



Regione Puglia
Comune di Castellaneta
Provincia di Taranto

Progetto :

P.O.R. PUGLIA 2014-2020
Asse VI "Tutela dell'ambiente e promozione delle
risorse naturali e culturali"
Azione 6.4 "Interventi per il mantenimento e miglioramento
della qualità dei corpi idrici"
Sub-Azione 6.4d "Infrastrutture per il convogliamento e
lo stoccaggio delle acque pluviali"

Titolo :

Realizzazione completamento tratti di fognatura
pluviale nel centro abitato e realizzazione
del recapito finale di fogna bianca

PROGETTO DEFINITIVO

Tavola:

B

RELAZIONE GENERALE

Scala :

Data emissione :

Il Progettista:

APRILE 2018

Comune di Castellaneta
Ufficio Tecnico - Area Quinta
Ing. Roberto Marinelli

Ns. Prot. :

Data revisione :

Committente:

Comune di Castellaneta
Ufficio Tecnico - Area Quinta
Il responsabile
Arch. Pantaleo De Finis

INDICE

1. PREMessa.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ESISTENTI	4
4. NORMATIVA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO	5
5. PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	6
6. ANALISI IDROLOGICA	10
6.1. Dati pluviometrici.....	10
6.2. Elaborazione statistica di Gumbel.....	12
6.3. Distribuzione TCEV dello studio VaPi.....	14
6.3.1. Procedura regionale di valutazione della precipitazione.....	14
6.3.2. Terzo livello di regionalizzazione	17
6.4. Definizione della curva di possibilità pluviometrica	20
6.5. Bacini scolanti	20
6.6. Stima delle portate al colmo di piena.....	22
7. PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE.....	25
7.1. Tronchi fognari.....	25
7.2. Vasca di grigliatura e dissabbiatura.....	25

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica ed idraulica è allegata al progetto definitivo relativo alle *“Infrastrutture per il convogliamento e lo stoccaggio delle acque pluviali”* del comune di Castellaneta (TA), ed illustra la metodologia di calcolo per la determinazione dell’evento critico a base della progettazione e, conseguentemente, della portata massima di dimensionamento di collettori di integrazione e sostituzione della rete di fognatura bianca, nonché dell’impianto di trattamento di grigliatura e dissabbiatura a servizio della porzione est dell’abitato. Il documento riporta inoltre i risultati delle verifiche di dimensionamento di tutte le opere idrauliche previste.

Si precisa che il dimensionamento dei collettori è stato effettuato con tempo di ritorno pari a 5 anni, così come previsto dalla normativa in materia, il D.P.C.M. 4 marzo 1996 *“Disposizioni in materia di risorse idriche”*, al punto 8.3.5, *“Livelli minimi dei servizi che devono essere garantiti in ciascun ambito territoriale ottimale”* (art. 4, comma 1, lettera g della legge 5 gennaio 1994 n.36) che prescrive quanto segue: *“ai fini del drenaggio delle acque meteoriche, le reti di fognatura bianca debbano essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni”*. Nel presente progetto è stato pertanto preso a riferimento l’evento meteorico **avente tempo di ritorno T_R pari a 5 anni.**

L’impianto di trattamento (grigliatura e dissabbiatura) preventivo allo smaltimento, è stato progettato in armonia al Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n.26 – *“Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia”* (Attuazione dell’art. 113 del D. Lgs. n.152/2006 e ss.m.ii.).

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio che comprende l'agro di Castellaneta è ubicato nella porzione Nord-Occidentale della Provincia di Taranto, con quote topografiche tra i 194 e i 245 m. s.l.m.m.

La morfologia della zona è caratterizzata dalle tipiche forme delle coste di sollevamento, con ampie superfici pianeggianti situate a varie altezze sul livello del mare, separate da scarpate anche profonde, subparallele all'attuale linea di riva.

Alle quote altimetriche più elevate affiorano i calcari, con la caratteristica struttura a pilastro tettonico. I depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi, che si rinvenivano alle quote più basse, risultano interessati da fenomeni di sollevamento in blocco; non si rilevano infatti pieghe e/o faglie. I calcari cretacei risultano, a luoghi, piegati in blande ondulazioni dirette E-O; tali deformazioni sono in qualche raro caso associate ad evidenti faglie direzionali. A queste strutture se ne sovrappongono altre, in genere limitate da faglie, dirette da NO a SE: l'infossamento della zona compresa tra la parte settentrionale dell'abitato di Castellaneta e l'altopiano delle Murge è dovuto ad una seconda fase tettonica, appunto caratterizzata da tali deformazioni disgiuntive.

Per maggiori aspetti di dettaglio, si rimanda alla allegata Relazione geologica.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ESISTENTI

Il Comune di Castellaneta è già dotato di un sistema di fognatura pluviale.

Allo stato attuale, quindi, la maggior parte delle acque meteoriche è raccolta dalla rete cittadina e convogliata verso canali naturali che scorrono attorno al centro abitato e che, sfruttando la pendenza naturale del terreno, allontanano le portate pluviali dal paese, oppure verso pozzi disperdenti che smaltiscono direttamente negli strati superficiali del sottosuolo le acque raccolte.

In particolare va sottolineato come la conformazione orografica del terreno, caratterizzata da ampie zone sub-pianeggianti o comunque poco pendenti all'interno del centro abitato e forti pendenze nelle zone periferiche dello stesso, garantisca il rapido smaltimento di gran parte delle portate che affluiscono laddove le curve di livello sono tali da garantire l'allontanamento dal centro urbano. Questo ha consentito di realizzare una rete di fognatura bianca di limitato sviluppo, costituito da diversi sistemi di raccolta tra loro indipendenti e non connessi, che percorrono in direzione prevalente nord-sud l'abitato e che veicolano verso i margini, sversando o sui canali naturali o presso i pozzi disperdenti.

La zona est del centro urbano è caratterizzata dalla presenza di una rete più regolare e sviluppata che pende verso sud. Le acque meteoriche intercettate e raccolte da tale rete sono convogliate verso un pozzo disperdente (non più a norma) sito presso via Mater Christi, da cui diparte una condotta di troppo pieno DN300, che veicola le acque che il pozzo non riesce a smaltire verso una lama che scorre a sud dell'abitato.

Il sistema di collettori (tra loro sconnessi) ubicato nella porzione più ad ovest dell'abitato rispetto a questo ultimo e disposti in direzione nord-sud veicolano le acque verso i canali naturali, ad eccezione di un collettore che recapita presso un pozzo disperdente, sito presso il vecchio campo sportivo.

4. NORMATIVA AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

La gestione delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia sono oggi normate dal succitato Regolamento Regionale n.26/2013.

Ai sensi dell'art.3, si definiscono acque di prima pioggia, *“le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto, per una latezza di precipitazione uniformemente distribuita:*

- I. di 5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 mq;*
- II. compresa tra 5 e 2.5 mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 mq e 50.000 mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione della vasca di prima pioggia;*
- III. di 2.5 mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, superiori a 50.000 mq;*
- IV. unicamente nel caso di fognature urbane separate, di cui all'art.4 del presente regolamento, con superfici scolanti aventi estensione superiori a 50.000 mq, in alternativa al calcolo attraverso l'altezza di cui al precedente punto III., le acque di prima pioggia possono essere considerate quelle, relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 ore di tempo asciutto, che pervengano alla sezione di chiusura del bacino (della vasca di prima pioggia) nei primi 15 minuti dall'inizio delle precipitazioni. La portata delle acque di prima pioggia deve essere calcolata con un adeguato studio idrologico, idraulico e pluviometrico e riferita ad eventi con tempi di ritorno non inferiori a 5 anni.”*

Si ricorda che per dissabbiatura è inteso un processo di rimozione di particelle solide di dimensioni superiori a 0.20 mm (art. 3 comma 1 lettera m)

5. PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

L'Autorità di Bacino regionale della Puglia ha adottato con Deliberazione n. 25 del Comitato Istituzionale del 15 dicembre 2004 il Piano di bacino della Puglia, stralcio "Assetto Idrogeologico" e relative Norme Tecniche di Attuazione.

Il PAI, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo attraverso il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del PAI sono realizzate dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre amministrazioni competenti, mediante:

- a) la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- b) la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- c) l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- d) la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- e) la definizione degli interventi per la difesa e la regolarizzazione dei corsi d'acqua;
- f) la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzione di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

All'interno del territorio di propria competenza, il PAI individua e perimetra:

- aree a pericolosità idraulica;
- aree a pericolosità geomorfologica;
- aree a rischio idrogeologico.

Nel dettaglio, riguardo la pericolosità idraulica sono individuate le seguenti aree:

- **aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- **aree a media pericolosità idraulica (M.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- **aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.

Riguardo la pericolosità geomorfologica vengono individuate le seguenti aree:

- **aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3):** porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti;
- **aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2):** porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori geomorfologici predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata;
- **aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1):** porzione di territorio caratterizzata da suscettività geomorfologica all'instabilità.

Riguardo le aree a rischio, esse sono suddivise in:

- **R4:** aree a rischio molto elevato;
- **R3:** aree rischio elevato;
- **R2:** aree a rischio medio;
- **R1:** aree a rischio basso.

Gli interventi ricadenti nelle aree perimetrate sopra citate sono soggetti alle prescrizioni previste dalle Norme Tecniche di Attuazione allegate al PAI.

La seguente figura riporta lo stralcio cartografico del PAI vigente, aggiornato alla data 27.02.2017. **Nessuna viabilità interessata dagli interventi di estendimento della rete o sostituzione dei tronchi esistenti, né l'area destinata alla realizzazione dell'impianto di trattamento ricadono entro le perimetrazioni del PAI.**

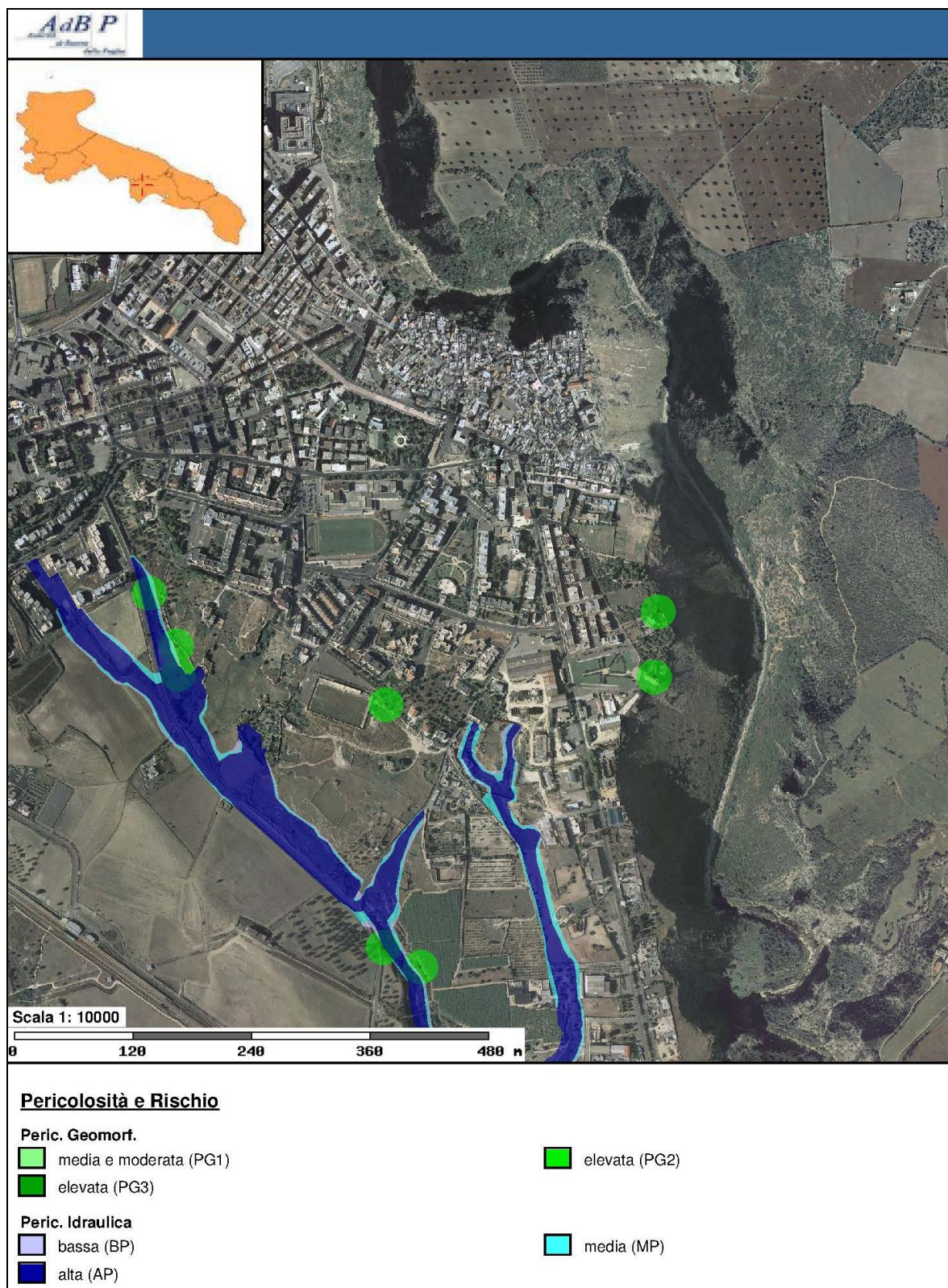


Figura 1 – PAI – Perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica vigenti nel territorio comunale di Castellana Grotte

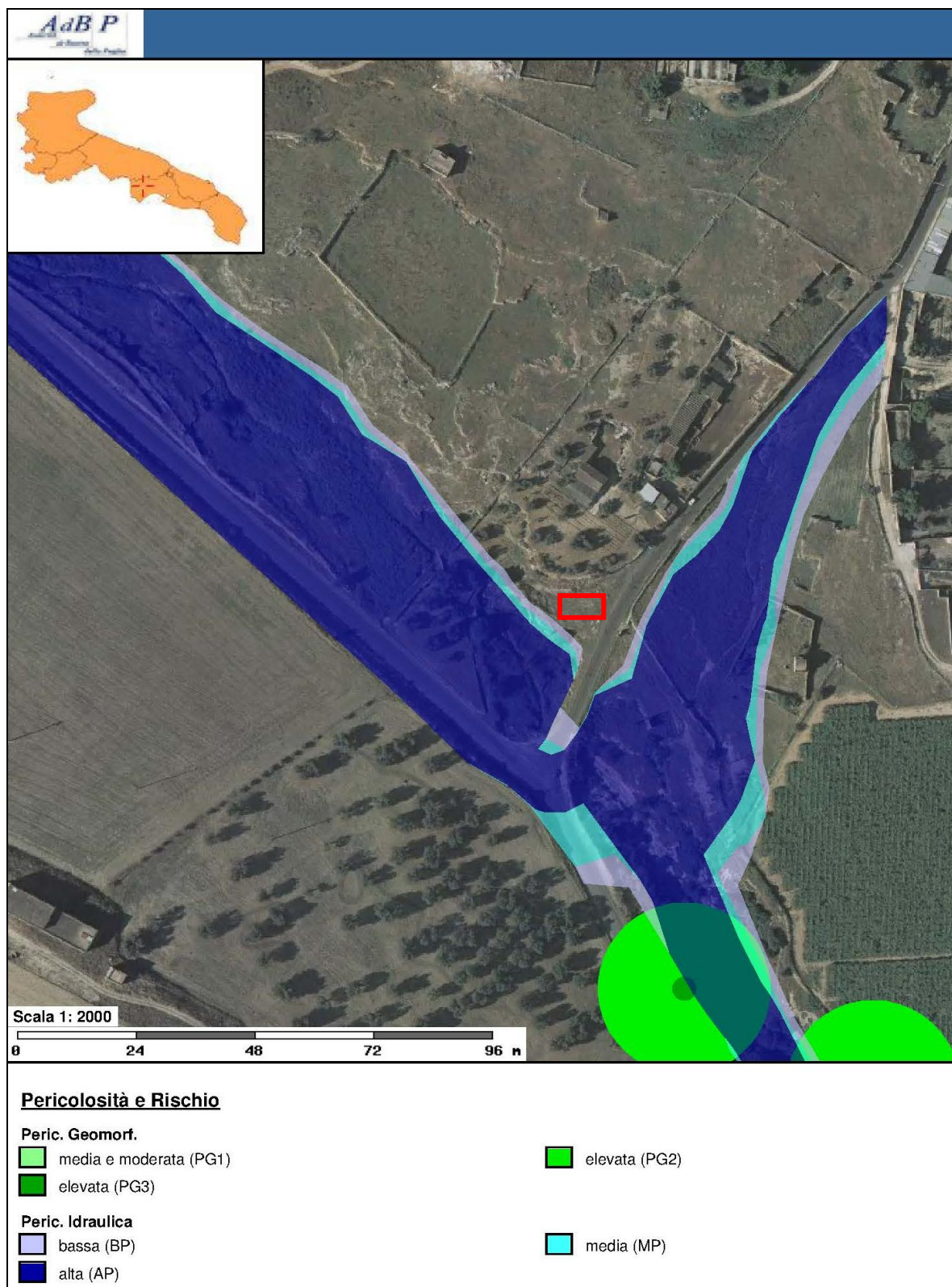


Figura 2 – PAI – Dettaglio delle perimetrazioni con ubicazione dell’impianto di trattamento

In particolare, l’impianto di trattamento è stato ubicato in modo da non interferire con le perimetrazioni a pericolosità idraulica del PAI.

6. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica si prefigge lo scopo di determinare le curve di possibilità pluviometrica corrispondenti agli eventi meteorici con definiti tempi di ritorno, che, a seconda dell'opera idraulica da progettare, sono prese a riferimento per la stima della portata al colmo di piena.

Generalmente si provvede all'analisi statistica dei dati di precipitazione registrazioni dalla stazione pluviometrica più vicina all'area oggetto di studio, mediante la quale, sulla base delle ipotesi assunte riguardo la specifica legge di distribuzione adottata (Gumbel, Log-normale, etc.) si ricavano le curve di possibilità pluviometrica.

Nel presente caso, si è fatto riferimento alle misurazioni della stazione pluviometrica di Grottaglie, salvo poi confrontare i risultati dell'analisi statistica con le curve pluviometriche desumibili dallo studio VaPi.

6.1. Dati pluviometrici

La determinazione dell'altezza di pioggia corrispondente ad un determinato evento meteorico si ricava avvalendosi della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, ovvero una relazione tra l'altezza di pioggia h caduta in un intervallo di tempo t ed il tempo di ritorno Tr . Le curve sono rappresentate dalla relazione:

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

La taratura dei parametri a ed n può essere condotta mediante l'acquisizione e l'elaborazione statistica dei dati di precipitazione registrati presso una stazione pluviometrica prossima all'area oggetto di studio, che nel caso in esame è la stazione di Castellaneta (TA).

Nella seguente tabella si riportano le altezze massime registrate per le durate di 1,3, 6, 12 e 24 ore rispettivamente, per il periodo in cui risultano disponibili sul sito web della Regione Puglia, tra il 1962 ed il 2012, per complessivi 51 anni di osservazioni.

Stazione di Castellaneta					
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1962	43.0	44.8	44.8	44.8	44.8
1963	20.6	35.0	38.8	42.0	42.4
1964	27.2	31.4	35.2	50.0	53.6
1965	43.4	50.6	51.0	51.0	51.4
1966	60.0	79.8	80.0	90.8	107.4
1967	40.0	44.8	44.8	44.8	44.8
1968	42.0	47.0	47.0	47.0	47.0
1969	31.8	37.6	62.0	63.6	68.6
1970	32.0	38.2	39.2	39.2	38.2
1971	24.0	41.8	43.6	45.2	59.2
1972	28.0	41.8	42.2	42.2	78.0
1973	25.0	25.8	33.4	41.4	60.8
1974	41.2	45.0	45.0	50.2	56.8
1975	17.4	32.0	48.6	51.8	52.6
1976	25.6	44.0	59.2	73.6	105.6
1977	15.0	28.4	36.0	39.6	39.8
1978	18.6	22.8	42.0	59.2	63.4
1979	13.2	29.4	40.0	48.4	51.6
1980	27.0	30.0	40.0	61.0	78.0
1981	26.8	27.2	27.4	27.4	32.2
1982	36.0	44.0	44.0	44.0	48.4
1983	26.0	37.8	46.8	53.4	59.4
1984	34.6	49.0	50.4	56.4	77.2
1985	19.6	42.0	52.2	55.0	75.0
1986	21.0	28.4	30.0	31.2	34.4
1987	20.8	38.0	38.8	38.8	40.8
1988	29.6	41.0	49.8	68.0	71.6
1989	29.8	40.6	42.8	50.0	50.0
1990	27.6	29.2	36.6	52.6	78.8
1991	94.4	94.4	94.4	94.4	94.4
1992	12.4	27.8	32.6	35.0	44.8
1993	20.6	26.0	34.0	39.0	55.0
1994		37.0	43.4	48.0	60.2
1995	27.8	27.8	27.8	31.8	49.2
1996	44.0	74.6	75.2	95.4	95.4
1997	88.6	121.6	121.8	122.8	123.4
1998	21.8	35.0	36.0	39.4	40.8
1999	27.0	62.6	66.8	66.8	81.6
2000	27.2	31.8	36.2	44.2	53.4
2001	15.8	21.0	25.6	44.2	52.6
2002	50.8	52.4	52.4	52.4	52.4
2003	142.2	224.0	242.6	244.2	244.4
2004	47.4	52.0	70.2	86.8	90.0
2005	28.0	50.8	51.6	75.2	88.0
2006	37.8	45.6	54.8	81.8	92.6
2007	26.0	39.0	45.4	49.2	55.4
2008	42.0	61.4	69.4	75.2	76.0
2009	21.8	29.8	32.0	35.8	46.2
2010	26.6	49.6	71.6	82.4	111.2
2011	19.4	31.0	40.2	47.6	78.6

DATI PLUVIOGRAFICI Stazione di Castellaneta					
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2012	25.0	25.0	31.4	40.0	50.2

6.2. Elaborazione statistica di Gumbel

Nell'ipotesi che per precipitazioni seguano la legge di distribuzione di Gumbel, la probabilità di non superamento può essere espressa dalla seguente relazione

$$P(h_t) = e^{-e^{-\left[\frac{h_t - u_t}{a_t}\right]}}$$

dove u_t e a_t sono i parametri della curva legati alla media $m(h_t)$ ed allo scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ della variabile h_t secondo opportune relazioni teoriche:

$$u_t = m(h_t) - 0,45 \sigma(h_t)$$

$$a_t = 1,283 / \sigma(h_t)$$

Invertendo la legge di distribuzione e sostituendo il tempo di ritorno T_R in luogo della probabilità P si ottiene:

$$h(T_R) = u_t - a_t \ln \left[-\ln \left(\frac{T_R - 1}{T_R} \right) \right]$$

che permette di calcolare, per ciascuna delle durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) il valore di altezza massima di pioggia (quantile regolarizzato) fissato il tempo di ritorno.

Disponendo su un diagramma logaritmico le $h_t(T_R)$ al variare della durata t è possibile ricavare i parametri a ed n mediante il modello lineare:

$$\ln(h_t(T_R)) = \ln(a(T_R)) + n(T_R) \times \ln(t)$$

OSSERVAZIONI = 51	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$	33.87	46.03	51.90	58.71	67.60
$\sigma(h_t)$	22.34	31.33	32.54	32.83	33.27
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$	23.81	31.93	37.26	43.94	52.63

Tabella 1 – Parametri della legge di Gumbel

Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)					
T_R	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
5 anni	49.93	68.56	75.30	82.32	91.52
10 anni	63.00	86.88	94.33	101.52	110.98
30 anni	82.75	114.57	123.09	130.53	140.38
50 anni	91.76	127.21	136.22	143.77	153.80
100 anni	103.92	144.26	153.93	161.64	171.90
200 anni	116.03	161.24	171.57	179.44	189.94
500 anni	132.01	183.65	194.84	202.92	213.74

Tabella 2 – Altezze massime di pioggia regolarizzate

Le curve di possibilità pluviometriche ricavate dall'analisi statistica sono riportate di seguito:

T_R	Curva di possibilità pluviometrica
5 anni	$h = 52.591 \cdot t^{0.184}$
10 anni	$h = 66.975 \cdot t^{0.171}$
30 anni	$h = 88.742 \cdot t^{0.1587}$
50 anni	$h = 98.686 \cdot t^{0.1547}$
100 anni	$h = 112.105 \cdot t^{0.1504}$
200 anni	$h = 125.478 \cdot t^{0.147}$
500 anni	$h = 143.126 \cdot t^{0.1435}$

Tabella 3 – Curve di possibilità pluviometriche ottenute con analisi statistica dei dati secondo Gumbel

I risultati dell'analisi statistica portano alla definizione della curva di possibilità pluviometrica relativa al tempo di ritorno T_R 5 anni, che risulta essere:

$$h = 52.591 \cdot t^{0.184}$$

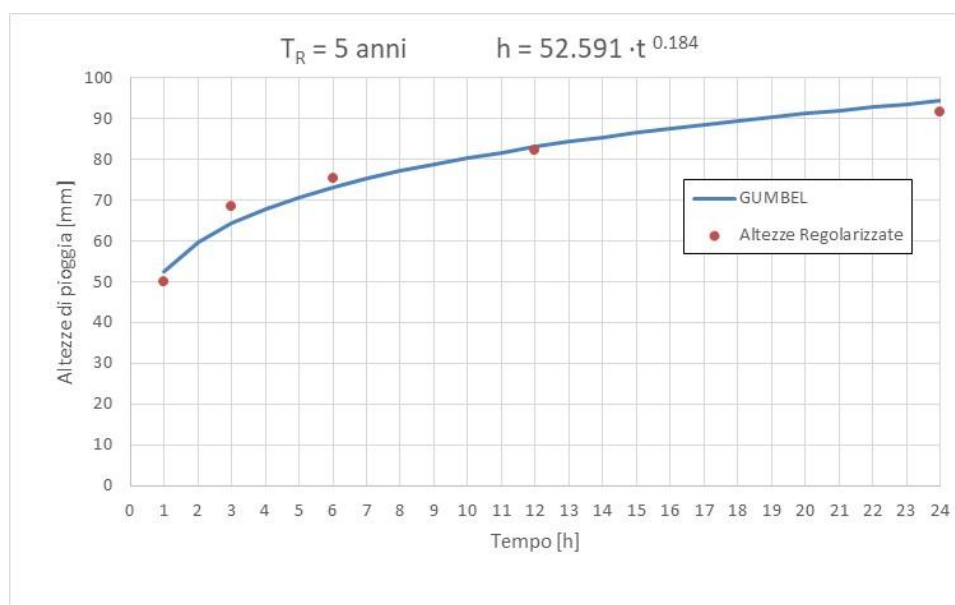


Figura 3 – Curva di possibilità pluviometrica corrispondente all'evento T_R 5 anni ottenuta con analisi statistica di Gumbel

6.3. Distribuzione TCEV dello studio VaPi

In Puglia le stazioni di misura idrometriche sono in numero assai limitato, se confrontate con quelle di misura pluviometriche; pertanto il calcolo della portata di piena deve spesso essere realizzato attraverso un modello di trasformazione afflussi-deflussi.

Ai sensi del DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, “ove possibile, è consigliabile che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno dai rapporti tecnici del progetto VAPI messo a disposizione dal GNDCI-CNR”.

Nel caso dei bacini idrografici oggetto di tale studio, si è fatto quindi ricorso ai risultati del progetto VAPI (VALutazione Plene), per la determinazione delle altezze critiche di precipitazione e delle curve di possibilità pluviometrica, utilizzate per il calcolo della portata al colmo di piena.

6.3.1. Procedura regionale di valutazione della precipitazione

Nelle applicazioni idrologiche, come detto, si presenta spesso la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione, in siti privi di stazioni di misura, oppure con dati misurati che si giudicano insufficienti per numero e qualità.

A ciò rispondono le procedure regionali, sia quelle classiche, sia quelle proposte con i più recenti studi inerenti l'elaborazione statistica di dati spaziali.

Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche.

L'analisi regionale degli estremi idrologici massimi, può essere condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali sono: Θ_1 , Λ_1 , Θ_2 , Λ_2 , che rappresentano il parametro di scala ed il numero medio di osservazioni della variabile casuale Y provenienti dalla componente ordinaria e dalla componente secondaria. Si ottiene:

$$\Theta^* = \Theta_2 / \Theta_1 \qquad \Lambda^* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{\Lambda_1 / \Theta^*}$$

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri Θ^* e Λ^* . Tali parametri devono essere stimati da un elevato numero di dati; questo comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, caratterizzate oltre che dalla conoscenza di Θ^* e Λ^* anche dalla conoscenza di Λ_1 , sono individuate nel secondo grado di regionalizzazione; anche in questo livello si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea. Si considerano solo le serie più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinaria che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione di sei zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della

grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV, è utile rappresentare la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valore medio $\mu(X_t)$ ed una quantità $K_{T,t}$, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T}/\mu(X_t)$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto precedente corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, Ca , e dei coefficienti di variazione, Cv , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di $K_{t,T}$ (nel seguito indicato con K_T), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri Θ^* , Λ^* e Λ_1 , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata in figura.

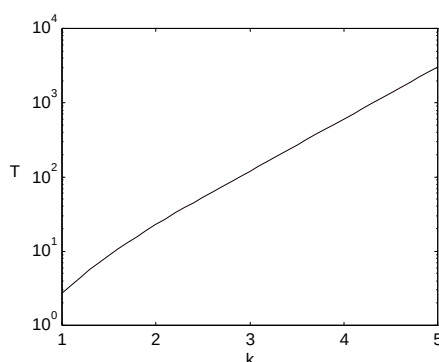


Figura 4 – Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno

Il valore di K_T può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$K_T = a + b \ln T$$

in cui:

$$a = (\Theta_* \ln \Lambda_* + \ln \Lambda_1) / \eta ;$$

$$b = \Theta_* / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_o$$

$C = 0.5772$, (costante di Eulero),

$$T_o = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \Lambda_*^i}{i!} \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right)$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori dei parametri a e b , e i relativi valori η e T_o , che consentono di determinare le leggi di crescita relative all'area in esame:

Zona omogenea	a	b	T_o	η
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166	-0.6631	4.1053

Parametri dell'espressione asintotica

Va, tuttavia, osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni. Per $T_R = 5$ anni, si ricava un valore del fattore di crescita $KT = 1.35$

6.3.2. Terzo livello di regionalizzazione

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a) / \log 24}$$

in cui α è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_1)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per la zona di interesse i valori dei parametri sono riportati nella seguente tabella.

Zona	a	a	C	D	N
6	“	33.7	0.0022	4.1223	-

Parametri dell'espressione asintotica

Nella seguente figura si riporta la suddivisione della regione in aree omogenee.

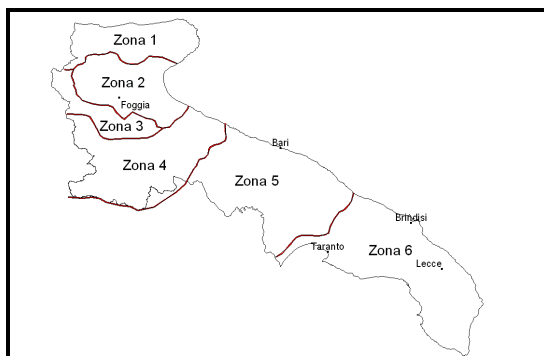


Figura 5 – Zone omogenee, 3° livello di regionalizzazione

L'area in oggetto si inquadra, quindi, nell'ambito delle aree pluviometriche omogenee individuate nel territorio regionale, in zona 6; pertanto, l'equazione da applicare è la seguente:

$$h(t,z) = 33.7 t^{((0.488+0.0022z)/3.178)}$$

Tale equazione consente di valutare le altezze critiche per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti, in funzione del solo parametro della quota assoluta sul livello del mare. Ai valori così ottenuti vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al fattore di riduzione areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in Km^2 , e della durata dell'evento di progetto, espressa in ore). La dimensione areale dei bacini in studio comporta che il relativo fattore di

riduzione tenda all'unità; pertanto, a vantaggio di sicurezza, tale parametro non viene preso in considerazione nella valutazione della Curva di Possibilità Pluviometrica.

Assumendo, a favore di sicurezza, per il parametro z il valore pari alla quota massima dell'intero bacino sotteso dalla rete fognaria, ovvero $z = 244$ m s.l.m., risulta:

$$h = K_T \cdot 33.7 \cdot t^{0.322}$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

$K_T = 0.99$ per $T = 5$ anni

per cui la curva di possibilità pluviometria da prendere a riferimento è:

$$h = 33.40 \cdot t^{0.322}$$

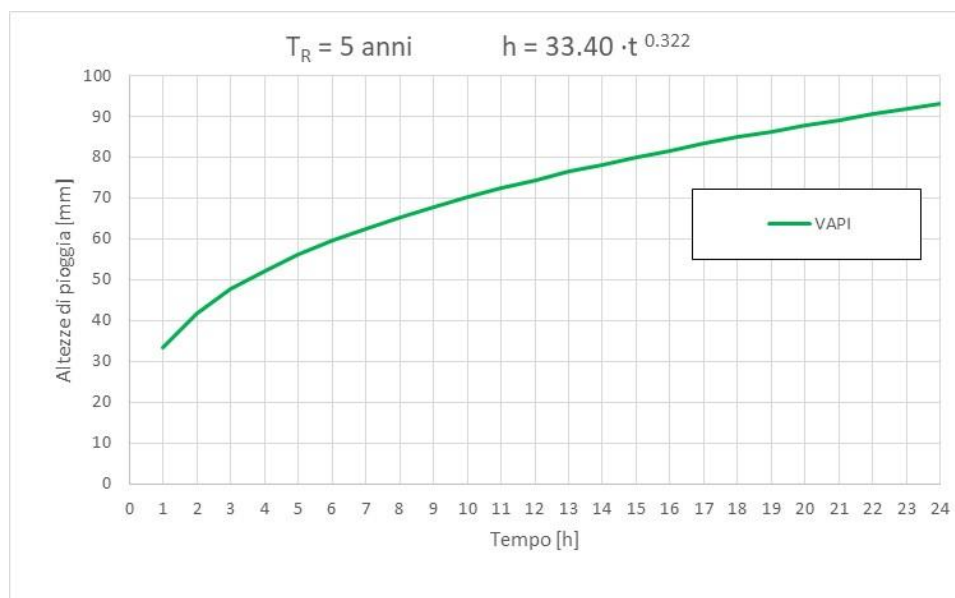


Figura 6 – Curva di possibilità pluviometrica corrispondente all'evento T_R 10 anni ottenuta con il metodo VaPi

6.4. Definizione della curva di possibilità pluviometrica

Alla luce dei risultati ottenuti con le diverse metodologie sopra descritte, si conclude che la curva di possibilità pluviometrica da prendere a riferimento per l'evento meteorico di progetto risulta essere quella ottenuta dall'analisi statistica di Gumbel, ovvero:

$$h = 52.591 \cdot t^{0.184}$$

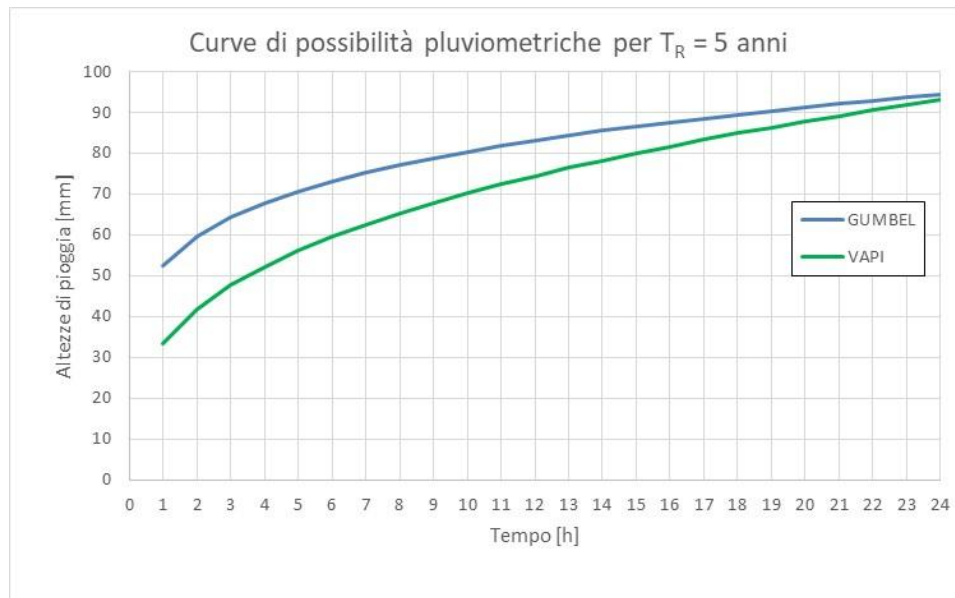


Figura 7 – Raffronto tra curve di possibilità pluviometriche per tempo di ritorno pari a $T_R = 5$ anni

6.5. Bacini scolanti

Nella seguente figura si riportano i bacini scolanti individuati in base all'andamento topografico del territorio ed al tracciato della rete fognaria.



Figura 8 – Bacini scolanti

La seguente tabella riporta le superfici dei bacini individuati ed i tronchi fognari di progetto su cui le aree insistono

Tronco Fognario	Bacino afferente	Bacini afferenti a monte
TRATTO A1 - VIA MASTROBUONO	B1 = 51709 mq	-
TRATTO A2 - VIA MASTROBUONO	B2 = 79356 mq	B3 = 372277 mq
TRATTO B1 - VIA MATER CHRISTI	B4 = 14076 mq	B1-B2-B3
TRATTO B2 - VIA MATER CHRISTI	-	B1-B2-B3-B4
TOTALE AREE SOTTESE DAI NUOVI TRONCHI		517418

Tabella 4 – Superfici dei bacini afferenti i nuovi tronchi fognari

6.6. Stima delle portate al colmo di piena

La portata al colmo di piena che costituisce il dato di progetto principale delle nuove tubazioni è calcolabile tramite la formula razionale, valida per intensità di pioggia costante nel corso dello scroscio:

$$Q = \Phi \times I_{\max} \times S$$

dove:

Φ = coefficiente di deflusso;

$I_{\max} = h_{\text{crit}} / t_c$ = intensità massima di pioggia per evento meteorico avente T_R pari a 5 anni;

S = Superficie del bacino scolante.

h_{crit} = altezza di pioggia critica, funzione di T_R e di t_c ;

t_c = tempo di corrivazione

Nel caso in esame, date le caratteristiche di forte antropizzazione, per la stima del tempo di corrivazione t_c ci si affida, più che all'applicazione di formule più o meno empiriche che mal si adattano alla specifica situazione, alla semplice constatazione che tale parametro è somma di due contributi:

$$t_c = t_{\text{accesso in rete}} + t_{\text{percorrenza rete}}$$

ove

$t_{\text{accesso in rete}}$ è il tempo impiegato dalla particella di pioggia più lontana a raggiungere la caditoia di captazione delle acque meteoriche;

$t_{\text{percorrenza rete}}$ è il tempo impiegato per la percorrenza della rete fognaria

Riguardo al tempo di accesso in rete, in letteratura questo valore può assumere un valore compreso tra 5 e 30 minuti, a seconda della conformazione del bacino e della distanza delle caditoie dall'area più lontana servita dalla rete; nel caso in esame si adotta un tempo di accesso in rete pari a 20 minuti

L'altezza di pioggia critica presa a riferimento è pertanto quella corrispondente alla durata t dell'evento meteorico pari al tempo di corrivazione t_c

È possibile desumere le altezze di pioggia h_t , T_R con t minore di 60 minuti e T_R tempo di ritorno, mediante il rapporto:

$$(h_t, T_R / h_{60}, T_R) = f(t)$$

dove h_{60} , T_R è l'altezza di pioggia di durata 60 minuti e pari tempo di ritorno T_R .

Studi condotti hanno dimostrato che il legame funzionale $f(t)$ può essere espresso nella semplice formula:

$$(h_{t,T_R} / h_{60,T_R}) = (t / 60)^{0.227}$$

Pertanto per poter giungere alla stima della portata al colmo di piena dei tronchi in progetto, per ciascun bacino si provvede pertanto al calcolo del t_c , ed all'altezza critica h_t , T_R

Per quanto concerne la stima del coefficiente di deflusso Φ da applicare, questo generalmente dipende da quattro fattori: impermeabilità del suolo, fattore di ritardo (funzione del tempo di corrivazione), la ritenuta superficiale e la distribuzione della pioggia. Esso risulta pertanto essere pari a:

$$\Phi = \Phi_1 \times \Phi_2 \times \Phi_3 \times \Phi_4$$

Φ_1 = fattore di impermeabilità del suolo che può assumere valore compreso tra 0 (terreni totalmente permeabili) e 1 (terreni totalmente impermeabili). Nella pratica si assume un valore corrispondente alla media pesata rispetto alla superficie coperta dei coefficienti caratteristici di ciascun suolo compreso all'interno dell'intero bacino; il valore del fattore di impermeabilità tipico per ciascun tipo di suolo è facilmente reperibile in letteratura, alcuni valori tipici sono riportati nella seguente tabella.

TIPOLIGIA URBANA	Φ_1
Parti centrali delle antiche città, con densa fabbricazione, con strade strette e lastricate	0,70÷0,90
Zone urbane destinate a restare con scarse aree scoperte	0,50÷0,70
Zone urbane destinate al tipo di città giardino	0,25÷0,50
Zone urbane destinate a restare non fabbricate e non pavimentate	0,10÷0,30
Prati e parchi	0,00÷0,25

La media pesata è pari a:

$$\Phi_1 = (\sum \Phi_i \times S_i) / \sum S_i$$

Φ_2 = fattore di ritardo dipende dal tempo di corrivazione, ed assume valori compresi tra 0,30 e 0,90.

Φ_3 = fattore di ritenuta dipende dal fenomeno di aderenza al suolo, specie della prima pioggia caduta, che aderisce a superfici che presentano cavità o che viene trattenuta dal fogliame delle piante. In letteratura si assegna un valore compreso tra 0.80 e 1.

Φ_4 = fattore di distribuzione dipende dalla distribuzione non uniforme della pioggia e dal fatto che la sua intensità può variare anche sensibilmente all'interno della superficie del bacino di riferimento.

Inoltre è necessario tenere conto delle aree verdi o intercluse che, sebbene ricadenti nei sottobacini, di fatto non concorrono al deflusso ed alla costituzione dell'onda di piena. La seguente tabella riporta i valori delle portate di riferimento ottenute per ciascun tronco fognario in progetto in base al tempo di corrivazione e coefficiente di deflusso applicati.

TRONCO FOGNARIO VIA MOLINELLE	L	Bacino affidente	Superficie lorda	Bacini affidenti a monte	Φ Coeff. Deflusso Ragg.	Superficie netta complessiva	Tc	Q
TRATTI	(m)		(mq)			(mq)	(sec)	(l/s)
TRATTO A1 - VIA MASTROBUONO	63.58	B1	51709		0.80	41367	1217	1400
TRATTO A2 - VIA MASTROBUONO	317.81	B2	67477	B3	0.57	233822	2563	4400
TRATTO B1 - VIA MATER CHRISTI	44.68	B4	14076	B1-B2-B3	0.59	283635	2571	5376
TRATTO B2 - VIA MATER CHRISTI	562.21	-	0	B1-B2-B3-B4	0.59	108624	2571	5376

Tabella 5 – Principali parametri idrologici a base del dimensionamento dei tronchi fognari in progetto

7. PROGETTO E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE

7.1. Tronchi fognari

Il progetto prevede la realizzazione di alcuni tronchi fognari che consentiranno il recapito delle acque meteoriche intercettate da parte della rete pluviale dell'abitato verso il nuovo manufatto di trattamento di grigliatura e dissabbiatura; in particolare, si prevede la dismissione di un pozzo assorbente, sito lungo via Mater Christi, che allo stato di fatto consente l'infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo delle acque meteoriche. Tale metodologia non è più ammessa dalla normativa ambientale vigente, motivo per cui con il presente progetto si provvede, oltre alla dismissione del pozzo, alla sostituzione del collettore di recapito esistente su via Mater Christi (tubazione DN300), ed il suo prolungamento fino al nuovo manufatto di trattamento, dal quale le acque depurate verranno sversate in una lama che scorre a sud dell'abitato.

Le tubazioni di progetto saranno in PVC aventi le seguenti caratteristiche:

- coefficiente di scabrezza (Gauckler Strickler): $95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;
- DN 800 e DN 1200

Le tubazioni sono state dimensionate rispetto all'evento meteorico avente tempo di ritorno pari a $T_R = 5$ anni. Riguardo la verifica delle tubazioni, si accetta un riempimento massimo degli specchi pari al 85%.

Nella seguente tabella si riportano i dati utilizzati ed i risultati del dimensionamento dei collettori principali costituenti la rete di progetto.

Rete di raccolta acque meteoriche	L	Superficie netta complessiva	Tc	Q	Quota monte	Quota valle	i	h/d	v	CONDOTTA
TRATTI	(m)	(mq)	(sec)	(l/s)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	%	%	m/s	
TRATTO A1 - VIA MASTROBUONO	63.58	41367	1217	1398	198.63	197.89	1.16%	76.10	3.83	DN 800 PVC
TRATTO A2 - VIA MASTROBUONO	317.81	233822	2563	4442	201.42	197.73	1.16%	80.51	5.05	DN 1200 PVC
TRATTO B1 - VIA MATER CHRISTI	44.68	283635	2571	5376	197.73	197.03	1.57%	84.40	5.86	DN 1200 PVC
TRATTO B2 - VIA MATER CHRISTI	562.21	283635	2571	5376	197.03	168.51	5.07%	54.07	9.56	DN 1200 PVC

Tabella 6 – Risultati del dimensionamento dei tronchi fognari in progetto

7.2. Vasca di grigliatura e dissabbiatura

Il principio di funzionamento di un dissabbiatore con funzionamento in continuo si basa sul processo di sedimentazione che sfrutta la forza di gravità per separare le particelle solide sedimentabili, caratterizzate da peso specifico maggiore di quello dell'acqua, e che sono in grado di depositarsi sul fondo della vasca in tempi sufficienti.

Affinché le particelle solide possano sedimentare efficacemente sul fondo di una vasca a funzionamento in continuo occorre pertanto:

- verificare che il carico idraulico superficiale (C_{is}), inteso come rapporto tra la portata Q e la superficie della vasca S , non sia superiore alla velocità di precipitazione delle particelle che si vuole far sedimentare.
- verificare, nel caso di vasca a flusso orizzontale, che la velocità del flusso non sia superiore al valore limite ($30 \div 50$ cm/s) tale da consentire la risospensione delle particelle solide già sedimentate sul fondo vasca.

Il tempo di detenzione assume una importanza più marginale rispetto a vasche isolate in quanto la cosa che conta nel caso di vasche in continuo è che la velocità di sedimentazione delle particelle sia superiore a quella di percorrenza in senso longitudinale della vasca.

Per stimare la velocità v_s di precipitazione delle sabbie si fa riferimento anche in questo caso alla nota legge di Stokes, per la quale vale la relazione:

$$v_s = \frac{g}{18} \cdot (\gamma_s - \gamma_a) \frac{D^2}{\mu}$$

dove:

g = accelerazione di gravità, pari a 9.81 m/s^2 ;

γ_s = peso specifico delle particelle, pari a 2.0 t/m^3 ;

γ_a = peso specifico dell'acqua, pari a 1.0 t/m^3 ;

D = diametro delle particelle;

μ = viscosità cinematica dell'acqua (pari a $1.139 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$ a temperatura di 15°C).

All'interno dell'impianto di trattamento, pertanto, tutte le particelle di tipo granuloso che hanno velocità di sedimentazione superiore al carico idraulico superficiale vengono trattenute e raccolte sul fondo.

Al fine di effettuare una efficiente dissabbiatura, si impone il diametro delle particelle che si vuole far sedimentare. Fissato pertanto un valore del diametro $D = 0.20 \text{ mm}$, si ricava mediante la formula di Stokes il valore della velocità v_s e quindi il valore limite del C_{is} .

Posto il diametro delle particelle da far sedimentare $D = 0.20 \text{ mm}$ (in accordo alla definizione di dissabbiatura indicata all'art. 3 comma 1 lettera m) del Regolamento Regionale), si ottiene:

$$v_s = 2.38 \text{ cm/s}$$

Imponendo

$$C_{is} = Q/S_{\text{fondo}} = 2.38 \text{ cm/s}$$

si ricava la superficie della vasca necessaria.

Nel presente caso, si prende a riferimento la portata di picco a 5 anni recapitata presso l'impianto, ovvero pari a:

$$Q_{TR\ 5} = 5.38 \text{ m}^3/\text{s}$$

Per cui si ricava:

$$S_{\text{fondo}} = 5.38 / 0.0238 = 226.05 \text{ m}^2$$

Volendo aggiungere un fattore di sicurezza almeno pari al 10% della superficie ottenuta, si adotta una vasca che abbia una superficie di fondo pari a 250 m^2

La vasca ha forma rettangolare, dotata di setto interno in modo da far percorrere al flusso un percorso ad U lungo il quale le particelle solide si depositano.

L'altezza del tirante idrico all'interno del manufatto è regolato dalla soglia di stramazzo in uscita e dal battente che su di essa si instaura al passaggio della portata di progetto.

Per il suo dimensionamento si considera la formula dello stramazzo in parete grossa, per cui vale:

$$Q = 0,385 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H^{3/2}} = 1,705 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

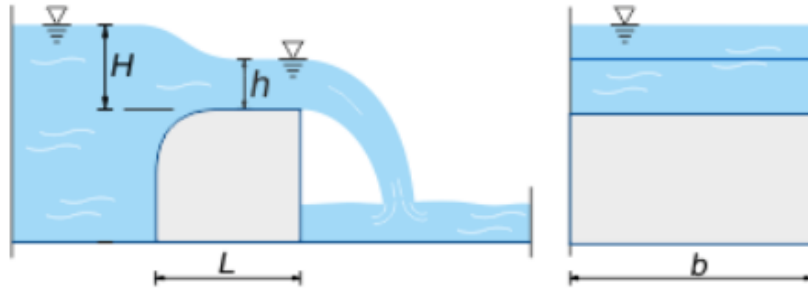


Figura 9 – Rappresentazione schematica dello stramazzo in parete grossa

Assumendo una soglia di larghezza $b = 5.50$ metri si ricava un battente $h = 0.69$ m

In tale configurazione, posta la soglia ad una altezza di 1.30 metro dal fondo vasca, l'altezza d'acqua nel dissabbiatore è al minimo 1.99 m, pertanto la velocità di deflusso al suo interno è:

$$v = Q/A = 5.38 / (5.50 \times 1.99) = 0.49 \text{ m / s} = 49 \text{ cm/s}$$

Pertanto la velocità del flusso non determina risospensione delle particelle già sedimentate, in quanto inferiore al valore abitualmente preso a riferimento in letteratura (50 cm/s).

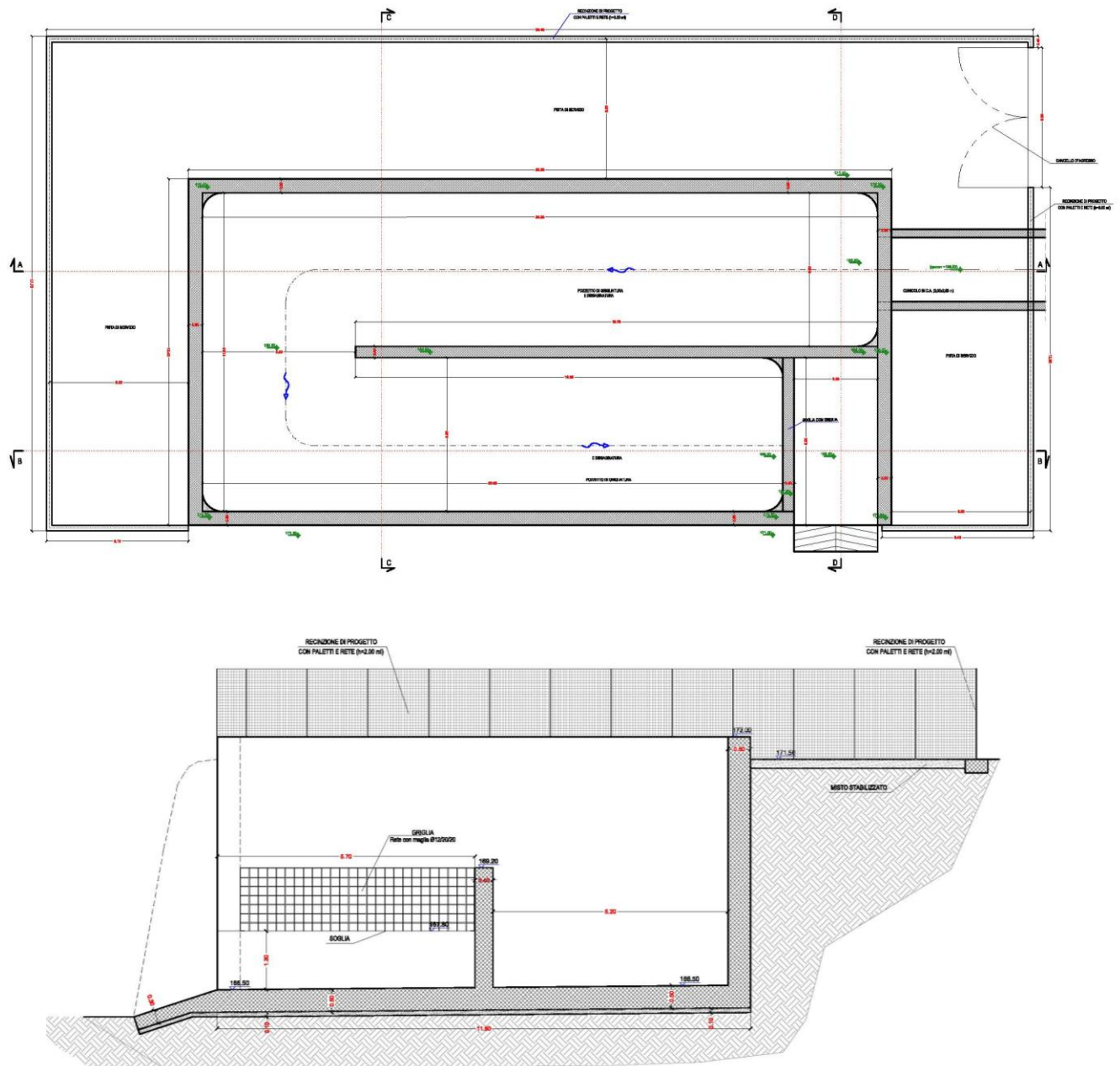


Figura 10 – Piante e sezione dell'impianto di trattamento