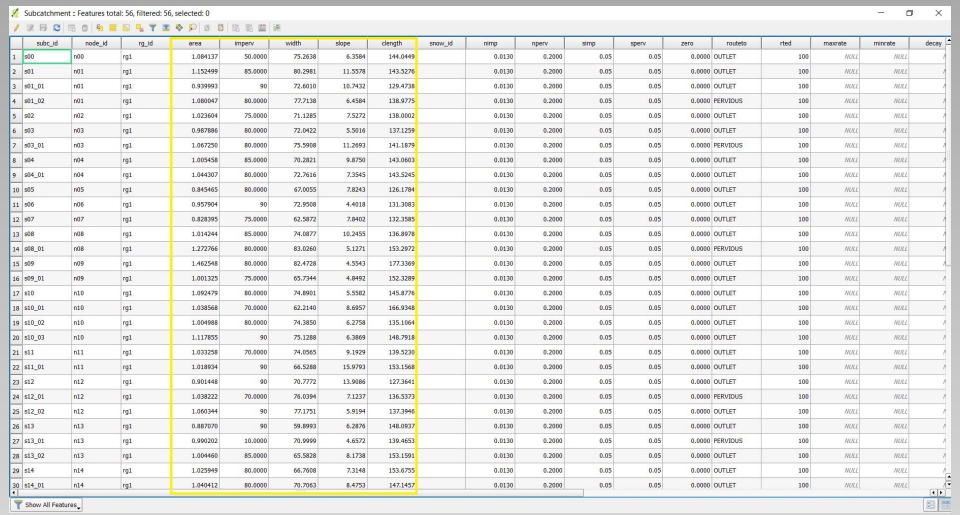

Subcatchment :: Features total: 56, filtered: 56, selected: 0

	subc_id	node_id	rg_id	area	imperv	width	slope	clength	snow_id	nimp	nperv	simp	sperv	zero	routeto	rted	maxrate	minrate	decay
1	s00	n00	rg1	1.084137	50.0000	75.2638	6.3584	144.0449		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
2	s01	n01	rg1	1.152499	85.0000	80.2981	11.5578	143.5276		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
3	s01_01	n01	rg1	0.939993	90	72.6010	10.7432	129.4738		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
4	s01_02	n01	rg1	1.080047	80.0000	77.7138	6.4584	138.9775		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
5	s02	n02	rg1	1.023604	75.0000	71.1285	7.5272	138.0002		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
6	s03	n03	rg1	0.987886	80.0000	72.0422	5.5016	137.1259		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
7	s03_01	n03	rg1	1.067250	80.0000	75.5908	11.2693	141.1879		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
8	s04	n04	rg1	1.005458	85.0000	70.2821	9.8750	143.0603		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
9	s04_01	n04	rg1	1.044307	80.0000	72.7616	7.3545	143.5245		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
10	s05	n05	rg1	0.845465	80.0000	67.0055	7.8243	126.1784		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
11	s06	n06	rg1	0.957904	90	72.9508	4.4018	131.3083		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
12	s07	n07	rg1	0.828395	75.0000	62.5872	7.8402	132.3585		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
13	s08	n08	rg1	1.014244	85.0000	74.0877	10.2455	136.8978		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
14	s08_01	n08	rg1	1.272766	80.0000	83.0260	5.1271	153.2972		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
15	s09	n09	rg1	1.462548	80.0000	82.4728	4.5543	177.3369		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
16	s09_01	n09	rg1	1.001325	75.0000	65.7344	4.8492	152.3289		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
17	s10	n10	rg1	1.092479	80.0000	74.8901	5.5582	145.8776		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
18	s10_01	n10	rg1	1.038568	70.0000	62.2140	8.6957	166.9348		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
19	s10_02	n10	rg1	1.004988	80.0000	74.3850	6.2758	135.1064		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
20	s10_03	n10	rg1	1.117855	90	75.1288	6.3869	148.7918		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
21	s11	n11	rg1	1.033258	70.0000	74.0565	9.1929	139.5230		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
22	s11_01	n11	rg1	1.018934	90	66.5288	15.9793	153.1568		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
23	s12	n12	rg1	0.901448	90	70.7772	13.9086	127.3641		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
24	s12_01	n12	rg1	1.038222	70.0000	76.0394	7.1237	136.5373		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
25	s12_02	n12	rg1	1.060344	90	77.1751	5.9194	137.3944		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
26	s13	n13	rg1	0.887070	90	59.8993	6.2876	148.0937		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
27	s13_01	n13	rg1	0.990202	10.0000	70.9999	4.6572	139.4653		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
28	s13_02	n13	rg1	1.004460	85.0000	65.5828	8.1738	153.1591		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
29	s14	n14	rg1	1.025949	80.0000	66.7608	7.3148	153.6755		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
30	s14_01	n14	rg1	1.040412	80.0000	70.7063	8.4753	147.1457		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	

Show All Features

- creazione dei sottobacini il più possibile omogenei di area 1 *ha* circa
- assegnazione del nodo di scarico di ogni sottobacino
- definizione delle caratteristiche geometriche di ogni sottobacino

Creazione della rete su QGIS



	subc_id	node_id	rg_id	area	imperv	width	slope	clength	snow_id	nimp	nperv	simp	sperv	zero	routeto	rted	maxrate	minrate	decay
1	s00	n00	rg1	1.084137	50.0000	75.2638	6.3584	144.0449		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
2	s01	n01	rg1	1.152499	85.0000	80.2981	11.5578	143.5276		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
3	s01_01	n01	rg1	0.939993	90	72.6010	10.7432	129.4738		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
4	s01_02	n01	rg1	1.080047	80.0000	77.7138	6.4584	138.9775		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
5	s02	n02	rg1	1.023604	75.0000	71.1285	7.5272	138.0002		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
6	s03	n03	rg1	0.987886	80.0000	72.0422	5.5016	137.1259		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
7	s03_01	n03	rg1	1.067250	80.0000	75.5908	11.2693	141.1879		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
8	s04	n04	rg1	1.005458	85.0000	70.2821	9.8750	143.0603		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
9	s04_01	n04	rg1	1.044307	80.0000	72.7616	7.3545	143.5245		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
10	s05	n05	rg1	0.845465	80.0000	67.0055	7.8243	126.1784		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
11	s06	n06	rg1	0.957904	90	72.9508	4.4018	131.3083		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
12	s07	n07	rg1	0.828395	75.0000	62.5872	7.8402	132.3585		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
13	s08	n08	rg1	1.014244	85.0000	74.0877	10.2455	136.8978		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
14	s08_01	n08	rg1	1.272766	80.0000	83.0260	5.1271	153.2972		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
15	s09	n09	rg1	1.462548	80.0000	82.4728	4.5543	177.3369		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
16	s09_01	n09	rg1	1.001325	75.0000	65.7344	4.8492	152.3289		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
17	s10	n10	rg1	1.092479	80.0000	74.8901	5.5582	145.8776		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
18	s10_01	n10	rg1	1.038568	70.0000	62.2140	8.6957	166.9348		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
19	s10_02	n10	rg1	1.004988	80.0000	74.3850	6.2758	135.1064		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
20	s10_03	n10	rg1	1.117855	90	75.1288	6.3869	148.7918		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
21	s11	n11	rg1	1.033258	70.0000	74.0565	9.1929	139.5230		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
22	s11_01	n11	rg1	1.018934	90	66.5288	15.9793	153.1568		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
23	s12	n12	rg1	0.901448	90	70.7772	13.9086	127.3641		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
24	s12_01	n12	rg1	1.038222	70.0000	76.0394	7.1237	136.5373		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
25	s12_02	n12	rg1	1.060344	90	77.1751	5.9194	137.3946		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
26	s13	n13	rg1	0.887070	90	59.8993	6.2876	148.0937		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
27	s13_01	n13	rg1	0.990202	10.0000	70.9999	4.6572	139.4653		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	PERVIDUS	100	NULL	NULL	
28	s13_02	n13	rg1	1.004460	85.0000	65.5828	8.1738	153.1591		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
29	s14	n14	rg1	1.025949	80.0000	66.7608	7.3148	153.6755		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	
30	s14_01	n14	rg1	1.040412	80.0000	70.7063	8.4753	147.1457		0.0130	0.2000	0.05	0.05	0.0000	OUTLET	100	NULL	NULL	

- creazione dei sottobacini il più possibile omogenei di area 1 *ha* circa
- assegnazione del nodo di scarico di ogni sottobacino
- definizione delle caratteristiche geometriche di ogni sottobacino

Esportazione della rete con Giswater

Tramite il software *Giswater* si esporta quanto fatto su QGIS in un file con estensione *inp*, il quale verrà importato su *SWMM*.

Intensità di precipitazione

Intensità di precipitazione

Si definisce *intensità di precipitazione* la grandezza

$$J(t_p, T_r) = \frac{h(t_p, T_r)}{t_p} = a(T_r)\, t_p^{n-1} \tag{1}$$

Stima dei parametri *a* e *n*

Dall'analisi pluviometrica, in particolare dal tracciamento delle *linee segnalatrici di possibilità pluviometrica*, si ricavano i valori dei parametri *a* e *n* relativi agli scrosci.

Tabella: Valori di *a* e *n* degli scrosci

	n	a
$T_r = 10\,y$	0.433588	33.437650
$T_r = 20\,y$	0.434880	37.914897
$T_r = 100\,y$	0.436892	48.052780

Calcolo delle intensità di precipitazione

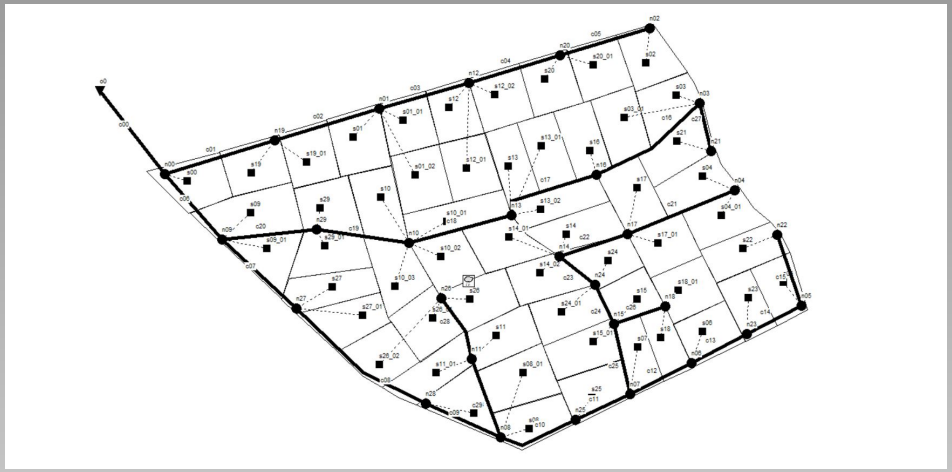
Inserendo i valori di appena trovati all'interno della (1) si ricavano le seguenti intensità:

Tabella: Intensità di precipitazione degli scrosci

	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
$T_r = 10\,y$	47.780861	29.880404	22.705529	18.686112	16.065279
$T_r = 20\,y$	57.041849	35.478913	26.874315	22.067188	18.939039
$T_r = 100\,y$	78.317726	48.303355	36.408581	29.791648	25.499248

che verranno utilizzate per la crezione della *timeseries*.

Verifica della rete su SWMM



- importazione del progetto in *SWMM*
- creazione della *timeseries*
- calcolo della portata massima per ogni nodo attraverso i relativi notebook

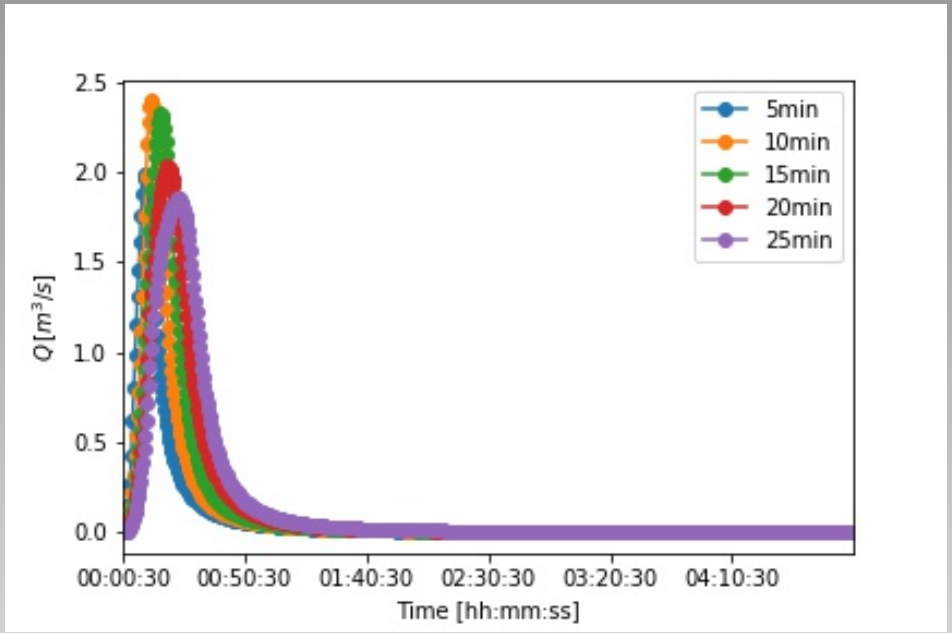
Verifica della rete su SWMM

timeseries_topaste.txt

```
[TIMESERIES]
;;Name            Date       Time       Value
;;-------------- ---------- ---------- ----------
;5 mins Rainfall
rain5                       00:00      47.780861
rain5                       00:01      47.780861
rain5                       00:02      47.780861
rain5                       00:03      47.780861
rain5                       00:04      47.780861
;
;10 mins Rainfall
rain10                      00:00      29.880404
rain10                      00:01      29.880404
rain10                      00:02      29.880404
rain10                      00:03      29.880404
rain10                      00:04      29.880404
rain10                      00:05      29.880404
rain10                      00:06      29.880404
rain10                      00:07      29.880404
rain10                      00:08      29.880404
rain10                      00:09      29.880404
;
;15 mins Rainfall
rain15                      00:00      22.705529
rain15                      00:01      22.705529
rain15                      00:02      22.705529
rain15                      00:03      22.705529
rain15                      00:04      22.705529
rain15                      00:05      22.705529
rain15                      00:06      22.705529
rain15                      00:07      22.705529
rain15                      00:08      22.705529
rain15                      00:09      22.705529
rain15                      00:10      22.705529
```

- importazione del progetto in *SWMM*
- creazione della *timeseries*
- calcolo della portata massima per ogni nodo attraverso i relativi notebook

Verifica della rete su SWMM



- importazione del progetto in *SWMM*
- creazione della *timeseries*
- calcolo della portata massima per ogni nodo attraverso i relativi notebook

Scelte progettuali

- tubi e pezzi speciali in polietilene strutturato ECOPAL SN 8 (`https://www.oppo.it/materiali/tubi_raccordi/ecopal_tubi.html`)
- coefficiente di Manning

$$n = 0.011$$

- moto uniforme e stazionario definito dalla formula di Guckler - Strickler

$$Q_{max} = k_s \, \Omega \, R_H^{2/3} \, i_f^{1/2}$$

- invertendo la formula per calcolare il diametro di prima approssimazione

$$D = b \left[\frac{2^{13/3} \, \frac{Q_{max}}{k_s \, i_f^{1/2}}}{(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})^{2/3} (\theta - \sin\theta)} \right]^{3/8}$$

$$\theta = 2 \, \cos^{-1}(1 - G)$$

Calcolo del diametro con jupyter

- calcolo del diametro di prima approssimazione relativo alla condotta in studio attraverso i jupyter notebook
- arrotondamento del diametro trovato al diametro commerciale

Tabella: DataFrame riassuntivo di ogni condotta

Condotta	Portata [l/s]	Pendenza	Diametro	G
c00	2396.29	0.008	1.025	0.748977
	theta	Rh	tau	Criterio di autopulizia
	239.73	0.309144	24.2616	Verificato!

Verifica della rete su SWMM

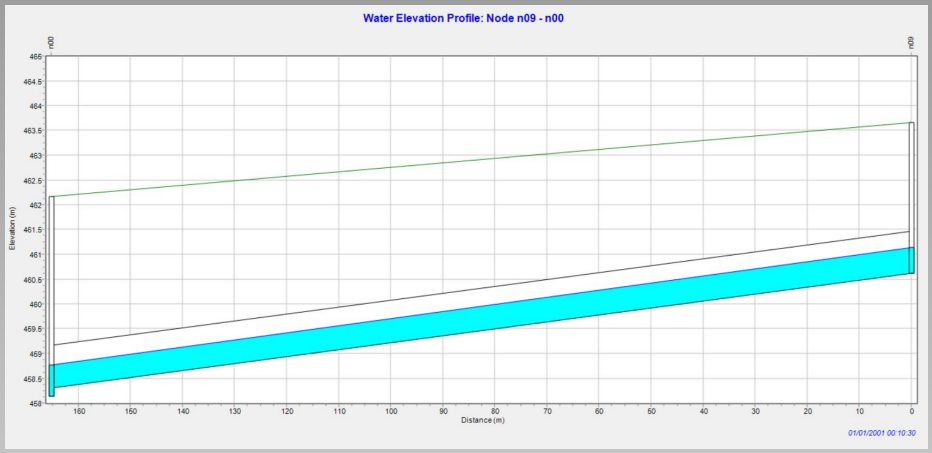
Conduit c00

Property	Value
Name	c00
Inlet Node	n00
Outlet Node	o0
Description	
Tag	
Shape	CIRCULAR
Max. Depth	1.025
Length	198.000
Roughness	0.0110
Inlet Offset	0.0000
Outlet Offset	0.0000
Initial Flow	0.0000
Maximum Flow	0.0000
Entry Loss Coeff.	0
Exit Loss Coeff.	0
Avg. Loss Coeff.	0

Coeff. for energy losses at the exit of the conduit

- sostituzione del diametro commerciale trovato all'interni di SWMM
- modifica della quota in funzione al diametro esterno della condotta
- verifica della condotta su SWMM

Verifica della rete su SWMM

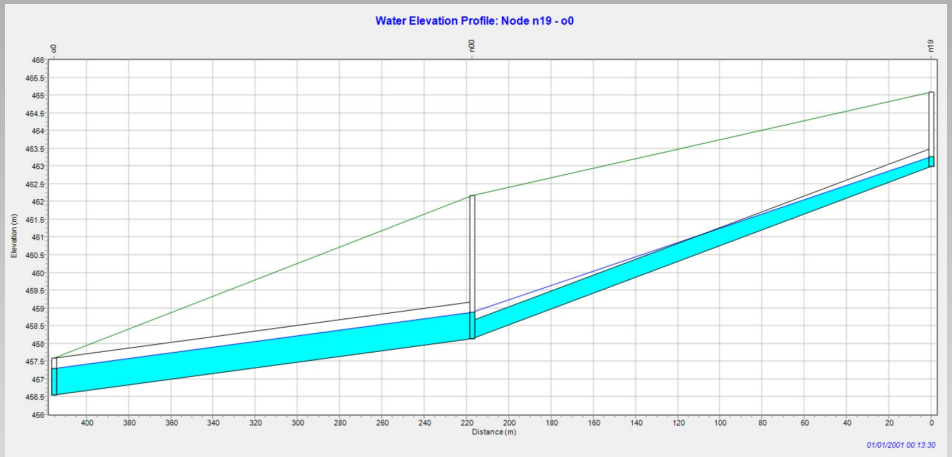


- sostituzione del diametro commerciale trovato all'interni di SWMM
- modifica della quota in funzione al diametro esterno della condotta
- verifica della condotta su SWMM

Verifica della rete su SWMM

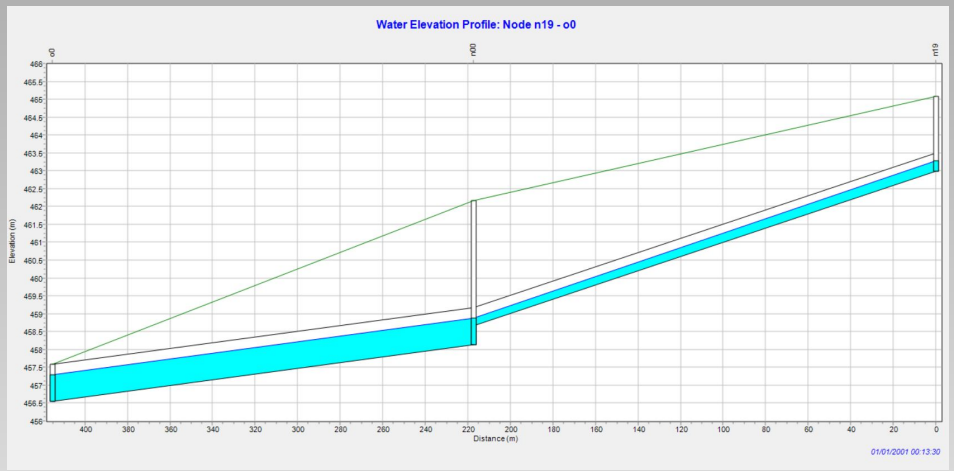
- verifica del criterio di autopulizia
- verifica della presenza di rigurgiti
- se presenti, si procede ad allineare i cieli dei tubi
- ricalcolo della pendenza e del diametro della condotta
- aggiornamento dei dati in caso di modifiche

Verifica della rete su SWMM



- verifica del criterio di autopulizia
- verifica della presenza di rigurgiti
- se presenti, si procede ad allineare i cieli dei tubi
- ricalcolo della pendenza e del diametro della condotta
- aggiornamento dei dati in caso di modifiche

Verifica della rete su SWMM



- verifica del criterio di autopulizia
- verifica della presenza di rigurgiti
- se presenti, si procede ad allineare i cieli dei tubi
- ricalcolo della pendenza e del diametro della condotta
- aggiornamento dei dati in caso di modifiche

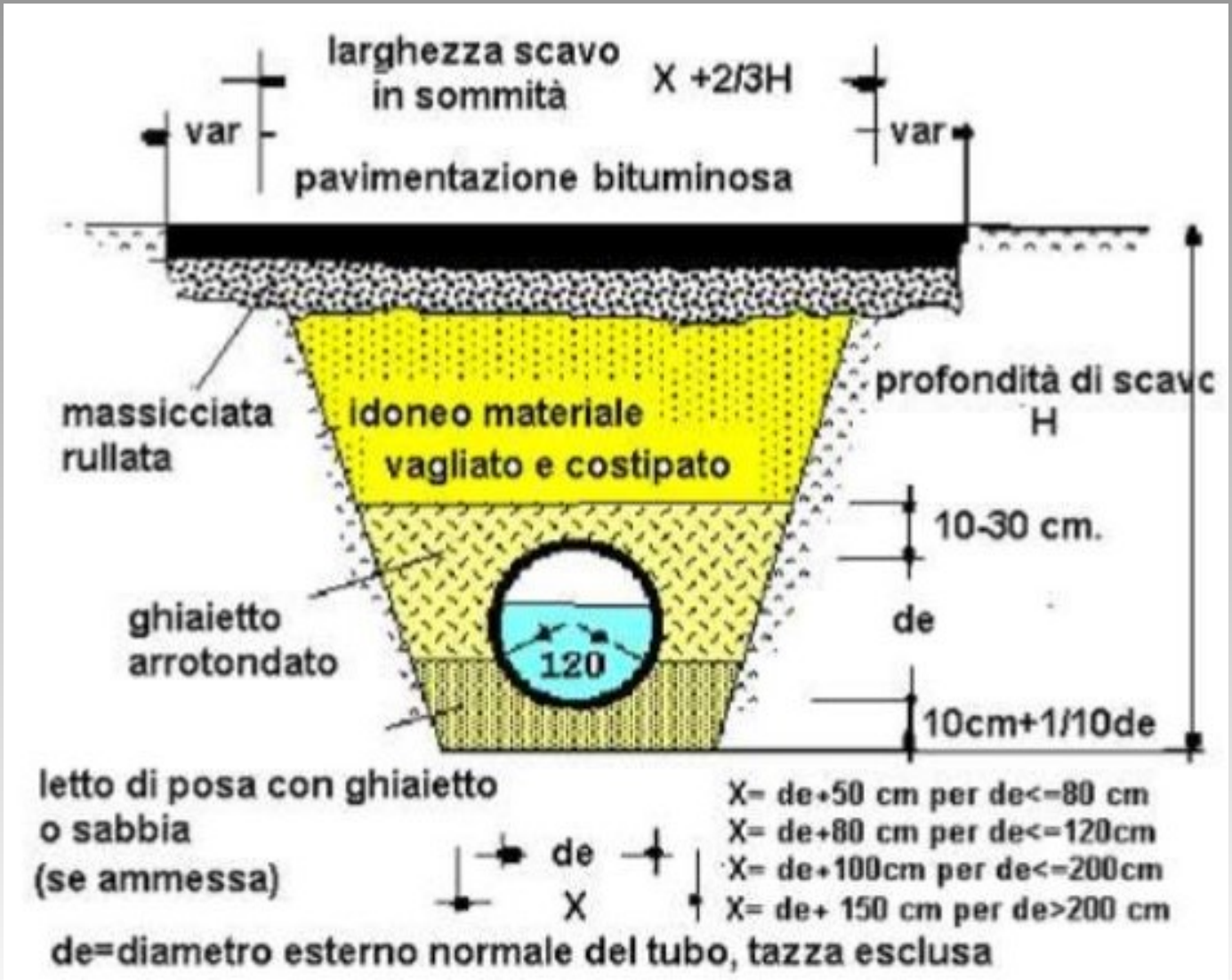
Verifica della rete su SWMM

- verifica del criterio di autopulizia
- verifica della presenza di rigurgiti
- se presenti, si procede ad allineare i cieli dei tubi
- ricalcolo della pendenza e del diametro della condotta
- aggiornamento dei dati in caso di modifiche

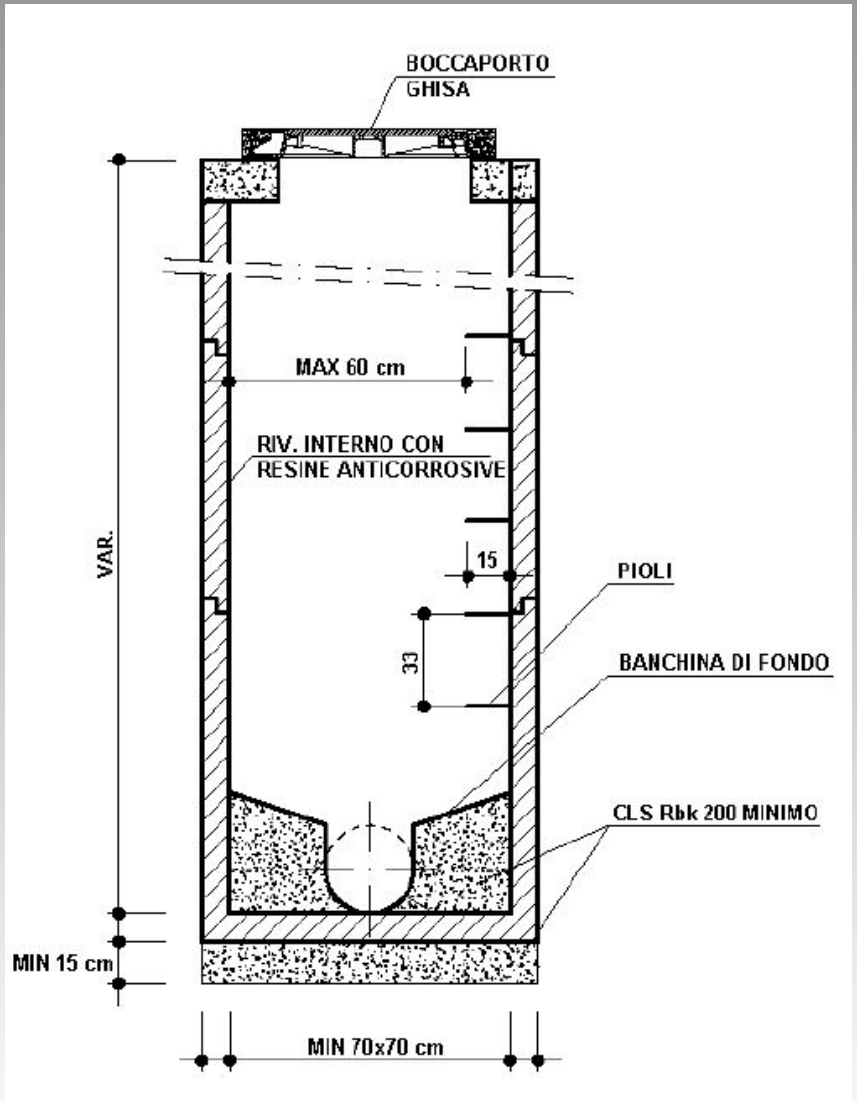
Rete finale

condotta	nodo iniziale	nodo finale	lunghezza	pendenza	nuova pendenza	diametro interno	diametro esterno
c00	n00	o0	198.000000	0.008803	0.005750	1.025	1.200
c01	n19	n00	217.300000	0.013451	0.019925	0.500	0.580
c02	n01	n19	206.300000	0.020917	0.020917	0.500	0.580
c03	n12	n01	175.500000	0.026460	0.026677	0.400	0.465
c04	n20	n12	180.100000	0.026834		0.400	0.465
c05	n02	n20	176.400000	0.025811	0.025993	0.218	0.250
c06	n09	n00	165.200000	0.009009	0.013963	0.853	1.000
c07	n27	n09	191.000000	0.008459	0.008498	0.800	0.930
c08	n28	n27	306.300000	0.008045	0.010000	0.800	0.930
c09	n08	n28	155.100000	0.015183	0.016132	0.800	0.930
c10	n25	n08	155.500000	0.020992	0.015757	0.690	0.800
c11	n07	n25	113.700000	0.020711	0.010000	0.853	0.930
c12	n06	n07	129.600000	0.020484	0.035638	0.344	0.400
c13	n23	n06	118.700000	0.018073	0.018115	0.344	0.400
c14	n05	n23	116.300000	0.026528	0.026503	0.273	0.315
c15	n22	n05	141.800000	0.004935		0.300	0.350
c16	n03	n16	240.000000	0.023753	0.021797	0.344	0.400
c17	n16	n13	194.100000	0.017676	0.018006	0.344	0.400
c18	n13	n10	200.300000	0.019580	0.019795	0.400	0.465
c19	n10	n29	176.500000	0.002975	0.003003	0.690	0.800
c20	n29	n09	178.900000	0.036173	0.038641	0.500	0.580
c21	n04	n17	219.800000	0.024531	0.024600	0.300	0.350
c22	n17	n14	134.700000	0.025093	0.025576	0.400	0.465
c23	n14	n24	86.700000	0.015767	0.003000	0.690	0.800
c24	n24	n15	81.600000	0.004067	0.004000	0.690	0.800
c25	n15	n07	136.400000	0.004113	0.007000	0.690	0.800
c26	n18	n15	102.000000	0.012990	0.028896	0.300	0.350
c27	n21	n03	92.200000	0.000098	0.005000	0.344	0.400
c28	n26	n11	130.500000	0.001250	0.001345	0.500	0.580
c29	n11	n08	157.800000	0.000883	0.001000	0.690	0.800

Schema di scavo per il calcolo delle quote



Schema pozzetto di ispezione



Quote finali

node	quota strada	quota fondo tubo	altezza fondo tubo	scavo tubo	precipitazione	scavo pozzetto	diametro interno netto pozzetto
n00	462.1700	458.1355	4.254500	4.474500	rain10	4.504500	1.5000
n01	469.4000	467.3000	2.258000	2.416000	rain10	2.508000	1.0000
n02	483.4300	481.6800	1.908000	2.066000	rain5	2.158000	0.8000
n03	483.7000	481.329000	2.517500	2.664000	rain10	2.767500	0.8000
n04	484.0000	482.1500	1.996500	2.143000	rain5	2.246500	0.8000
n05	483.5900	481.7400	1.975000	2.100000	rain5	2.225000	0.8000
n06	478.3600	476.4600	2.100000	2.300000	rain5	2.350000	0.8000
n07	475.7100	471.388700	4.514300	4.707300	rain10	4.764300	1.2000
n08	470.0900	467.802200	2.4808	2.6738	rain10	2.730800	1.2000
n09	463.6600	460.6135	3.239500	3.432500	rain10	3.489500	1.5000
n10	470.6500	468.3500	2.480000	2.660000	rain10	2.730000	1.2000
n11	470.2600	467.96	2.493000	2.686000	rain5	2.743000	1.2000
n12	474.0500	472.0850	2.105000	2.245000	rain10	2.355000	0.8000
n13	474.5700	472.6050	2.105000	2.245000	rain10	2.355000	0.8000
n14	475.2300	472.9300	2.431500	2.563000	rain10	2.681500	1.2000
n15	476.2700	472.343500	4.061500	4.196500	rain5	4.311500	1.2000
n16	478.0000	476.1000	2.040000	2.180000	rain10	2.290000	0.8000
n17	478.6100	476.6450	2.105000	2.245000	rain5	2.355000	0.8000
n18	477.5900	475.7400	1.996500	2.143000	rain5	2.246500	0.8000
n19	465.0900	462.9900	2.280000	2.460000	rain10	2.530000	1.0000
n20	478.8800	476.9150	2.123000	2.281000	rain10	2.373000	0.8000
n21	483.6900	481.7900	2.035000	2.170000	rain5	2.285000	0.8000
n22	484.2900	482.4400	1.996500	2.143000	rain5	2.246500	0.8000
n23	480.5100	478.6100	2.080000	2.260000	rain5	2.330000	0.8000
n24	476.6000	472.669900	4.110100	4.290100	rain5	4.360100	1.2000
n25	473.3500	470.2517	3.278300	3.458300	rain5	3.528300	1.2000
n26	470.4200	468.3250	2.235000	2.370000	rain5	2.485000	1.0000
n27	465.2700	462.2370	3.173000	3.313000	rain10	3.423000	1.2000
n28	467.7300	465.3000	2.588000	2.746000	rain10	2.838000	1.2000
n29	470.1200	467.8200	2.480000	2.660000	rain10	2.730000	0.8000
o0	460.3970	456.5515	3.945500	4.045500	-	4.195500	

Costo dello scavo

Costi derivanti dall'elenco prezzi della Provincia Autonoma di Trento

condotta	lunghezza	diametro esterno	larghezza scavo fondo	larghezza scavo sommità	volume di scavo
c00	198.000000	1.200	2.000	4.836	3028.328176
c01	217.300000	0.580	1.080	2.585	962.144135
c02	206.300000	0.580	1.080	2.352	731.386313
c03	175.500000	0.465	0.965	2.643	843.505650
c04	180.100000	0.465	0.965	2.296	629.298486
c05	176.400000	0.250	0.750	2.067	521.703000
c06	165.200000	1.000	1.800	3.200	949.900000
c07	191.000000	0.930	1.730	4.740	2908.360272
c08	306.300000	0.930	1.730	3.384	2094.089893
c09	155.100000	0.930	1.730	3.890	1495.901177
c10	155.500000	0.800	1.300	2.953	879.653133
c11	113.700000	0.930	1.730	3.392	782.124790
c12	129.600000	0.400	0.900	2.303	466.008120
c13	118.700000	0.400	0.900	2.303	426.814536
c14	116.300000	0.315	0.815	2.436	484.524001
c15	141.800000	0.350	0.850	3.558	1311.421218
c16	240.000000	0.400	0.900	2.260	826.656000
c17	194.100000	0.400	0.900	2.303	697.933458
c18	200.300000	0.465	0.965	2.296	699.880548
c19	176.500000	0.800	1.300	2.820	894.431400
c20	178.900000	0.580	1.080	2.495	729.494746
c21	219.800000	0.350	0.850	2.207	728.963037
c22	134.700000	0.465	0.965	2.296	470.663554
c23	86.700000	0.800	1.300	2.687	390.577720
c24	81.600000	0.800	1.300	4.040	934.704336
c25	136.400000	0.800	1.300	3.486	1128.697037
c26	102.000000	0.350	0.850	2.340	385.575300
c27	92.200000	0.400	0.900	3.015	597.986119
c28	130.500000	0.580	1.080	2.805	696.160428
c29	157.800000	0.800	1.300	2.953	892.664080

totale metri cubi	28589.550663
costo al metro cubo	19.22
costo totale scavo	549,491.16 €

Costo dei pozzetti

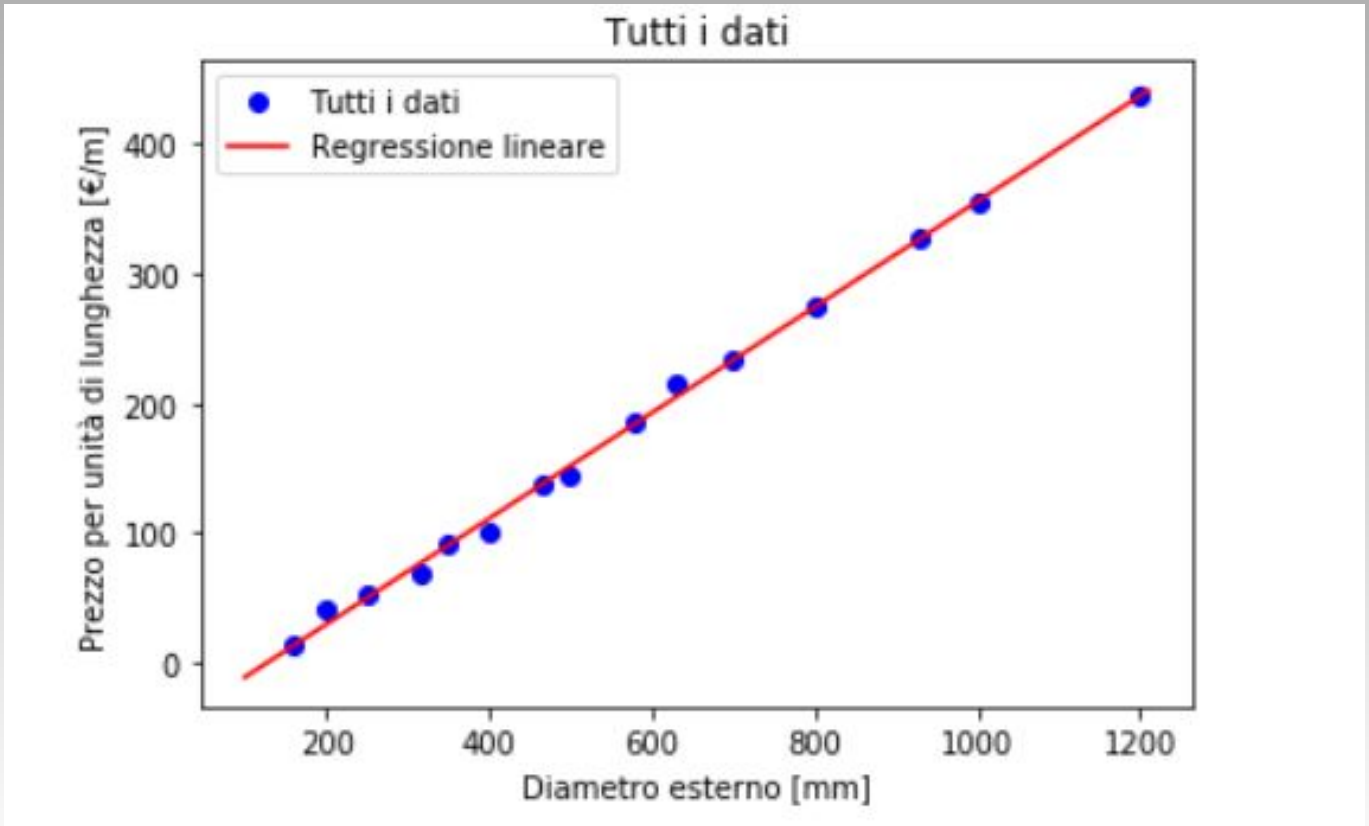
Costi derivanti dall'elenco prezzi della Provincia Autonoma di Trento

I costi comprendono le opere di movimento terra e di posa in opera dei pozzetti, con relativo sottofondo di magrone dello spessore di 15 *cm*.

Diametro interno netto	Prezzi [€/m]	Numero	Prezzo [€]
0.80	235.20	15	3,528.00 €
1.00	275.00	3	825.00 €
1.20	290.30	10	2,903.00 €
1.50	426.50	2	853.00 €
	totale	30	8,109.00 €

Calcolo costi condotte

Poiché l'elenco prezzi provinciale contiene i prezzi di solo una parte delle condotte impiegate nel progetto della rete di fognatura pluviale, è stata fatta un'analisi dei costi interpolando i dati noti attraverso la funzione di *regressione lineare*, come descritto nel relativo notebook.



Calcolo costi condotte

Diametro esterno [mm]	Prezzi [€/m]
160	13.115787
200	40.010000
250	52.640000
315	69.280000
350	90.646501
400	100.350000
465	137.572985
500	144.800000
580	184.499470
630	216.370000
700	233.466237
800	274.271876
930	327.319206
1000	355.883154
1200	437.494431

Calcolo costi condotte

Diametro esterno [mm]	Prezzi [€/m]	metri	Prezzo [€]
160	13.11578674	0	0.000
200	40.01	0	0.000
250	52.64	176.400	9285.696
315	69.28	116.300	8057.264
350	90.64650068	0	0.000
400	100.35	0	0.000
465	137.5729854	690.600	95007.904
500	144.8	0	0.000
580	184.4994702	733.000	135238.112
630	216.37	0	0.000
700	233.4662369	0	0.000
800	274.2718758	794.500	217909.005
930	327.3192064	766.100	250759.244
1000	355.8831537	165.200	58791.897
1200	437.4944315	198.000	86623.897
	totale	3640.100	861,673.02 €

Costo totale dell'opera

Il costo totale dell'opera, tenendo conto anche di una percentuale del 5% per gli imprevisti, risulta di

costo totale opera	1,419,273.18 €	+	5% di imprevisti	1,490,236.84 €
costo medio al metro	389.90 €			

Fine

Grazie per l'attenzione!