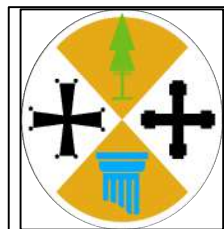




COMUNE DI SCILLA

CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA



**PIANO NAZIONALE PER IL SUD - INTERVENTI NEL SETTORE DELLE BONIFICHE
PER IL SUPERAMENTO DELLA PROCEDURA D'INFRAZIONE EU 2003-2077 CAUSA
C. 135-05 - DELIBERA CIPE 60/2012
BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE EX DISCARICA
LOC.TÀ SELLE AQUILE NEL COMUNE DI SCILLA**

CUP: F7251700010002

CIG:

Livello di progettazione	Progetto Esecutivo	Elaborato n. 2.d
Oggetto elaborato:	Relazione idrologica - idraulica	

Progettazione Esecutiva ATP: Capogruppo INGEAM SNC Mandanti: Arch. Carlo Muggeri Arch. Giovanni Tedesco	Ing. Antonio Barreca	Dott. Geol. Carlo Artusa	Arch. Francesco Morabito
 Via San Giuseppe Moscati, 89900 Vibo Valentia (VV) Tel. 0963 591253 e-mail: ingeamsnc@gmail.com pec: ingeamsnc@pec.it	Ing. Salvatore Morabito	Arch. Carlo Muggeri	Arch. Giovanni Tedesco

Ente appaltante:	RUP:	
Comune di Scilla	Arch. Bruno Doldo	

Commessa	Livello di progetto	Categoria dei lavori	Tipo elaborato	N. elaborato	REV	Data
2019/02	Esecutivo	P.03	RI	2.d	00	06/12/2019

REGIONE CALABRIA
Dipartimento Politiche dell'Ambiente

**BONIFICA DEI SITI DEFINITI AD ALTO RISCHIO NELLA
REGIONE CALABRIA**

LOTTO N. 5
SITO DI SCILLA, LOC. SELLE AQUILE (RC)

**PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA E
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE**

08508490072	9061	REV. 2	Agosto 2016
-------------	------	--------	-------------

ELABORATO E4

RELAZIONE IDROLOGICA



Distribuzione

N. di copie	Destinatari	Località
8	Regione Calabria	Catanzaro
1	Golder Associates	Torino
1	Nautilus	Vibo Valentia

INDICE

1.	Premessa.....	1
2.	Normativa di riferimento.....	2
3.	Inquadramento geografico.....	3
4.	Calcoli Idrologici – determinazione delle portate	4

ALLEGATI

Allegato E4.1 – Superficie di deflusso

1. PREMESSA

La scrivente ATI, composta dalla Golder Associates S.r.l. ("Golder") e dalla Nautilus S.c. ("Nautilus"), ha elaborato il Progetto Operativo di bonifica ("POB") e Messa in Sicurezza Permanente (MISP) ai sensi del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. ("D.Lgs. 152/06") per il sito denominato Scilla (lotto 5), ubicato nel Comune di Scilla (RC) in loc. Selle Aquile ("Sito").

Il presente documento costituisce la relazione idrologica a supporto degli interventi previsti dal POB (Progetto Operativo di Bonifica) e MISP (Messa in Sicurezza Permanente).

Il presente documento illustra:

- le caratteristiche geografiche del sito
- i dati pluviometrici utilizzati
- le caratteristiche del bacino idrografico
- il calcolo delle portate defluenti per diversi tempi di ritorno.

I valori di portata sono utilizzati nella Relazione Idraulica (**Elaborato E5**) per il dimensionamento e la verifica delle canalizzazioni (tubazione, canale e canalette) previste in progetto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento consultate per l'elaborazione del presente documento e della Relazione Idraulica (**Elaborato E5**) sono:

1) Norme di Attuazione e Misure di salvaguardia del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria approvato in data 28/12/2001.

2) Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) (ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n. 183, dell'art.1 Legge 3 agosto 1998 n. 267). "Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione."

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Sito che occupa la testata di due impluvi, si estende lungo la scarpata a valle della strada che collega l'abitato di San Giovanni con quello di Nocellari, nel territorio comunale di Scilla. La pendenza media del versante è elevata.

Le abitazioni più vicine si trovano ad una distanza di circa 50 m (150 m dall'area principale). I terreni circostanti sono aree boschive e non sono coltivati.

Il Sito è caratterizzato da una serie di scarichi impropri e non autorizzati lungo la scarpata del versante, che degrada fortemente verso il mar Tirreno (da cui dista circa 1,5 km) e che si trova a valle di una strada realizzata in battuto di cemento.

I rifiuti depositati sono principalmente costituiti da cumuli di rifiuti solidi urbani (RSU), inerti, materiali da demolizione, pneumatici ed elettrodomestici, parzialmente ricoperti dalla vegetazione.

Nell'area si individuano parecchi rifiuti ingombranti scaricati dalla strada lungo le scarpate. Non sembrerebbero presenti materiali contenenti amianto.

4. CALCOLI IDROLOGICI – DETERMINAZIONE DELLE PORTATE

Per quanto riguarda l'elaborazione dei dati idrologici, essendo presente in prossimità del Sito oggetto di studio una stazione pluviometrica, si ritiene opportuno considerare i dati di piovosità rilevati da tale stazione.

E' stata scelta come stazione rappresentativa la stazione meteorologica di Scilla, sia per posizione geografica che per la disponibilità di dati.

Il tempo di corrvazione per il Sito risulta inferiore all'ora, di conseguenza è necessario considerare i dati per tempi di scroscio inferiori all'ora. Si riportano nella tabella sottostante i dati raccolti dalla Stazione di Scilla (cod. 2510) – Piogge massime annuali di durata pari a 15-20-30 minuti (esprese in mm).

ANNO	MAX 15 MIN	MAX 20 MIN	MAX 30 MIN
1991	16.4	16.8	20.8
1992	14.0	15.6	20.4
1993	21.2	27.4	41.2
1994	11.8	14.4	17.4
1995	12.8	12.8	13.0
1996	22.6	26.2	31.8
1997	23.0	29.6	38.2
1998	18.4	20.6	21.4
1999	24.4	31.6	46.2
2000	16.6	21.0	31.8
2001	19.8	21.4	27.8
2002	17.6	19.6	26.4
2003	17.4	18.8	19.8

L'elaborazione di tali dati è stata eseguita attraverso il metodo probabilistico di Gumbel (detto anche metodo del valore estremo). Con tale metodo il valore $h(tr)$ dell'altezza di pioggia complessiva, corrispondente ad un fenomeno di una durata avente tempo di ritorno Tr , è dato dalla relazione:

$$(4.1) \quad h(Tr) = N + (1/\alpha) \cdot y$$

dove:

- $h(Tr)$ = altezza di pioggia espressa in mm, avente una determinata durata t ed un tempo di ritorno Tr
- $N=M-0,45 \cdot \sigma$
- $1/\alpha=0,7797 \cdot \sigma$
- M = media dei valori massimi annuali
- σ = scarto quadratico medio (o deviazione standard)
- $y=-\ln[-\ln(1-1/Tr)]$

I parametri M , N , $1/\alpha$ vengono ricavati direttamente elaborando i dati disponibili relativi alle serie storiche dei valori massimi delle altezze di pioggia della stazione pluviometrica di riferimento, relative alle diverse durate.

Per la stazione pluviometrica si è quindi calcolato:

- i parametri statistici relativi ai massimi annui per le piogge di durata 15,20,30 minuti
- controllato l'adattamento della distribuzione di Gumbel ai dati osservati attraverso la carta probabilistica di Gumbel
- tracciato la curva di possibilità pluviometrica $[\log(t), \log(h)]$.

La stazione pluviometrica di Scilla ha registrato i massimi annuali di pioggia dal 1991 al 2003 per un totale di 13 osservazioni.

Con tali dati si sono quindi calcolati i parametri statistici di Gumbel:

	15 min	20 min	30 min
M	18.15	21.22	27.40
σ	3.95	5.91	9.98
N	16.38	18.56	22.91
$1/\alpha$	3.08	4.60	7.78

Nella Tabella seguente sono riassunte le altezze di pioggia (in mm) di durata da 15, 20, 30 minuti per un tempo di ritorno Tr di 10-50-100-200 anni ottenute tramite la relazione 4.1.

Tr	10	50	100	200
P(Y)	0.900	0.980	0.990	0.995
Y	2.250	3.902	4.600	5.296
t[min]	h [mm]			
15	23.30	28.39	30.54	32.68
20	28.92	36.52	39.74	42.94
30	40.41	53.26	58.69	64.10

Una volta stimati i parametri della distribuzione di Gumbel, è necessario verificare l'adattamento ai dati del campione a disposizione, per ogni tempo di pioggia.

Questo controllo si effettua utilizzando la carta probabilistica di Gumbel, che ha in ascissa la variabile ridotta y ed in ordinata i valori delle varie altezze di pioggia, entrambe in scala lineare.

In tale carta si possono notare i campioni rappresentati da una serie di punti, e la distribuzione di Gumbel, rappresentata con la retta di equazione 4.1.

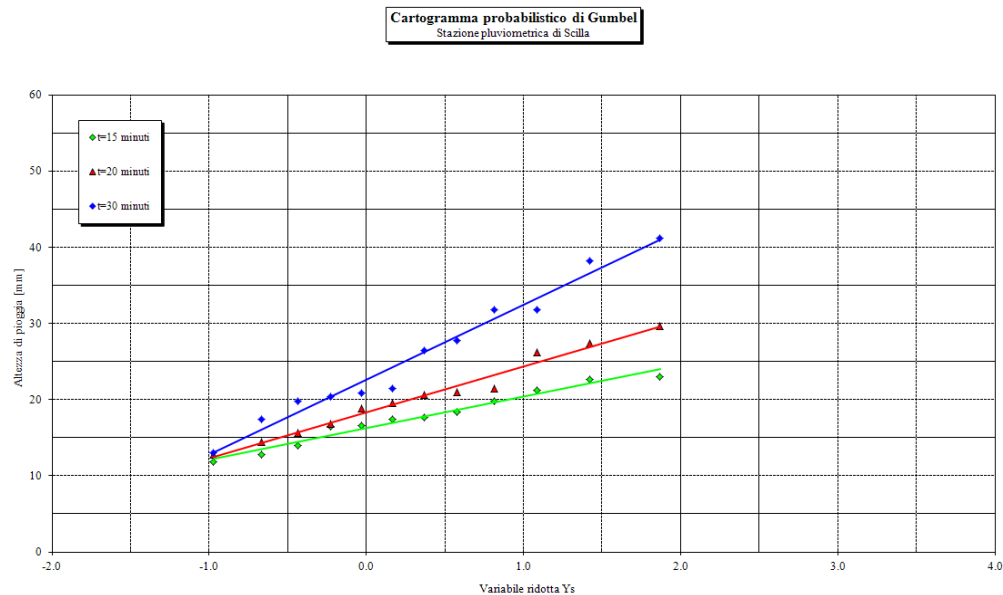
Al fine di riportare un campione analizzato sulla carta di Gumbel, per prima cosa occorre ordinare in modo crescente le "m" osservazioni disponibili per poi calcolare la durata probabile dell'osservazione di ordine "n" tramite la relazione:

$$(4.2) \quad \Phi(n) = n/(m+1)$$

Infine, si calcola il tempo di ritorno legato a tale durata probabile con la relazione:

$$(4.3) \quad Tr = 1/(1-\Phi(n))$$

In questo modo, ad ogni altezza di pioggia misurata si può associare un tempo di ritorno e quindi anche un valore della variabile ridotta y , tale da poter rappresentare il campione sulla carta di Gumbel.



Osservando il cartogramma probabilistico di Gumbel si può notare che la distribuzione di Gumbel presenta un soddisfacente adattamento ai valori delle serie storiche dei dati disponibili; per ogni tempo di pioggia quindi si può procedere col ricavare la curva di possibilità pluviometrica.

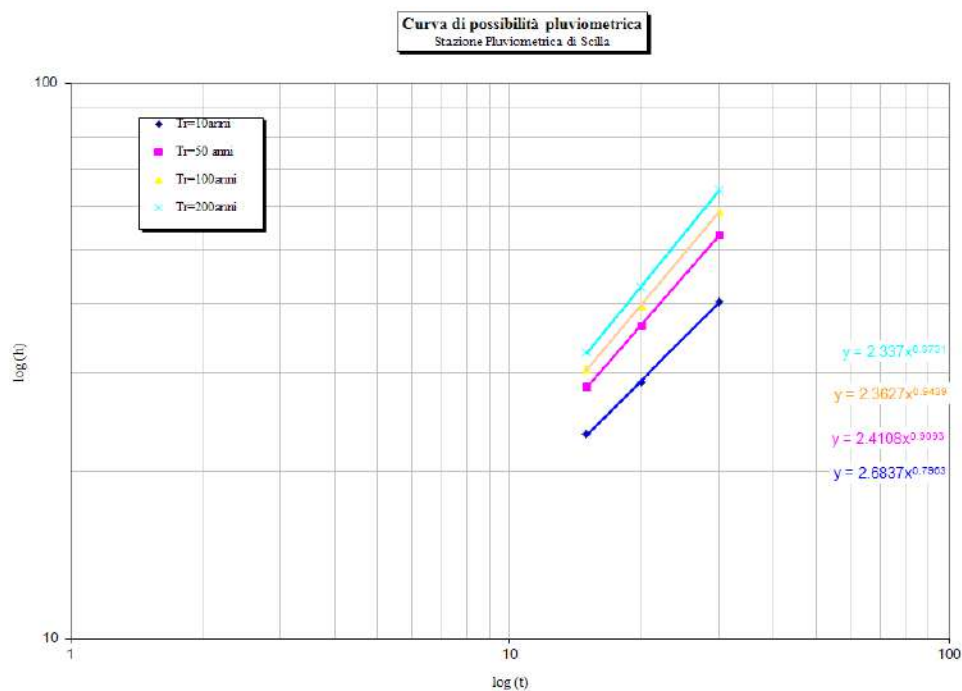
L'espressione della curva è la seguente:

$$(4.4) \quad h = a \cdot t^n$$

Partendo dalle altezze di pioggia ottenute dalla elaborazione statistica si calcolano per ciascuna curva, le costanti “a” ed “n”, e per far questo si linearizza l'equazione

$$(4.5) \quad \log h = \log a + n \log t$$

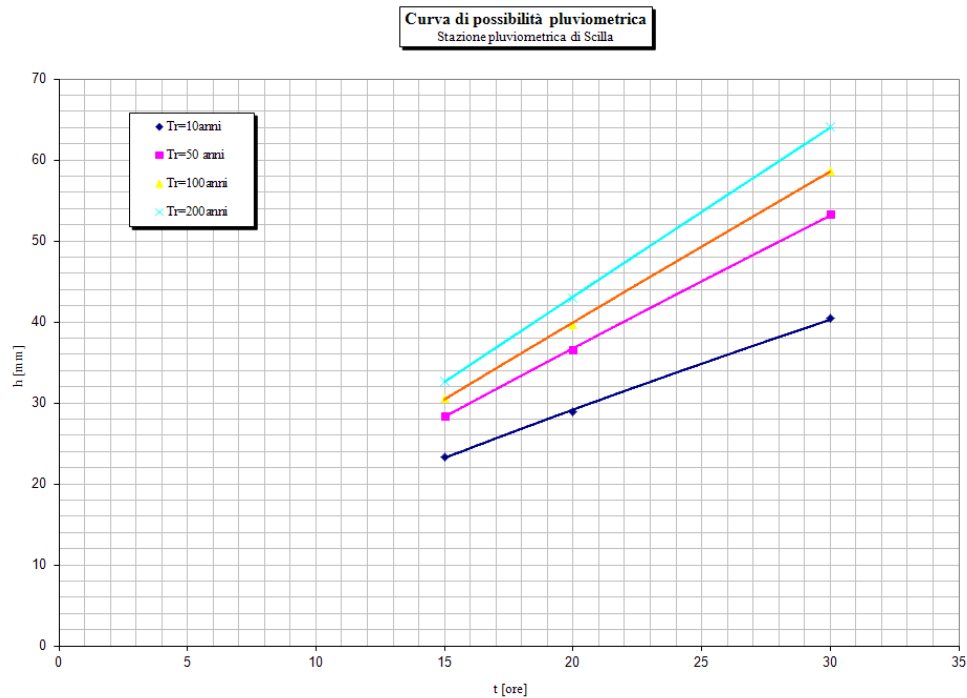
e si traccia nel piano ($\log h$; $\log t$) la retta interpolante i vari punti, ottenuta mediante interpolazione dei valori col metodo dei minimi quadrati; tale metodo rende minima la somma dei quadrati degli scarti tra i valori dei dati osservati e i corrispondenti valori ricavati con la relazione (4.5).



Si arriva così a determinare i valori delle costanti “a” ed “n”:

- “a” come punto intercettato sull'asse delle ordinate;
- “n” come coefficiente angolare della retta interpolatrice.

Tr (anni)	10	50	100	200
a	2.68	2.41	2.36	2.34
n	0.796	0.909	0.944	0.973



Tramite tali curve. È possibile calcolare l'altezza di pioggia totale di durata pari a 15,20,30 minuti per un tempo di ritorno $Tr = 10-50-100-200$ anni.

Tr (anni)	10	50	100	200
15 min	23	28	30	33
20 min	29	37	40	43
30 min	40	53	59	64

Le portate Q da drenare vengono calcolate applicando il metodo cinematico mediante la seguente relazione:

$$Q = \Psi_{\text{MEDIO}} \times A \times i / 3600 \text{ (l/sec)}$$

dove:

- Ψ_{MEDIO} è il coefficiente di afflusso ai collettori;
- A è l'area sottesa in mq;
- i è l'intensità della precipitazione espressa in mm/h.

Per il coefficiente Ψ_{MEDIO} , che è quello che condiziona in ultima analisi il dimensionamento dei collettori, si adotta la seguente scala, desunta dalle indicazioni riportate in letteratura e in particolare dai suggerimenti di G. Ippolito, che cita la tabella di Kuichling e i valori adottati in media per le fognature tedesche, e di V. Nanni, che riporta elementi analitici relativi a singole superfici e globali (riferiti a zone o aree estese):

- ✓ parchi, giardini, prati, ecc., da 0,25 a 0,05, secondo il tipo e la pendenza del terreno, la presenza di terrazzamenti, il tipo e l'estensione degli insediamenti, lo sviluppo del reticolo viario;
- ✓ centri di paese: da 0,6 a 0,4;
- ✓ aree di paese con insediamenti spazianti, orti e giardini 0,40;
- ✓ zone a villini da 0,35 a 0,25;
- ✓ aree non edificate da 0,20 a 0,15;
- ✓ aree sportive e giardini da 0,20 a 0,10;
- ✓ pavimentazioni in asfalto, tetti, terrazze, lastricati da 0,9 a 0,7;
- ✓ lastricati ben connessi 0,8 – 0,7;
- ✓ lastricati ordinari 0,7 – 0,5;
- ✓ macadam e selciati 0,6 – 0,4;
- ✓ giardini, parchi, boschi 0,1 – 0.

A favore di sicurezza si assume:

- $i = 65\text{mm/h}$;
- $\Psi = 0,50$.

Effettuando il calcolo delle portate Q da drenare, applicando il metodo cinematico, si ottengono le seguenti portate:

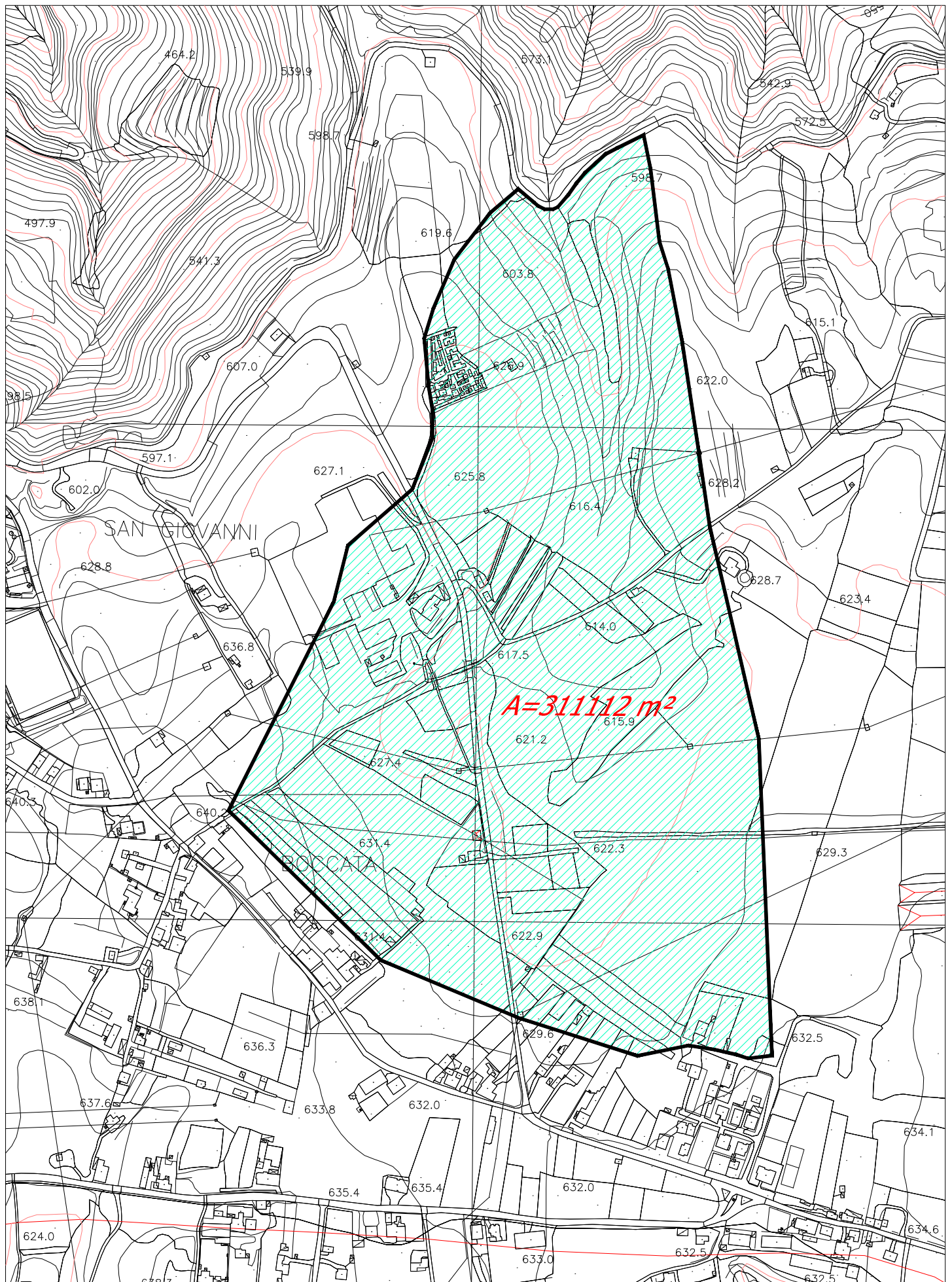
Area Sottesa	Area Sottesa (m ²)	Q (l/s)	Q (m ³ /s)
a	311112	2809	2,8

ALLEGATI

ALLEGATO E4.1

Superfici di deflusso

INDIVIDUAZIONE BACINO
scala 1:5.000



REGIONE CALABRIA
Dipartimento Politiche dell'Ambiente

**BONIFICA DEI SITI DEFINITI AD ALTO RISCHIO NELLA
REGIONE CALABRIA**

LOTTO N. 5
SITO DI SCILLA, LOC. SELLE AQUILE (RC)

**PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA E
MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE**

08508490072	9061	REV. 2	Agosto 2016
-------------	------	--------	-------------

ELABORATO E5

RELAZIONE IDRAULICA



Distribuzione

N. di copie	Destinatari	Località
8	Regione Calabria	Catanzaro
1	Golder Associates	Torino
1	Nautilus	Vibo Valentia

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	DESCRIZIONE DEL SITO	3
3.1.	<u>Gestione delle acque meteoriche</u>	4
4.	VERIFICA IDRAULICA.....	5
4.1.	<u>Cenni teorici</u>	5
4.2.	<u>Calcoli effettuati</u>	6

ALLEGATI

Allegato E5.1 – Superfici di deflusso e tabelle calcoli idraulici

1. PREMESSA

La scrivente ATI, composta dalla Golder Associates S.r.l. ("Golder") e dalla Nautilus S.c. ("Nautilus"), ha elaborato il Progetto Operativo di bonifica ("POB") e Messa in Sicurezza Permanente (MISP) ai sensi del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i. ("D.Lgs. 152/06") per il sito (lotto 5), ubicato nel Comune di Scilla (RC) in loc. Selle Aquile ("Sito").

Il presente documento costituisce la Relazione idraulica (**Elaborato E5**) a supporto degli interventi previsti dal progetto e illustra il dimensionamento idraulico del sistema di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche verso le aree circostanti.

Il calcolo delle portate idriche di riferimento è sviluppato nella Relazione Idrologica (**Elaborato E4**).

Nella presente Relazione sono descritte:

- Scelta delle dimensioni delle canalizzazioni
- Verifica della capacità di deflusso delle canalizzazioni rispetto alle portate generate dalle piogge intense.

La descrizione delle elaborazioni svolte è nel testo del presente documento. In **Allegato E5.1** è riportato il dettaglio dei calcoli svolti.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le norme di riferimento consultate per l'elaborazione del presente documento e della Relazione Idrologica (**Elaborato E4**) sono:

1) Norme di Attuazione e Misure di salvaguardia del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria approvato in data 28/12/2001.

2) Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) (ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n. 183, dell'art.1 Legge 3 agosto 1998 n. 267). "Linee guida sulle verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione."

3. DESCRIZIONE DEL SITO

Il Sito che occupa la testata di due impluvi, si estende lungo la scarpata a valle della strada che collega l'abitato di San Giovanni con quello di Nocellari, nel territorio comunale di Scilla. La pendenza media del versante è elevata.

Le abitazioni più vicine si trovano ad una distanza di circa 50 m (150 m dall'area principale). I terreni circostanti sono aree boschive e non sono coltivati.

Il Sito è caratterizzato da una serie di scarichi impropri e non autorizzati lungo la scarpata del versante, che degrada fortemente verso il mar Tirreno (da cui dista circa 1,5 km) e che si trova a valle di una strada realizzata in battuto di cemento.

I rifiuti depositati sono principalmente costituiti da cumuli di rifiuti solidi urbani (RSU), inerti, materiali da demolizione, pneumatici ed elettrodomestici, parzialmente ricoperti dalla vegetazione.

Nell'area si individuano parecchi rifiuti ingombranti scaricati dalla strada lungo le scarpate. Non sembrerebbero presenti materiali contenenti amianto.

In funzione della situazione riscontrata localmente, sono state differenziate le seguenti aree (**Tavola 1**):

- aree interessate dalla presenza di rifiuti superficiali sparsi e da contaminazione del terreno superficiale (Zona A);
- aree interessate dalla presenza di terreno di riporto e rifiuti mineralizzati misti a scisti fratturati in profondità e contaminazione del terreno superficiale e profondo, oltre alla presenza di rifiuti superficiali sparsi (Zona B);
- aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti superficiali sparsi (Zona C);
- aree caratterizzate da presenza di rifiuti superficiali sparsi e da contaminazione nello strato di terreno superficiale (zona D).

La zona B, è la zona di scarico principale e risulta compresa tra i due lati dell'impluvio principale colmati da scarichi impropri fino a formare un piccolo piazzale. In quest'area si prevedono i seguenti interventi:

- rimozione dei rifiuti ingombranti e loro trasporto a discarica;
- rimozione dei rifiuti superficiali sparsi;
- creazione di una pista di accesso alla parte bassa del sito;
- scavo di un primo gradone a valle della strada fino a quota 583,5 mslm, costruzione di un'opera di sostegno (gabbionata) a valle della strada (zona B);

- scavo di un secondo gradone a valle del primo fino a quota 581,5 mslm, costruzione di un'opera di sostegno (gabbionata) a valle del primo gradone (zona B);
- scavo di scotico sulle superfici adiacenti ed a valle dell'area gradonata (zona D);
- realizzazione di una copertura composita superficiale ("capping") sia sulla superficie della zona B, sia su quella della zona D;
- opere di regimazione idraulica.

3.1. Gestione delle acque meteoriche

Nell'area oggetto di intervento di *capping* (Zona B) si prevede la realizzazione di opere di regimazione idraulica.

In particolare in corrispondenza dell'impluvio (indicativamente sulla posizione del punto di indagine SCI T06, **Figura 4**), è prevista la realizzazione di una opera idraulica avente la funzione di recapitare a valle della strada le acque raccolte dall'impluvio di monte.

L'opera idraulica sarà costituita da un pozzetto in cui saranno raccolte le acque dell'impluvio e da una tubazione di diametro 1 m che dal pozzetto attraverserà la sede stradale con idonea pendenza e scaricherà le acque nel canale in calcestruzzo armato previsto sui gradoni.

In fregio alla strada, sul lato di valle, è prevista l'installazione di una canaletta avente lo scopo di raccogliere le acque di ruscellamento dalla sede stradale e convogliarle al punto in cui confluiscono le acque provenienti dall'impluvio a monte della strada.

La canaletta posta al di sopra del materasso bentonitico e allettata su calcestruzzo, avrà la funzione di impedire che le acque di ruscellamento possano infiltrarsi al di sotto del sistema di copertura previsto in progetto.

4. VERIFICA IDRAULICA

Nell'attraversamento stradale si è ipotizzato di utilizzare una tubazioni in cemento armato avente diametro pari a 1 m e pendenza pari al 2%.

4.1. Cenni teorici

Nei canali e nei corsi d'acqua, la scala delle portate associa la quota di pelo libero (geodetica, ovvero riferita al livello del mare, o relativa rispetto a un punto) o la profondità della corrente al valore della portata.

In alcuni casi la scala delle portate viene ricavata da misurazioni sperimentali della velocità della corrente in differenti punti della sezione, dalle quali si ricava la portata transitante (che quindi viene associata al livello idrico presente in quel momento nel corso d'acqua).

In condizioni di moto uniforme è possibile utilizzare la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

- Q è la portata (m³/s);
- K_s è il coefficiente di scabrezza di Strickler (m^{1/3}/s), dipendente dalla natura del materiale della canalizzazione;
- A è l'area bagnata (m²);
- R_H è il raggio idraulico (m) definito come rapporto tra l'area bagnata ed il perimetro bagnato;
- I_f è la pendenza del fondo (m/m).

La tabella che segue presenta i valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza, secondo le formule di Strickler e di Manning, riferiti alle situazioni tipiche delle canalizzazioni rivestite.

TABELLA 4.1.B – COEFFICIENTI DI SCABREZZA

Tipologia del corso d'acqua	Strickler K _s = 1/n (m ^{1/3} s ⁻¹)
▪ CANALI IN CALCESTRUZZO	▪
▪ pavimentazione in cemento	▪ 100
▪ calcestruzzo con casseforme metalliche	▪ 100-90

<ul style="list-style-type: none">▪ calcestruzzo con intonaco▪ calcestruzzo liscio▪ intonaco di cemento intatto▪ calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco▪ calcestruzzo costipato, superficie liscia▪ calcestruzzo vecchio, superficie pulita▪ rivestimento in calcestruzzo ruvido▪ superfici irregolari in calcestruzzo	<ul style="list-style-type: none">▪ 95-90▪ 90▪ 90-80▪ 70-65▪ 65-60▪ 60▪ 55▪ 50
---	---

Si riassumono ora i valori di scabrezza (n di Manning e Ks di Strickler) utilizzati per i calcoli:

	Ks	n
Tubazioni in c.a.	80	0,0125
Canale in c.a.	70	0,0143

4.2. Calcoli effettuati

Per il calcolo delle portate smaltibili dalle tubazioni si può utilizzare la formula di Strickler adottando un coefficiente di scabrezza pari a $80 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ per la tubazione prefabbricata e a $70 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$ per il canale gettato in opera.

Si ottiene per ogni tubazione una portata massima convogliabile pari a:

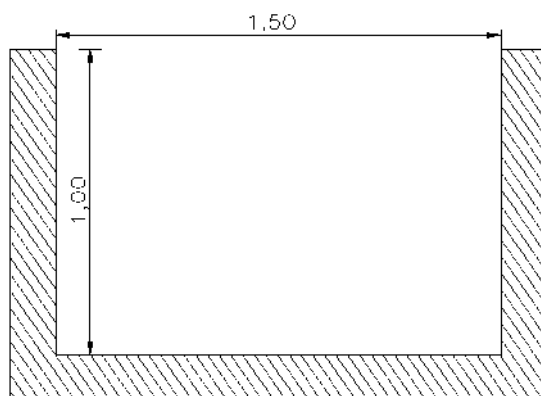
TRATTO	Diametro (cm)	Pendenza (%)	Q Max Smaltibile (m³/s)
TUBAZIONE	100	2,0	3,79

Sulle allegate tabelle sono riportati i diagrammi delle caratteristiche idrauliche (portata e velocità specifiche in funzione dell'altezza di riempimento) per correnti a pelo libero nelle canalizzazioni in progetto, con l'evidenziazione del punto di funzionamento per le portate calcolate.

Si riportano di seguito i valori di portata massima che possono essere convogliati dalla tubazione analizzata, confrontandole con le portate di progetto (si è ipotizzato che la portata di progetto si suddivida in modo uniforme tra le due tubazioni, si considera quindi quale portata di progetto metà della portata precedentemente calcolata); per ulteriori approfondimenti si rimanda alle tabelle in allegato.

TRATTO	Diametro (cm)	Pendenza (%)	Q progetto (i = 65 mm) (m ³ /s)	Q Max Smaltibile (m ³ /s)
TUBAZIONE	100	2,0	2,80	3,79

A valle della strada le due tubazioni convergeranno in un canale avente pendenza del 2% e dimensioni pari a 1,50 x 0,60 m: (nota modificare lo schema sottostante)



Per il calcolo delle portate smaltibili dalle canalette si può utilizzare la formula di Strickler adottando un coefficiente di scabrezza pari a 80 m^{1/3} / s.

Si ottiene per i vari tratti una portata massima convogliabile, pari a:

TRATTO	Dimensione (cm)	Pendenza (%)	Q Max Smaltibile (m ³ /s)
CANALE	150x60	2,0	4,90
CANALE	150x60	4,5%	7,13
CANALE	150x60	14%	12,6

Sulle allegate tabelle sono riportati i diagrammi delle caratteristiche idrauliche (portata e velocità specifiche in funzione dell'altezza di riempimento) per correnti a pelo libero nelle canalette in progetto, con l'evidenziazione del punto di funzionamento per le portate calcolate.

Si riportano di seguito i valori di portata massima che possono essere convogliati dalle canalette analizzate, confrontandole con le portate di progetto; per ulteriori approfondimenti si rimanda alle tabelle in allegato.

TRATTO	Dimensione (cm)	Pendenza (%)	Q progetto (i = 65 mm) (m³/s)	Q Max Smaltibile (m³/s)
CANALE	150x60	2,0	2,80	4,90
CANALE	150x60	4,5	2,80	7,13
CANALE	150x60	14	2,80	12,6

Come si può notare tutti i tratti risultano verificati per precipitazioni aventi intensità pari a $i = 65$ mm.

Nei calcoli effettuati si sono considerate quali condizioni le ottimali ossia con manutenzione ordinaria effettuata.

Nella tubazione di diametro 100 cm l'altezza idrica massima sarà di circa 70 cm, mentre nel canale a sezione rettangolare, l'altezza idrica massima sarà di 40 cm nel primo tratto ed inferiori nel secondo e nel terzo tratto.

La velocità di deflusso sarà di 4,2 m/s nel primo tratto e superiore negli altri; i pozzetti previsti consentiranno di ridurre la velocità di deflusso. Si evidenzia che tali velocità sono calcolate per eventi meteorici eccezionali con tempo di ritorno superiore ai 200 anni.

La canaletta di bordo strada (dimensioni 40 x 40 cm) è verificata per la raccolta ed il deflusso delle acque ($i = 65$ mm) che ricadono sulla piattaforma stradale (portata massima di 0,0043 m³/s).

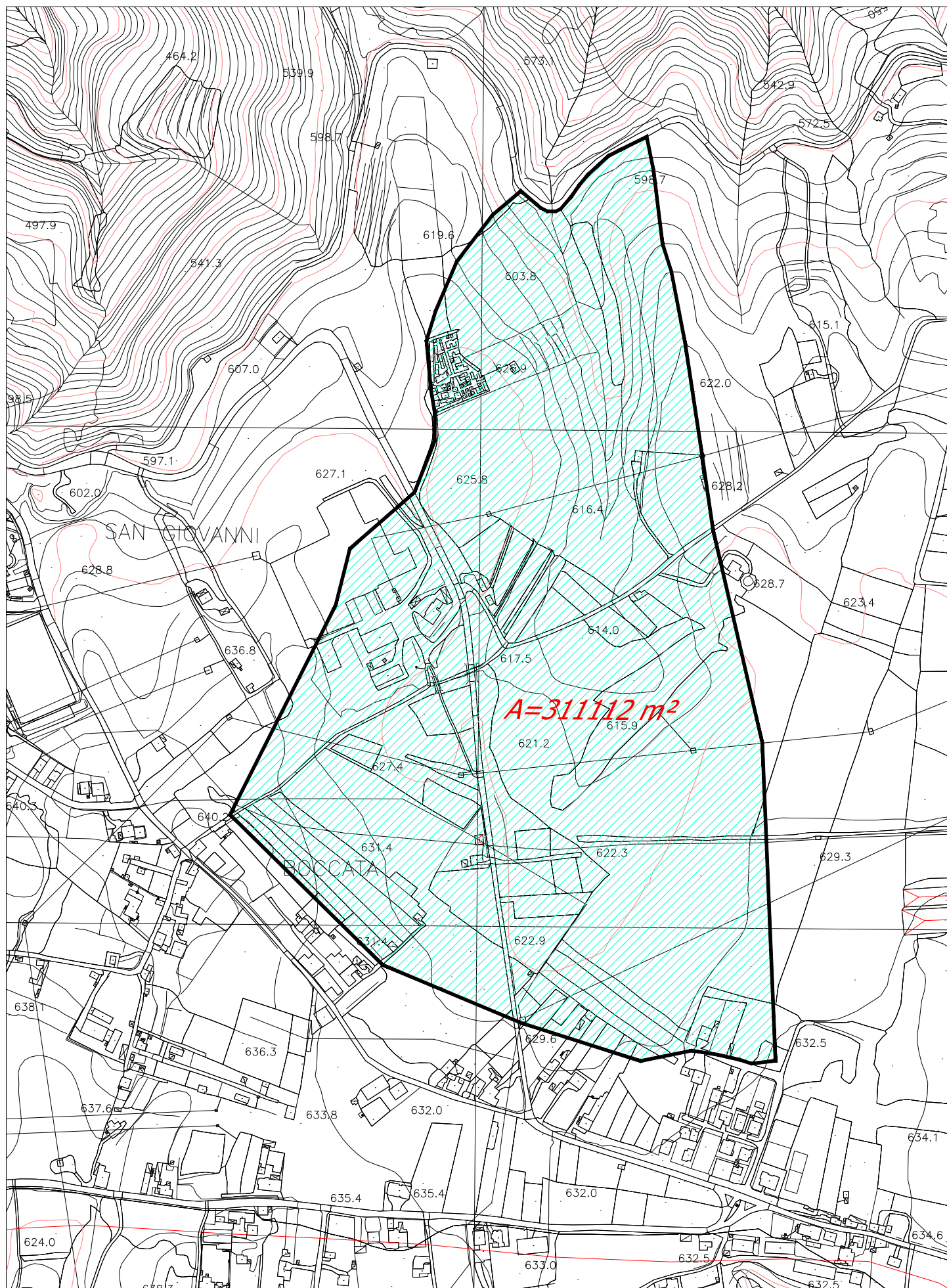
Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla lettura delle tabelle in allegato.

ALLEGATI

ALLEGATO E5.1

Superfici di deflusso e tabelle calcoli idraulici

scala 1:5.000



CALCOLO CAPACITA' DI DEFLUSSO CANALETTE

Canaletta 40 x 40 cm

	Tratto margine strada
base	0.4
altezza	0.4
pendenza	0.005
Coefficiente di scabrezza di Strickler	70

altezza idrica (m)	base (m)	area (mq)	contorno bagnato (m)	raggio idraulico (m)	c scabrezza (m ^{1/3})/s	pendenza m/m	portata (mc/s)	velocità (m/s)
0.05	0.4	0.02	0.5	0.040	70	0.005	0.011577277	0.5788639
0.10	0.4	0.04	0.6	0.067	70	0.005	0.0325494	0.813735
0.15	0.4	0.06	0.7	0.086	70	0.005	0.057729908	0.9621651
0.20	0.4	0.08	0.8	0.100	70	0.005	0.085304714	1.0663089
0.25	0.4	0.1	0.9	0.111	70	0.005	0.114390395	1.143904
0.27	0.4	0.108	0.94	0.115	70	0.005	0.126329878	1.1697211

Tubazione circolare diametro 1000 mm

	sottopasso strada
diametro	1
pendenza	0.02
Coefficiente di scabrezza di Strickler	80

altezza idrica (m)	area (mq)	contorno bagnato (m)	raggio idraulico (m)	c scabrezza (m ^{1/3})/s	pendenza m/m	portata (mc/s)	velocità (m/s)
0.10	0.0409	0.6434	0.064	80	0.02	0.073697016	1.801883
0.20	0.1118	0.9273	0.121	80	0.02	0.308671969	2.76093
0.30	0.1981	1.1592	0.171	80	0.02	0.690157089	3.4838823
0.40	0.2934	1.3695	0.214	80	0.02	1.188433375	4.0505568
0.50	0.3927	1.5708	0.250	80	0.02	1.763081912	4.4896407
0.60	0.492	1.7721	0.278	80	0.02	2.368842148	4.8147198
0.70	0.5873	1.9824	0.296	80	0.02	2.952748896	5.0276671
0.80	0.6736	2.2143	0.304	80	0.02	3.446938867	5.1171895
0.90	0.7445	2.4981	0.298	80	0.02	3.757988244	5.0476672
1.00	0.7845	3.1416	0.250	80	0.02	3.519431801	4.4862101

Canale 150 x 60 cm

base	1.5
altezza	0.6
pendenza	0.02
Coefficiente di scabrezza di Strickler	70

primo gradone

altezza idrica	base	area	contorno bagnato	raggio idraulico	c scabrezza	pendenza	portata	velocità
(m)	(m)	(mq)	(m)	(m)	(m^(1/3)/s)	m/m	(mc/s)	(m/s)
0.10	1.5	0.15	1.7	0.088	70	0.02	0.294282233	1.9618816
0.15	1.5	0.225	1.8	0.125	70	0.02	0.556807994	2.4747022
0.20	1.5	0.3	1.9	0.158	70	0.02	0.867533007	2.8917767
0.30	1.5	0.45	2.1	0.214	70	0.02	1.595139725	3.5447549
0.40	1.5	0.6	2.3	0.261	70	0.02	2.424899693	4.0414995
0.50	1.5	0.75	2.5	0.300	70	0.02	3.327139741	4.4361863
0.60	1.5	0.9	2.7	0.333	70	0.02	4.283105844	4.7590065

Canale 150 x 60 cm

base	1.5
altezza	0.6
pendenza	0.045
Coefficiente di scabrezza di Strickler	70

secondo gradone

altezza idrica	base	area	contorno bagnato	raggio idraulico	c scabrezza	pendenza	portata	velocità
(m)	(m)	(mq)	(m)	(m)	(m^(1/3)/s)	m/m	(mc/s)	(m/s)
0.10	1.5	0.15	1.7	0.088	70	0.045	0.44142335	2.9428223
0.15	1.5	0.225	1.8	0.125	70	0.045	0.835211991	3.7120533
0.20	1.5	0.3	1.9	0.158	70	0.045	1.30129951	4.337665
0.30	1.5	0.45	2.1	0.214	70	0.045	2.392709588	5.3171324
0.40	1.5	0.6	2.3	0.261	70	0.045	3.63734954	6.0622492
0.50	1.5	0.75	2.5	0.300	70	0.045	4.990709611	6.6542795
0.60	1.5	0.9	2.7	0.333	70	0.045	6.424658765	7.1385097

Canale 150 x 60 cm

base	1.5
altezza	0.6
pendenza	0.14
Coefficiente di scabrezza di Strickler	70

tratto finale

altezza idrica	base	area	contorno bagnato	raggio idraulico	c scabrezza	pendenza	portata	velocità
(m)	(m)	(mq)	(m)	(m)	(m^(1/3))/s	m/m	(mc/s)	(m/s)
0.10	1.5	0.15	1.7	0.088	70	0.14	0.778597605	5.1906507
0.15	1.5	0.225	1.8	0.125	70	0.14	1.47317548	6.5474466
0.20	1.5	0.3	1.9	0.158	70	0.14	2.29527659	7.650922
0.30	1.5	0.45	2.1	0.214	70	0.14	4.220343019	9.37854
0.40	1.5	0.6	2.3	0.261	70	0.14	6.415681543	10.692803
0.50	1.5	0.75	2.5	0.300	70	0.14	8.802784332	11.737046
0.60	1.5	0.9	2.7	0.333	70	0.14	11.3320329	12.591148