

Studio Tecnico Ecologico Ambientale Dott. Mauro Scacchia

REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI COLONNELLA

PROVINCIA DI TERAMO

**OGGETTO: INDUSTRIA PRODUZIONE AMMENDANTI COMPOSTATI
IN ZONA INDUSTRIALE VALLE CUPA**

TITOLO: VERIFICA COMPATIBILITA' IDRAULICA

PROPONENTE: STAM Srl SVILUPPO TECNICHE AMBIENTALI

**PROGETTO: Studio Tecnico Ecologico Ambientale Dott. Mauro Scacchia
Ingegnere industriale ir – Perito chimico industriale**

SCALA:

DATA:

4 SETTEMBRE 2014



STAM S.r.l.
Z.I. Valle Cupa
64010 Colonnella (TE)
P. IVA 01738450673

Allegato. n.

A	0	6
----------	----------	----------

Studio Tecnico Ecologico Ambientale Dott. Mauro Scacchia
Via S. Costantini 2D, S. Nicolò a Tordino (Te) Tel. fax 0861/587639 – email mauroscacchia@virgilio.it

PROVINCIA DI TERAMO

REGIONE ABRUZZO

COMUNE DI COLONNELLA

PROGETTO:

INDUSTRIA PRODUZIONE AMMENDANTI COMPOSTATI

UBICAZIONE:

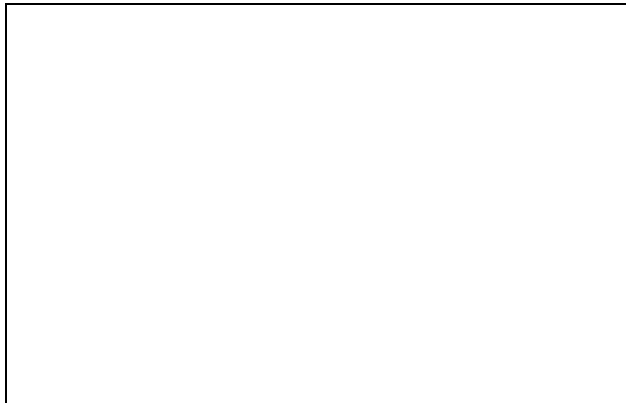
ZONA INDUSTRIALE VALLE CUPA

COMMITTENTE:

STAM SRL SVILUPPO TECNICHE AMBIENTALI

***RELAZIONE DI VALUTAZIONE DELLA PROCEDURA DI
MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI CUI ALL'ART. 20, COMMA 2
DELLE N.T.A. DEL P.A.I.***

DATA: novembre 2010 REV.:



2010_92_STAM

Il Geologo
Dott. Andrea MARZIALE
(n. 233 Albo dei Geologi Reg. Abruzzo – Sez. A)



Sommario

1	Premesse	2
1.1	Inquadramento geografico e morfologico dell'area	3
1.1.1	Caratteristiche fisiche generali del fiume Tronto	4
1.1.2	Caratteristiche fisiche generali del fosso di confine	5
1.2	Analisi documentazione esistente	7
1.3	Vincoli PAI e di PRE	7
1.4	Descrizione degli interventi in progetto	8
2	Carateri geologici del sito	10
3	Caratteristiche geomorfologiche dell'area	11
3.1	Caratteri geomorfologici locali	11
4	Caratteristiche idrogeologiche dell'area	12
5	Rischio Idraulico	13
5.1	Quantificazione del rischio idraulico del sito in esame	13
5.2	Verifica delle condizioni di dissesto del sito	13
5.2.1	Verifica del deflusso del Fiume Tronto	14
5.2.2	Verifica del deflusso del fosso di confine	14
6	Caratteri idrologici del bacino	15
6.1	Determinazione dell'afflusso pluviometrico – stima delle altezze di precipitazione di durata t e tempo di ritorno t_r	15
6.1.1	Dati pluviometrici	15
6.1.2	Curve di possibilità climatica	16
6.1.3	Elaborazione dei dati di pioggia – La legge di Gumbel	17
6.2	Stima del Coefficiente di deflusso	19
7	Valutazione della portata di massima piena del fosso DI confine	21
7.1	Definizione delle caratteristiche del bacino	21
7.1.1	Metodi empirici (o Udometrici) per la stima della portata di piena	21
7.1.2	Metodo analitico o razionale della stima della portata di massima piena	22
8	Verifiche idrauliche	26
8.1	Condizioni moto uniforme	26
8.1.1	Verifica idraulica in moto uniforme	28
8.2	Condizioni moto permanente	34
8.2.1	Verifica idraulica in moto permanente	36
9	Verifica della compatibilità dell'intervento con il livello DI rischio dichiarato	41
10	Conclusioni	41

Appendice

- Parere dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto
- TAV. 1: Ubicazione sezioni fluviali di riferimento del Fiume Tronto e affluenti
- TAV. 2: Ubicazione sezioni fluviali di riferimento del fosso di confine
- Livello tirante idrico $Tr = 100$ nelle sezioni di deflusso del fosso di confine rilevate

1 PREMESSE

La ditta "STAM Srl" ha affidato allo scrivente l'incarico per redigere, ai sensi dell'art. 20, comma 2, delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. del fiume Tronto, la seguente verifica tecnica di compatibilità idraulica relativa ad un'area sita in Comune di Colonnella, in Contrada Vallecupa, dove insiste un opificio industriale dismesso (ex Industria CASTES Srl) destinato ora ad ospitare un'attività di produzione di compostato di qualità, al fine di valutare se le nuove previsioni determinano un aggravio del livello di rischio esistente e pregiudica la possibilità di riduzione di tale livello.

L'area in esame è posta al margine occidentale di una zona industriale identificata nel vigente Piano Regolatore Generale del Comune di Colonnella con la denominazione "Insediamenti produttivi esistenti da riqualificare (Q)".

In evasione al mandato ricevuto si è eseguito uno studio che si è sviluppato attraverso:

- l'acquisizione di conoscenze geologiche e geomorfologiche della zona tramite la lettura critica degli elementi bibliografici esistenti;
- un accurato rilievo geologico-geomorfologico convenientemente esteso anche al di fuori dell'area edificatoria volto alla comprensione-interpretazione della geologia del territorio, alla conoscenza litostratigrafica del sito e alla definizione dei processi morfogenetici prevalenti;
- l'esame del progetto e delle fasi lavorative dell'attività prevista;
- valutazione del rischio e della pericolosità idraulica esistente attraverso:
 - o l'esame degli elaborati del PAI Tronto;
 - o l'esame del P.R.G. del Comune di Colonnella;
 - o il reperimento degli studi riguardanti le verifiche idrauliche delle sezioni di deflusso del Fiume Tronto (Studio SAGI Srl);
 - o il reperimento di informazioni riguardanti lo studio "Idrologico e Idraulico" redatto per i fossi recapitanti nel fiume Tronto nel territorio comunale di Colonnella (Geol. Morganti);
 - o l'acquisizione degli Annali Idrologici della stazione pluviografica di Ascoli Piceno, riferiti al periodo 1951-1989.
- l'acquisizione del rilievo di n. 7 sezioni idrauliche del fosso di confine che costeggia il sito in esame, messe a disposizione dalla Committenza.

Quanto sopra al fine di valutare se le previsioni di progetto aggravano il livello di rischio idraulico esistente e pregiudica la possibilità di riduzione di tale livello.

Si sono, altresì, valutate le peculiarità del fosso demaniale posto a margine del lotto in esame e verificate se la sezione idraulica è in grado di contenere i livelli idrici raggiunti con Tr = 20, 50 e 100 anni, allo scopo di verificare interferenze con il sito in esame.

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO DELL'AREA

L'area oggetto del presente studio si colloca in Comune di Colonnella, nella parte nord-orientale della Provincia di Teramo. Essa ricade nella fascia collinare orientale dell'Abruzzo settentrionale, a pochi chilometri di distanza dalla limitrofa Provincia di Ascoli Piceno. La configurazione morfologica del territorio comunale è caratterizzata da dorsali collinari e valli fluviali abbastanza ampie e dai fianchi debolmente acclivi, modellati su terreni prevalentemente argilloso-marnosi e argilloso-sabbiosi del Plio-Pleistocene.

Il sito in esame che si trova a nord-ovest del centro storico comunale, ad una quota di circa 15 m s.l.m., è posto sulla pianura alluvionale del fiume Tronto, in destra idrografica, nel tratto compreso tra il Fosso di confine, ad ovest, e il fosso Lupo, ad est. Verso sud l'area industriale in esame è limitata dalla Strada Comunale Piane Tronto e verso nord dalla Strada provinciale n. 1 – Bonifica del Tronto.

Il fiume Tronto rappresenta il corso d'acqua più importante della zona e si sviluppa secondo una direzione all'incirca pari a sud-ovest – nord-est. Esso raccoglie le acque dei diversi fossi che drenano i versanti collinari e che vi si immettono più o meno perpendicolarmente. Nel tratto in esame riceve il contributo del fosso di confine, posto al limite occidentale dell'area industriale in esame, e dal fosso Lupo entrambi drenanti le acque piovane del retrostante versante collinare.

Per quanto riguarda i riferimenti cartografici, l'area descritta ricade nel Foglio n. 133 –134 denominato "Ascoli Piceno – Giulianova" della Carta d'Italia, alla scala 1:100.000. Nella cartografia dell'IGM, alla scala 1:25.000, è contenuta nel Foglio 327 E (fig.1). Nella Carta Tecnica Regionale ricade nell'elemento n. 327114.

Catastralmente l'area è riportata nel Foglio n. 1 del **Comune di Colonnella ed identificata dalle particelle nn..**

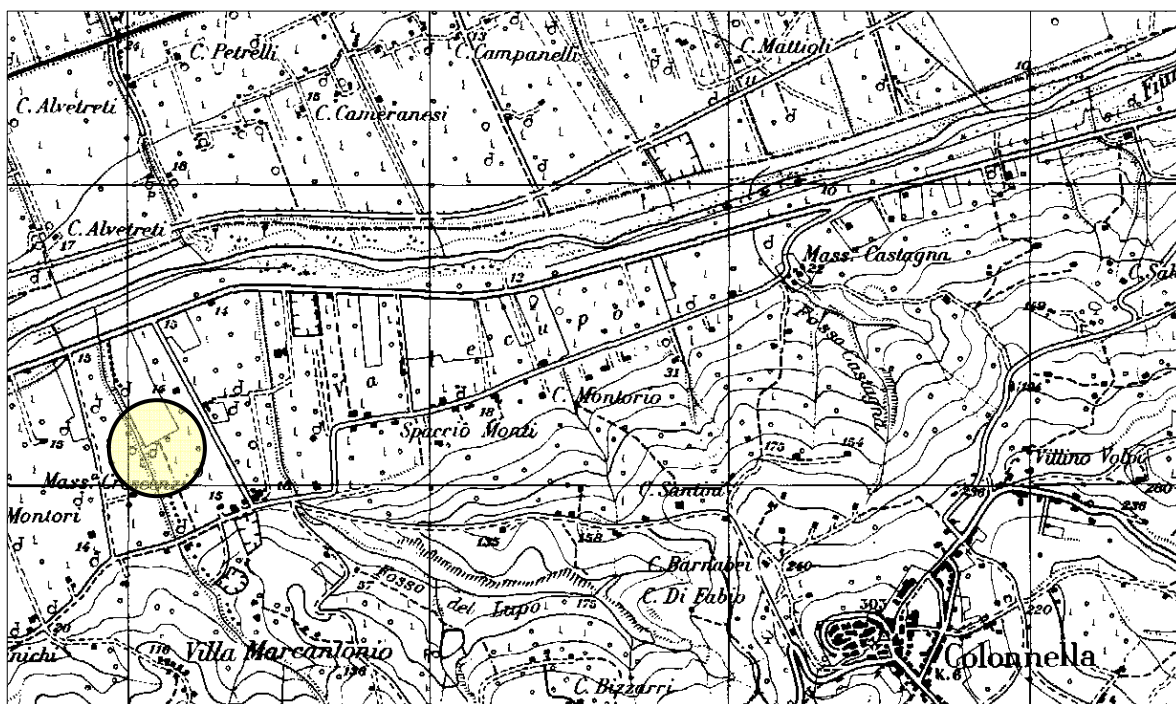


Figura 1: Stralcio topografico - Ubicazione dell'area di studio



Figura 2: vista aerea del opificio in esame

1.1.1 Caratteristiche fisiche generali del fiume Tronto

Il bacino del Fiume Tronto si estende su una superficie di 1.189 Km² con un'altitudine media di 774,5 m. Il corso d'acqua principale nasce dalle pendici settentrionali dei Monti della Laga (circa a quota 1.900 m s.l.m.) e sbocca nel Mare Adriatico in prossimità di Porto d'Ascoli, dopo un percorso di 97,5 Km. Nel tratto iniziale il fiume ha direzione prevalentemente S-N fino all'altezza di Arquata del Tronto, cioè alle falde del Monte Vettore, dove muta bruscamente direzione descrivendo una curva praticamente ad angolo retto rispetto al tratto precedente ed assumendo, quindi, fino alla foce una direzione all'incirca NO-SE.

Il fiume Tronto è alimentato da 55 affluenti, di cui 32 in sinistra idraulica e 23 in destra idraulica.

L'asta fluviale può essere suddivisa in tre parti, in cui si evidenziano le seguenti caratteristiche:

PARTE ALTA

1. carattere montano,
2. litologia prevalentemente marnoso-calcareo,
3. valle molto incassata con pareti anche verticali;

PARTE MEDIA

1. carattere collinare
2. litologia prevalenza pelitico-arenacea,
3. conformazione modellata secondo la rispondenza dei terreni all'erosione;

PARTE BASSA

1. carattere pianeggiante,
2. prevalenza di terreni alluvionali,
3. conformazione variamente incisa dal corso del fiume.

Il sito in esame ricade nella predetta parte bassa.

1.1.2 Caratteristiche fisiche generali del fosso di confine

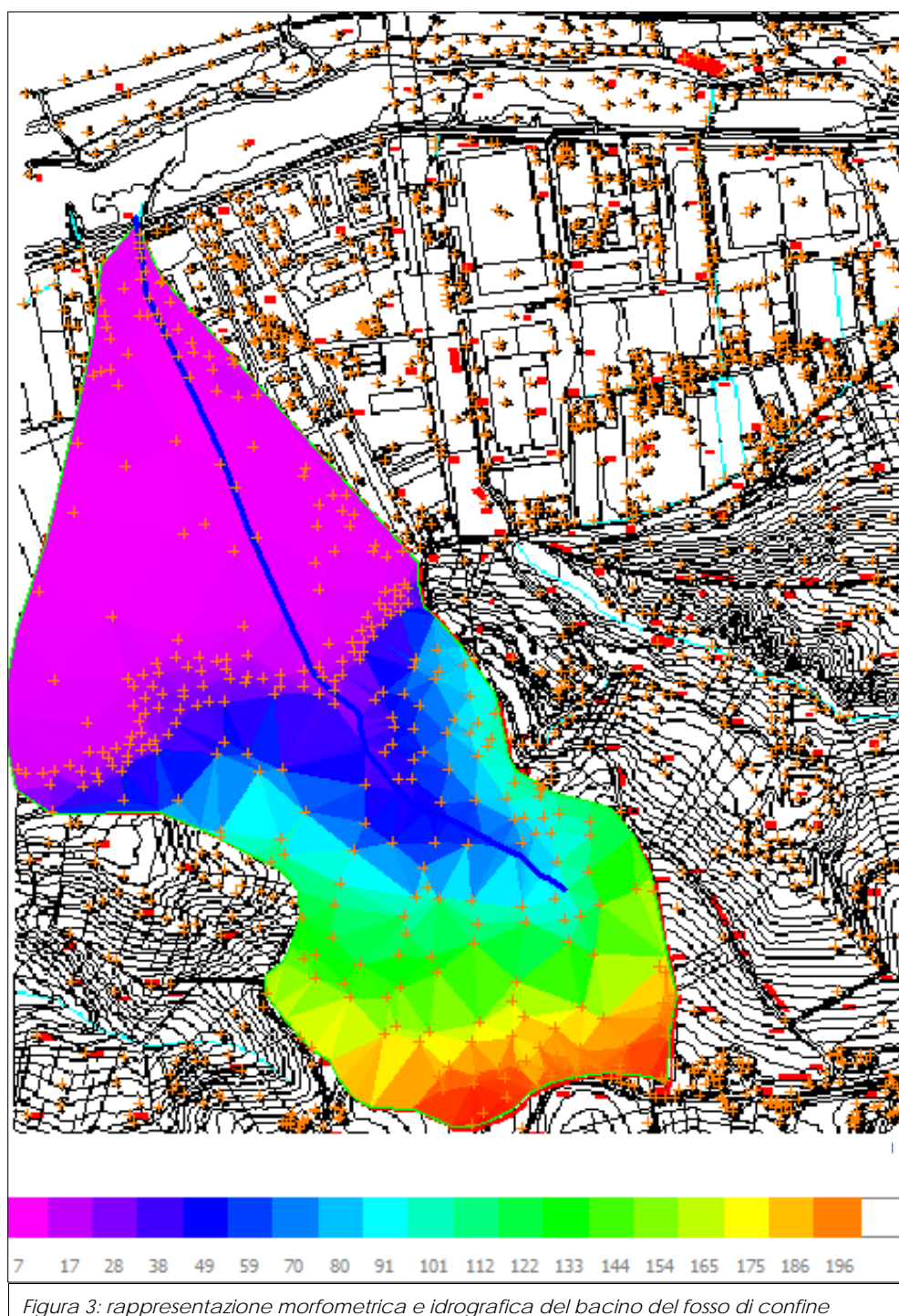
Il fosso di scolo delle acque piovane denominato “fosso di confine”, in cartografia riportato senza nome stante la sua modesta estensione, ha le seguenti caratteristiche idrografiche e morfometriche principali:

IDROGRAFIA E MORFOMETRIA	
Nome bacino	Fosso di confine
Superficie	0,88 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2423,37,4737) km
Perimetro bacino	4,40 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	70,58 m
Altitudine minima bacino	13,20 m
Pendenza media bacino	18,10 %
Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,20 m
Lunghezza asta principale	1,47 Km
Pendenza media fiume	5,52 %
Tempo di corrivazione (Giandotti 1934)	0,98 ore

Esso si sviluppa sul versante settentrionale della dorsale collinare su cui sorge il centro abitato di Colonnella.

Morfologicamente, nel bacino in esame possiamo distinguere una parte alta, a carattere collinare, con terreni prevalentemente argillosi, e una parte bassa, a carattere pianeggiante impostata su terreni di origine alluvionale del fiume Tronto (fig. 3).

Data la natura prettamente argillosa dei terreni che costituiscono il predetto versante, il fosso non presenta sorgenti di alimentazione. Il suo carattere è, quindi, prettamente torrentizio; è, infatti, normalmente secco, con portate significative che si verificano solo in occasione di eventi meteorici rilevanti. In pratica esso funge esclusivamente da collettore delle acque di origine meteorica.



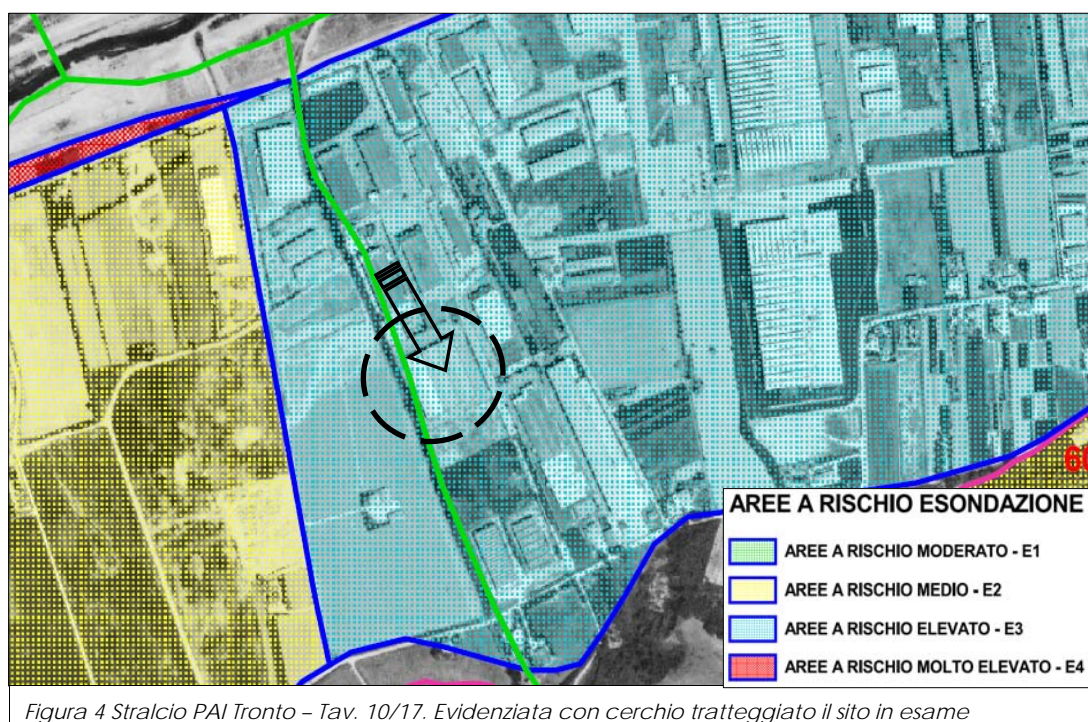
1.2 ANALISI DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

La composizione del quadro conoscitivo dell'area in esame è avvenuto tramite l'acquisizione di conoscenze geologiche e geomorfologiche sul territorio considerato mediante la consultazione degli elementi bibliografici esistenti:

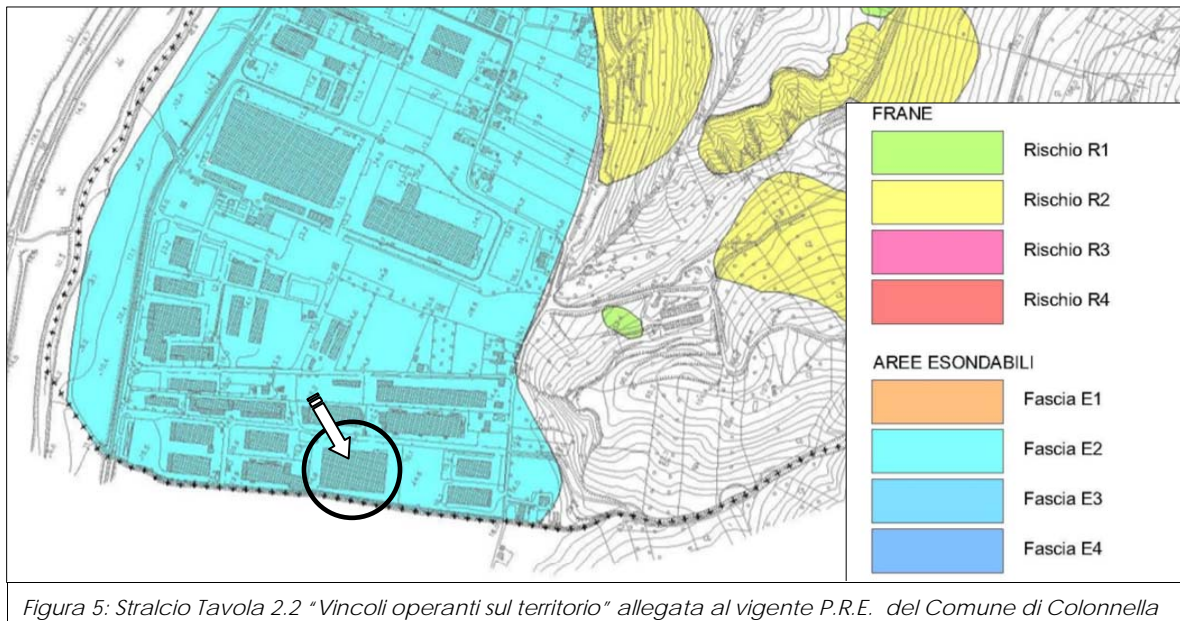
- Foglio n. 133-134 "Ascoli Piceno - Giulianova" della Carta Geologica d'Italia;
- "Carta geologica della Provincia di Teramo" - Adamoli (1993);
- "Carta geologica dell'Abruzzo" - Ghisetti et Al. (1996);
- Studio idrologico redatto dall'Università di Ancona.
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto – Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto (Approvazione Regione Abruzzo con D.C.R. n. 121/4 del 07.11.2008 – BURA del 21/01/2009).
- Studio "Idrologico e Idraulico" redatto per i fossi recapitanti nel fiume Tronto nell'area del Comune di Colonnella.

1.3 VINCOLI PAI E DI PRE

Nella Carta del Dissesto e delle Aree Esondabili del PAI del Fiume Tronto l'area in esame è contenuta nella Tavola n. 10/17 della Sez. n. 327110 in scala 1:10.000. Dall'esame si nota che essa rientra in un'area a rischio elevato di esondazione "E3" che può essere interessata dalle piene con tempo di ritorno assimilabile a 100 anni, come evidenziato nello stralcio planimetrico riportato (Fig. 4).



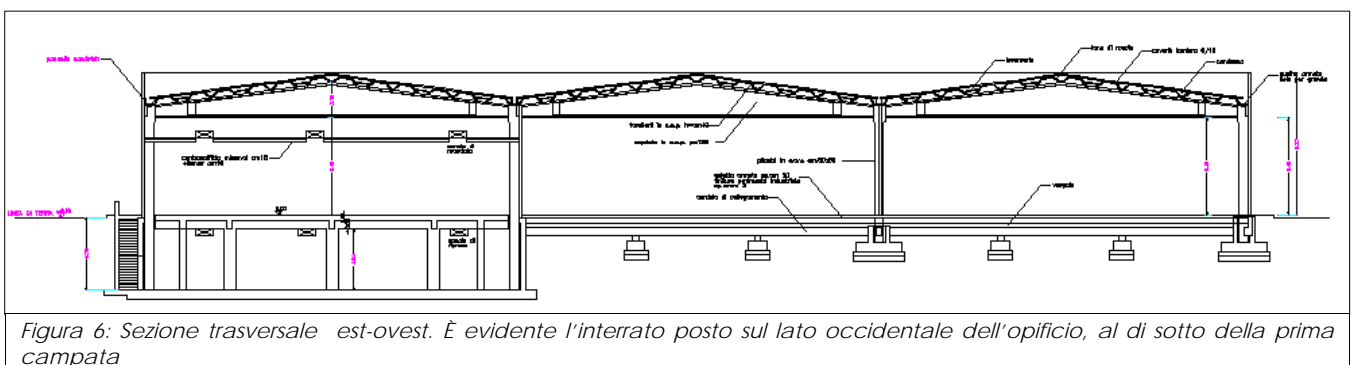
Nel vigente PRE del Comune di Colonnella l'area, che ha la seguente destinazione urbanistica: "Insediamenti produttivi esistenti da riqualificare (Q)", nella Tavola 2.2 "Vincoli operanti sul territorio", ricade, invece, in una zona a basso rischio di esondazione E2 (fig. 5).



Allo stato attuale, in virtù del parere dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto del 2004, prot. n. 436 (vedi allegato), all'area in esame è quindi attribuibile un livello del rischio di esondazione E2 (aree che possono essere interessate dalle piene con tempo di ritorno assimilabile a 200 anni).

1.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Nell'area in esame vi insiste un opificio a pianta pressoché rettangolare, delle dimensioni di 73 m x 117 m circa, avente l'asse più lungo disposto all'incirca secondo la direzione nord-sud. La struttura, costruita all'inizio degli anni '90, con ampliamenti realizzati nel decennio successivo, in elevazione si sviluppa su un solo piano raggiungendo al colmo del tetto un'altezza massima di 9,27 m. La porzione più occidentale dell'opificio, nell'ambito della prima campata, presenta un interrato che raggiunge una quota di -4,75 m dal piano di campagna.



Il piazzale antistante il capannone esistente è asfaltato e le acque raccolte dai tetti sono convogliate nella rete delle acque bianche comunali.

L'area di pertinenza del capannone è recintata con un muretto in c.a. alto 1 m che sul lato occidentale, prossimo al fossato, raggiunge 1,5 m, sul quale è posta una rete metallica passante; gli accessi posti sul lato orientale.

L'attività in progetto prevede la produzione dell'ammendante compostato, il cui processo di produzione consiste nella stabilizzazione biologica in fase solida di residui organici, in condizioni aerobiche tali da garantire alla matrice in trasformazione il passaggio spontaneo alla stabilizzazione, attraverso una fase di autoriscaldamento dovuto alle reazioni microbiche. Il processo che trasforma il substrato di partenza in un prodotto stabile, simile all'humus, chiamato compost si conclude in circa 90 giorni.

Le fasi di trattamento previste sono:

1. ricevimento dei materiali;
2. messa in riserva;
3. triturazione e miscelazione;
4. fase attiva – biossificazione in aerazione forzata ed in cumuli rivoltati;
5. fase di maturazione - in cumuli rivoltati;
6. vagliatura;
7. stoccaggio dell'ammendante compostato;
8. commercializzazione.

L'intero processo produttivo avverrà completamente all'interno del capannone, in ambiente confinato. Non sono previsti accumuli nell'area di pertinenza esterna all'opificio. Una volta completato il processo di produzione, l'ammendante compostato verrà venduto allo stato sfuso oppure trasportato in apposito impianto per la successiva fase di insacchettamento e commercializzazione allo stato confezionato.

2 CARATERI GEOLOGICI DEL SITO

I depositi plio-pleistocenici del ciclo marino costituiscono il riempimento sedimentario del bacino periadriatico, situato al margine della catena appenninica in via di sollevamento. Il limite occidentale di tali depositi è rappresentato dall'affioramento dei terreni Messiniani del bacino della Laga sui quali questi poggiano in discordanza angolare, mentre ad oriente coincide con la linea di costa del mare Adriatico.

L'attività tettonica sinsedimentaria ha condizionato l'assetto morfologico del bacino ed i suoi ambienti deposizionali, a tal punto che la successione marina, pur mantenendo una sua unitarietà complessiva, mostra numerose differenziazioni sia in senso verticale che orizzontale, con discontinuità di sedimentazione e discordanze geometriche.

I sedimenti plio-pleistocenici costituiscono un ciclo marino di 1° ordine, rappresentato da sabbie e conglomerati basali passanti ad una successione pelitica con spessore di circa 2600 m nella quale si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, corpi clastici a granulometria grossolana e fine. La sequenza è chiusa al tetto da sabbie e conglomerati di ambiente marino-litorale e poi continentale. All'interno dei depositi trasgressivi e regressivi si riscontrano dei cicli minori.

Durante il Pliocene medio-superiore, nel corso dell'approfondimento del bacino sedimentario periadriatico la catena appenninica, più interna, si stava strutturando e andava progressivamente sollevandosi.

Con il Pleistocene basale, la fascia periadriatica emerge definitivamente. In conseguenza di tale fenomeno, i depositi marini plio-pleistocenici del bacino periadriatico assumono il loro caratteristico assetto monoclinale con immersione generale verso est.

In particolare l'area oggetto di studio è costituita da uno strato di depositi alluvionali terrazzati antichi di cospicuo spessore ottenuti dal disfacimento della retrostante catena Appenninica costituiti da ghiaie di discreto addensamento, talora cementate divenendo conglomerato, con clasti di natura diversa pur con netta prevalenza del materiale calcareo, immersi in matrice sabbiosa e/o limo-sabbiosa, in cui talora si intercalano lenti di sabbia e limo.

In linea generale una successione litostratigrafica tipo dell'area in esame è costituita, dal basso verso l'alto da:

- Argille sabbiose grigio-azzurre del substrato di ambiente di sedimentazione neritico;
- Depositati alluvionali a granulometria grossolana (ghiaie e sabbie) di cospicuo spessore (circa 10 m) di ambiente di sedimentazione continentale alluvionale;
- Terreno alterato, rappresentante il terreno vegetale, ottenuto dalla pedogenesi dei sottostanti depositi alluvionali.

3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

Da un punto di vista geomorfologico generale la zona in esame ricade nell'ambito della fascia collinare periadriatica, caratterizzata da rilievi collinari poco elevati e con versanti debolmente acclivi. La sua evoluzione geomorfologica è stata condizionata, tra l'altro, sia dalla natura litologica dei rilievi collinari, prevalentemente argillosa e, quindi, facilmente erodibile, sia dell'azione fluviale che, attraverso alterne fasi erosive e deposizionali nel recente passato geologico, ha dato luogo alla disposizione a terrazzi dei depositi alluvionali.

3.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI LOCALI

La zona in studio si caratterizza per la presenza di depositi alluvionali eterogenei che individuano un'unità geomorfologica ben distinta rappresentata dal IV ordine di terrazzamento del Fiume Tronto. Essa si presenta estesamente pianeggiante e, pertanto, privo di forme indicanti fenomeni geomorfologici in evoluzione, come dimostra l'assenza di lesioni sui fabbricati esistenti nella zona in parola.

Diversa è la situazione che si riscontra in corrispondenza del fiume Tronto che nel tratto in esame ha un andamento rettilineo e una sezione di deflusso canalizzata e delimitata da argini a sezione trapezia; eventuali problemi di esondazione sono pertanto legati a fenomeni meteorologici particolarmente intensi e a carattere eccezionale. Allagamenti sono dovuti anche alle acque drenanti la pendice collinare laddove le vie di deflusso naturali risultano ostruite o si trovano in un cattivo stato di manutenzione. Il fosso limitrofo all'area in esame, è stato recentemente ripulito con la regolarizzazione della sezione di deflusso.

La geomorfologia del versante che si eleva verso sud e che borda il tratto di pianura alluvionale in esame, è strettamente legata alla litologia dei terreni che la costituiscono: l'intervallo basale pelitico-siltoso determina versanti poco acclivi mentre, salendo di quota, l'aumentare del contenuto sabbioso genera versanti ripidi che tendono alla verticalità al passaggio con le sabbie e i conglomerati di tetto.

La presenza di una copertura colluviale costituita da litologie prevalentemente limoso-argillose e la percolazione delle acque superficiali danno origine a fenomeni geomorfologici di varia tipologia, in rapporto alla complessità litologica, all'assetto strutturale e alle diverse condizioni geomorfologiche, quali l'energia del rilievo e i processi di erosione alla base dei versanti, consistenti in frane e deformazioni plastiche. Allo stato attuale nessun fenomeno suddetto interferisce con il sito in esame che può, quindi, ritenersi stabile.

4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

In generale, l'assetto idrogeologico del territorio comunale è direttamente connesso con le sue caratteristiche geologiche e litostratigrafiche. Infatti, le dorsali collinari che caratterizzano l'area a monte di quella in esame, costituite dalle argille marnose e sabbiose plio-pleistoceniche, sono contraddistinte da una bassissima permeabilità e quindi da una circolazione sotterranea limitatissima. Esse svolgono, pertanto, la funzione di "acquiclude" sostenendo le falde acquifere dei depositi sabbioso-conglomeratici di chiusura della successione plio-pliostocenica, dei depositi alluvionali, della piana costiera e quelle, più modeste e meno estese, delle coperture colluviali.

L'idrologia della zona d'interesse non rivela problematiche degne di particolare rilievo: le acque meteoriche, provenienti dai circostanti rilievi collinari, fluiscono lungo l'area in modo regolare e vanno ad alimentare, secondo una rete idrica ben organizzata sia superficiale che fognaria, i corsi d'acqua di ordine superiore presenti.

In riferimento alle permeabilità, terreni costituenti i depositi alluvionali sono dotati di una permeabilità per porosità che potremo definire media e medio-alta che consente l'infiltrazione e la percolazione delle acque d'origine meteorica che vanno ad alimentare la falda freatica posta all'interno dei depositi a granulometria grossolana (sabbie e ghiaie) del materasso alluvionale. A questi ultimi depositi è possibile attribuire una permeabilità primaria (per porosità), con valori del coefficiente di permeabilità maggiori di $K = 10^{-4}$ m/s, funzione anche dalla percentuale di frazione fine presente e del grado di addensamento. La presenza di lenti limoso-argillose al loro interno può dar luogo ad una falda acquifera multistrato. A grande scala la falda risulta essere, comunque, un acquifero indifferenziato con un'unica superficie piezometrica, posta a circa 8 m dall'originario piano di campagna e soggetta a fluttuazioni nei diversi periodi dell'anno.

I terreni argillosi del substrato sono caratterizzati da una permeabilità bassa o molto bassa e costituiscono il livello di base della circolazione idrica.

5 RISCHIO IDRAULICO

Il Rischio Idraulico rappresenta nel territorio in generale la risultante dei fattori naturali ed antropici, nell'ambito di interesse costituito dalle reti di drenaggio superficiale, naturale, e da dinamiche idrologiche ed idrauliche, che caratterizzano le relazioni tra afflussi e deflussi nell'ambito del bacino idrografico; esso si identifica con la nota relazione :

$$R = H \times V \times E = H \times D$$

in cui :

- R = Rischio, entità del danno atteso in una data area, in un certo intervallo di tempo, al seguito del verificarsi di un evento calamitoso.
- H = Pericolosità, ovvero la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso in un certo intervallo di tempo in una zona; tale elemento, inteso come valore complementare al fattore di sicurezza, è strettamente legato al tempo di ritorno (tempo nel quale l'intensità I viene superata mediamente una sola volta – nel caso delle piene I è la portata al colmo):

$$H = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^2$$

- V = Vulnerabilità, ovvero il grado di perdita prodotto su un certo elemento esposto al rischio evento calamitoso.
- E = Valore elemento di rischio ovvero il valore in termini monetari della proprietà e delle attività economiche a rischio in una data area.
- D = Danno totale.

Alla luce delle definizioni di cui sopra, stabiliti i valori di rischio specifico (idraulico da esondazione), occorre definire una riduzione-mitigazione del rischio stesso, agendo sul fattore vulnerabilità-pericolosità del sito con una serie di interventi, ad esempio strutturali.

5.1 QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEL SITO IN ESAME

In particolare e per quanto concerne la quantificazione del rischio idraulico del sito in esame, nei fenomeni alluvionali la stima della pericolosità "H" dell'evento di piena si valuta mediante analisi statistico-probabilistiche dei dati disponibili.

Essi sono dati di portata o di pioggia, che determinano la definizione delle aree vulnerabili e mappe di esondazione con tempi di ritorno prefissati.

La pericolosità può essere suddivisa in due classi :

- Media: aree con eventi alluvionali con tempi di ritorno compresi tra 10 e 100 anni;
- Bassa: aree con eventi alluvionali con tempi di ritorno compresi tra 100 e 300 anni.

5.2 VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI DISSESTO DEL SITO

L'area in esame si trova sulla destra idrografica del Fiume Tronto, a circa 380 m dall'argine, nell'area compresa tra il fosso Lupo, più ad est, e il fosso di confine che limita verso ovest l'area in esame.

Per poter identificare e valutare i rischi a cui va incontro il sito in esame si è proceduto alla verifica delle sezioni di deflusso sia del fiume Tronto, attraverso la consultazione degli studi esistenti, che del fosso limitrofo al sito in esame, denominato fosso di confine.

5.2.1 Verifica del deflusso del Fiume Tronto

Per verificare l'esposizione del sito in esame con l'assetto idraulico del territorio, si è esaminato lo studio idraulico effettuato dallo studio SAGI Srl di Porto D'Ascoli. Tale studio è stato analizzato allo scopo di ricavare il *tirante idraulico* di progetto, altresì l'altezza della lama d'acqua sul sito in studio, in relazione al verificarsi di una piena fluviale con tempo di ritorno di 200 anni ed in funzione della quota topografica dell'area medesima. In allegato sono riportate le sezioni idrauliche sulle quale lo studio SAGI S.r.l. ha ottenuto che i livelli idraulici relativi ai flussi della portata di piena due centennale, calcolata pari a 1450 mc/s, sono contenuti all'interno della sezione di deflusso (Tav. 1).

L'Autorità di bacino Interregionale del Fiume Tronto è in possesso di uno studio idraulico realizzato dall'università di Ancona, ma i dati non sono ancora disponibili per la consultazione in quanto non pubblicati.

Si precisa, comunque, che fra lo studio idraulico dell'Autorità di Bacino e quello eseguito dallo studio SAGI srl, c'è analogia sia nella massima portata in caso di piena con tempo di ritorno 200 anni, sia nei risultati da questo scaturito.

L'intervento proposto è pertanto congruente con l'assetto idraulico dell'area.

5.2.2 Verifica del deflusso del fosso di confine

Il bacino del fosso di confine, il cui letto limita verso ovest il lotto in esame (Tav.2), ha un'estensione limitata, con quote sul livello del mare che vanno da un minimo di 13 m, in corrispondenza confluenza con il fiume Tronto, ad un massimo di 201 m in cima al versante collinare che si eleva verso sud. La tipologia e la densità del reticolo idrografico (drenaggio) sono sì legate alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche, ma soprattutto alla continua ed estesa copertura vegetale e urbanizzazione nel tratto finale.

Dalle verifiche idrauliche eseguite dal Dott. Geol. Morganti per conto del Comune di Colonnella, le sezioni idrauliche risultano verificate per le portate previste con tempo di ritorno ventennale, mentre, considerando le portate previste con un $Tr = 100$ anni, solo la sezione di chiusura non risulta adeguata.

A memoria d'uomo, secondo le notizie reperite, da quanto è nata la zona industriale su cui si inserisce il lotto in esame, non si sono mai verificate esondazioni che hanno coinvolto il capannone in esame, anche perché il piazzale è più sollevato rispetto al piano della strada di lottizzazione posta sul limite orientale dell'area.

Nel recente, il fosso in esame è stato ripulito e le sezioni di deflusso risagomate e adeguate in modo da garantire un maggior deflusso. La Committenza ha quindi provveduto ad eseguire un rilievo topografico di dettaglio con la ricostruzione di n. 7 profili trasversali che sono stati sottoposti a verifica idraulica.

6 CARATTERI IDROLOGICI DEL BACINO

6.1 DETERMINAZIONE DELL’AFFLUSSO PLUVIOMETRICO – STIMA DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE DI DURATA T E TEMPO DI RITORNO T_R .

6.1.1 Dati pluviometrici

L’obiettivo primario dello studio idrologico è la ricostruzione della fenomenologia degli eventi meteorici nel bacino d’interesse al fine di determinare le portate di piena. Per acque di origine meteorica si intendono gli apporti dovuti all’altezza della lama d’acqua, espressa in millimetri, che si accumulerebbe su una superficie orizzontale se tutte le precipitazioni vi venissero immobilizzate.

I dati pluviometrici di riferimento sono stati provengono dagli Annali Idrologici della stazione pluviografica di Ascoli Piceno, per un intervallo di tempo che va dal 1951 al 1989 (estremi inclusi), senza lacune.

Sono stati elaborati i dati delle piogge di durata 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore per diversi anni, al fine di arrivare a definire la *legge di pioggia* del bacino in esame. Successivamente, per ogni tempo di ritorno assegnato, viene eseguito il calcolo delle altezze di pioggia massima e critica in corrispondenza di ogni durata (1, 3, 6, 12, 24 ore) e di ogni T_r .

Di seguito si riportano i risultati delle elaborazioni delle precipitazioni di durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore della stazione pluviografica di Ascoli Piceno riferiti al periodo 1951 – 1989, cioè ad un totale di 39anni che, sistemati in ordine crescente, forniscono i valori della seguente tabella:

• Durata della pioggia critica (ore)

Anno	1 Ora	3 Ore	6 Ore	12 Ore	24 Ore
1	33,60	33,80	56,80	65,20	67,00
2	16,80	27,40	45,20	58,00	64,20
3	24,40	38,00	44,20	66,00	74,40
4	27,40	53,00	54,20	54,20	57,60
5	25,60	27,40	32,60	51,00	60,60
6	11,20	16,80	32,40	43,00	70,40
7	37,60	37,60	56,00	67,00	72,20
8	13,60	20,00	36,40	59,40	77,60
9	34,00	43,60	47,40	76,60	95,00
10	28,00	29,00	32,40	54,40	64,60
11	54,80	60,20	75,40	125,20	141,20
12	25,80	34,60	56,60	66,60	74,20
13	28,20	33,40	44,00	74,00	87,60
14	11,60	18,80	25,00	37,80	49,00
15	12,00	12,80	28,20	37,40	47,70
16	42,00	58,60	58,80	58,80	58,80
17	21,80	22,20	36,20	50,40	86,60
18	20,60	39,00	71,00	85,60	106,20
19	21,20	23,20	28,20	44,00	72,20
20	29,00	33,60	33,60	33,60	60,40
21	25,20	33,40	34,80	45,40	67,40
22	24,20	30,20	31,20	39,80	50,60
23	29,00	42,60	53,80	80,60	92,20
24	46,00	55,60	55,60	64,00	117,00
25	21,60	29,60	37,60	42,20	57,80
26	32,00	54,00	60,80	110,00	126,20

27	24,00	27,40	35,40	45,20	47,60
28	26,80	58,40	67,20	94,20	135,20
29	19,60	19,80	29,40	41,00	41,80
30	18,40	26,40	34,20	34,40	46,00
31	18,00	29,00	54,00	90,60	91,00
32	20,00	20,60	27,60	48,00	89,00
33	22,40	29,00	30,40	32,80	35,60
34	34,00	42,00	42,80	43,20	76,40
35	20,40	44,00	60,40	66,40	72,00
36	30,20	34,40	39,00	72,00	117,20
37	21,80	25,60	25,80	43,00	73,20
38	21,60	32,00	34,00	37,40	37,80
39	23,40	50,40	72,80	103,20	115,80

6.1.2 Curve di possibilità climatica

L'analisi statistica della serie di dati di pioggia consente di determinare la cosiddetta *Curva segnalatrice di Possibilità Climatica* o pluviometrica o Legge di Pioggia la quale, prefissato un determinato *Tempo di Ritorno (t)* dell'evento, permette di correlare le altezze di pioggia (*h*) con le relative durate (*h_p*).

A sua volta l'insieme delle coppie di valori *h* e *t*, con un tempo di ritorno *Tr*, possono essere raccordati con una legge di regressione del tipo:

$$h_t = a t^n$$

dove:

h_t = massima precipitazione al tempo *t* (mm);

t = tempo di progetto = tempo di corrivazione (ore)

a e *n* sono due parametri il cui valore dipende dalle caratteristiche pluviometriche della zona.

Nell'espressione sopra riportata i valori di pioggia sono in *mm* e il tempo in *ore*. Questa curva permette di calcolare la pioggia per un assegnato valore di durata e quindi la pioggia critica una volta calcolato il tempo di corrivazione del bacino idrografico in esame.

Utilizzando, come vedremo in seguito, prefissato *Tempo di Ritorno (t)*, è necessario conoscere il *tempo di corrivazione T_c* del bacino idrografico nell'area in cui vengono effettuate le analisi idrogeologiche-idrologiche.

S'intende come *tempo di corrivazione T_c* rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua, il tempo necessario affinché una particella d'acqua possa giungere da i punti più lontani del bacino fino alla sezione stessa.

Quindi se una pioggia ha una durata *t < T_c* non tutto il bacino defluirà contemporaneamente alla sezione considerata; cioè alla fine della pioggia la parte più lontana del bacino non avrà ancora fatto sentire il suo effetto nel deflusso.

Ciò evidenzia l'importanza nella determinazione di tale parametro; in bibliografia e nella pratica, la formula più attendibile ed utilizzata è quella proposta da GIANDOTTI:

$$T_c = \Rightarrow \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_0)}}$$

dove:

S = superficie del bacino in Km^2 ;

L = lunghezza dell'asta principale del torrente in Km ;

H_m = altezza media del bacino s.l.m.m

H_0 = quota della sezione di chiusura s.l.m.m

Inserendo il T_c nella curva di possibilità climatica per un determinato tempo di ritorno si ha la curva di probabilità pluviometrica per ogni bacino.

6.1.3 Elaborazione dei dati di pioggia – La legge di Gumbel

Per l'elaborazione statistico-probabilistica dei dati e dedurre l'equazione di possibilità pluviometrica è stato utilizzato il *metodo di Gumbel*, con il quale si esprime la probabilità di non superamento del valore di h per una durata prefissata. La distribuzione di probabilità asintotica (distribuzione doppia esponenziale) è così espressa dalla seguente formulazione:

$$P_{(h)} = e^{-e^{-k_1(h-k_2)}}$$

dove, per una durata prefissata:

- $P(h)$ = probabilità di non superamento del valore h ; il complemento ad 1 di P ($1-P$) rappresenta la probabilità di superamento.
- k_1 e k_2 = parametri della distribuzione.

Per la stima dei parametri k_1 e k_2 si applica il metodo dei momenti e si ottengono i seguenti valori:

$$k_1 = 1.283/s$$

$$k_2 = M - 0.450 \cdot s$$

dove M è la media degli eventi considerati ed s è lo scarto quadratico medio della variabile in esame.

Considerato che il tempo di ritorno Tr rappresenta l'inverso della probabilità di superamento ($1-P$), esso si può esprimere come:

$$Tr = 1/(1-P)$$

quindi la probabilità in funzione del tempo di ritorno assume la seguente espressione:

$$h = k_2 - \frac{1}{k_1} \cdot \ln \left[-\ln \left(\frac{Tr - 1}{Tr} \right) \right]$$

che per $Tr > 10$ anni è approssimata con l'equazione:

$$h = k_2 - \frac{1}{k_1} \cdot \ln \frac{1}{(Tr - 1)}$$

Di seguito si riportano le elaborazioni specifiche.

Media	25,5846	34,5487	44,1385	60,1179	76,341
S.Q.M.	9,0751	12,501	14,3607	22,7455	26,909
k	0,1202	0,0872	0,0759	0,0479	0,0405
m	21,2269	28,5458	37,2426	49,1958	63,4195

Per cui:

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

Anno	1 Ora	3 Ore	6 Ore	12 Ore	24 Ore	a	n
20	43,93	64,72	82,64	105,52	134,74	43,93	0,35
50	51,31	75,62	96,58	123,34	157,53	51,31	0,35
100	56,85	83,79	107,02	136,70	174,61	56,85	0,35

Nel caso in esame la legge di pioggia $h_c = a \cdot t^n$ è:

$$h_c = a \cdot t^n = 43,93 \cdot t^{0,35} \text{ per un Tr} = 20 \text{ anni}$$

$$h_c = a \cdot t^n = 51,31 \cdot t^{0,35} \text{ per un Tr} = 50 \text{ anni}$$

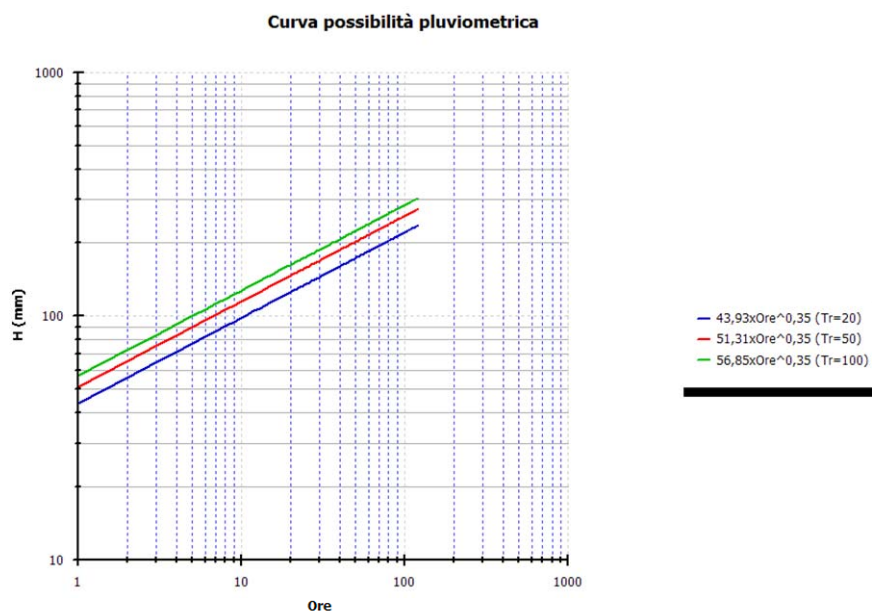
$$h_c = a \cdot t^n = 56,85 \cdot t^{0,35} \text{ per un Tr} = 100 \text{ anni}$$

È così possibile, quindi, una volta stimato il valore del *tempo di corrivazione* t_c e definita la *pioggia di progetto* h_c (o *altezza critica di pioggia*, definita come la precipitazione caduta nel *tempo di corrivazione* t_c , calcolata a partire dall'equazione della curva di possibilità pluviometrica relativa ad un dato tempo di ritorno Tr - nel nostro caso 20 anni, 50 anni e 100 anni) definire la *portata di massima piena al colmo*.

Dunque:

Altezza di pioggia critica: è l'altezza di pioggia ottenuta dalla legge di pioggia per un tempo t (durata) pari al t_c (tempo di corrivazione).

Di seguito è riportato il grafico della *Curva di Possibilità Pluviometrica* con scala semilogaritmica o logaritmica (x ed y).



6.2 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso è definito da un rapporto, riferito ad una determinata sezione di chiusura, tra la quantità di deflusso e la quantità di precipitazione. Come è noto, non tutto il volume di acqua che precipita in un bacino contribuisce alla formazione delle portate in un fiume, torrente o qualsivoglia corpo idrico. Solo la parte che non viene assorbita dal terreno determina il volume di afflusso: naturalmente, tale quantità d'acqua dipende da fattori inerenti la morfologia del bacino, la sua permeabilità, la copertura vegetale, ecc.

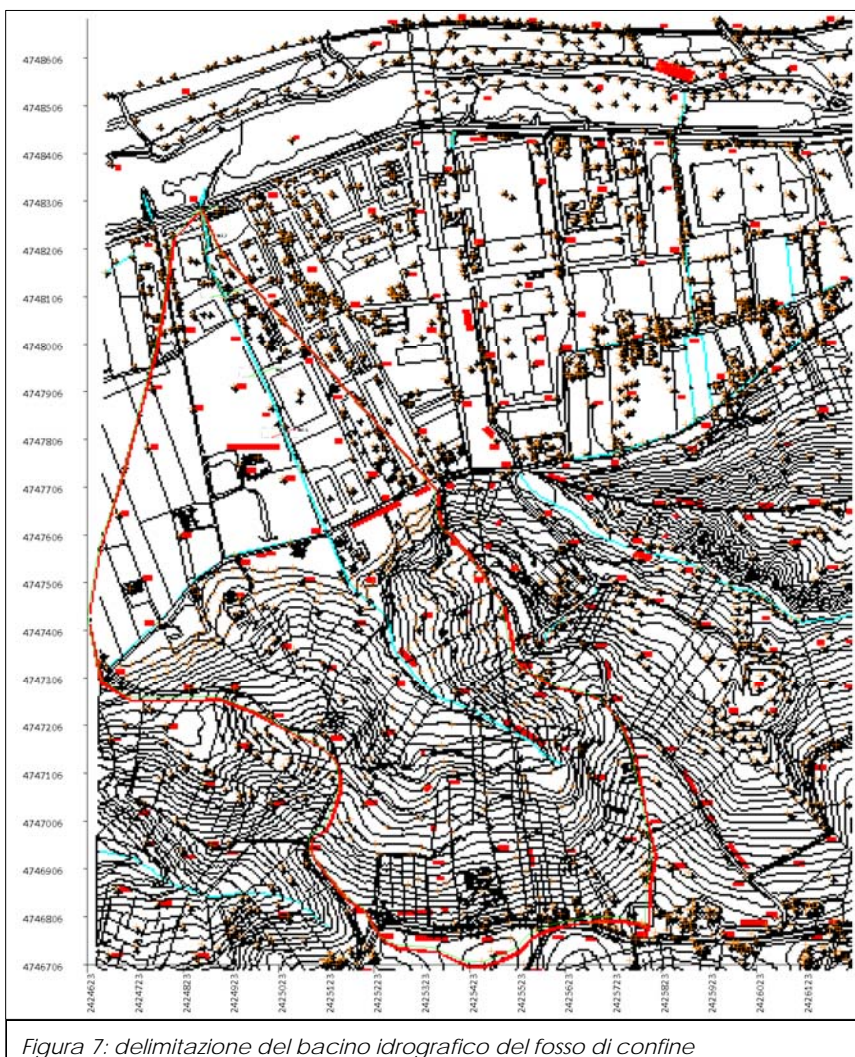
Esistono diversi metodi che portano alla determinazione del coefficiente di deflusso, ossia il rapporto tra la quantità di deflusso e la quantità di afflusso, riferiti ad una determinata sezione di chiusura.

Nel caso in esame, come *Coefficiente di deflusso annuo medio del bacino (Kennessey)*, a scopo cautelativo, è stato assunto il valore di $C_d = 1$. Ciò significa che tutto il volume di acqua che precipita nel bacino contribuisce alla formazione della portata del fosso. Nella realtà, in relazione alle caratteristiche vegetazionali, topografiche, permeabilità e clima dell'area in esame, il Coefficiente di deflusso è, invece, dell'ordine di 0,368.

Vertici bacino fosso di confine (m)

Nr.	X	Y	Z
1	2424857,78	4748292,27	15,88
2	2424897,18	4748205,41	16,00
3	2425350,96	4747701,23	20,00
4	2425350,96	4747666,36	37,00
5	2425360,26	4747623,93	58,00
6	2425378,78	4747608,11	75,52
7	2425429,48	4747553,03	87,00
8	2425467,34	4747494,54	95,50
9	2425487,11	4747470,13	100,00
10	2425508,63	4747359,70	104,00
11	2425522,05	4747332,94	107,32
12	2425591,99	4747293,69	111,00
13	2425659,46	4747276,84	120,00
14	2425692,03	4747265,21	124,00
15	2425732,16	4747220,46	129,00
16	2425761,45	4747151,72	148,00
17	2425789,75	4747007,30	172,83
18	2425805,06	4746940,93	185,00
19	2425796,74	4746894,45	195,43
20	2425792,27	4746869,66	200,00
21	2425789,91	4746790,29	207,00
22	2425761,62	4746801,57	206,40
23	2425730,46	4746805,13	200,00
24	2425691,89	4746806,13	195,00
25	2425658,74	4746803,48	194,00
26	2425633,47	4746799,39	195,00
27	2425588,47	4746788,91	195,00
28	2425547,37	4746770,79	200,00
29	2425518,20	4746741,21	205,00
30	2425485,05	4746725,31	209,10
31	2425467,38	4746718,70	211,36
32	2425447,92	4746712,06	209,00
33	2425413,45	4746713,38	206,00
34	2425345,83	4746742,53	200,00

35	2425270,25	4746747,83	193,00
36	2425239,76	4746762,41	191,00
37	2425215,89	4746794,21	189,00
38	2425199,05	4746826,30	184,00
39	2425164,63	4746848,19	178,00
40	2425121,33	4746899,13	173,00
41	2425101,22	4746925,45	170,00
42	2425088,06	4746944,62	167,00
43	2425088,06	4746974,98	159,00
44	2425118,44	4746996,23	149,00
45	2425130,60	4747023,55	143,00
46	2425148,83	4747075,15	130,00
47	2425145,67	4747123,40	119,00
48	2425133,04	4747143,79	116,00
49	2425112,37	4747163,19	113,00
50	2425063,76	4747187,47	105,00
51	2425006,03	4747217,83	95,00
52	2424972,53	4747237,41	90,00
53	2424896,31	4747266,34	73,00
54	2424711,25	4747264,73	45,00
55	2424650,49	4747304,19	23,10
56	2424623,15	4747434,72	18,50
57	2424647,45	4747580,43	17,10
58	2424702,25	4747747,50	15,10
59	2424729,48	4747862,74	15,00
60	2424762,90	4747990,24	17,10
61	2424783,57	4748107,42	16,89
62	2424799,36	4748227,02	17,39



7 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA DEL FOSSO DI CONFINO

7.1 DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL BACINO

7.1.1 Metodi empirici (o Udometrici) per la stima della portata di piena

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata la portata di massima piena: il valore della portata è restituito in m³/s, quello della portata specifica per unità di superficie del bacino, in m³/sec Km².

La valutazione delle portate di piena corrispondenti a diversi valori di T (tempo di ritorno) può essere condotta sulla base sperimentale di dati idrologici (metodi diretti) e sulla base di studi specifici eseguiti (metodi indiretti semiempirici).

Con i metodi empirici la stima della portata di massima piena prescinde dall'adozione di una legge di distribuzione delle probabilità dei massimi annuali delle portate al colmo e i diversi autori, di volta in volta, danno formulazioni che differiscono nel senso che può essere una portata non superabile o che può essere superata, ma solo raramente.

- **Formula di Forti**

Forti propose due formulazioni per il calcolo della portata specifica, o contributo unitario di piena in m³/sec Km², valide per bacini con superficie inferiore a 1000 Km², ma con precipitazione massima nelle 24 ore dell'ordine, rispettivamente, di 400 mm e di 200-250 mm.

$$q_{\max} = 3,25 \cdot \frac{500}{A + 125} + 1$$

$$q_{\max} = 2,35 \cdot \frac{500}{A + 125} + 0,5$$

- **Formula di De Marchi (1939)**

Valida per bacini con superficie inferiore a 150 Km², con precipitazione massima nelle 24 ore dell'ordine di 400 mm, il coefficiente udometrico è dato da:

$$q_{\max} = 2,35 \cdot \frac{500}{A + 125} + 1$$

- **Formula di Pagliaro (1936)**

Valida per bacini con superficie compresa tra 20 e 1000 Km², la portata di massima piena specifica è data da:

$$q_{\max} = \frac{2900}{90 + A}$$

dove A è la superficie del bacino e la portata è quella specifica, ossia per unità di superficie del bacino, quindi espressa in m³/sec Km².

- **Formula di Scimeni (1928)**

Valida per bacini con superficie inferiore a 1000 Km², la portata di massima piena specifica è data da:

$$q_{\max} = \frac{600}{A + 10} + 1$$

dove A è la superficie del bacino e la portata è quella specifica, ossia per unità di superficie del bacino, quindi espressa in m³/sec Km².

- **Formula di Giandotti (1940)**

Valida per bacini con superficie inferiore a 1000 Km², la portata specifica è:

$$q_{\max} = \frac{532,50}{A + 16,20} + 5$$

7.1.2 Metodo analitico o razionale della stima della portata di massima piena

Nel Metodo Razionale la valutazione della portata di massima piena avviene in corrispondenza di un assegnato tempo di ritorno Tr.

$$Q_T = c \cdot h \cdot A \cdot \frac{k}{t_c}$$

con Q_T portata in m³/s, dove:

- A = superficie scolante [Km²];
- h = altezza di pioggia che cade in un tempo pari a quello di corrvazione [mm];
- t_c = tempo di corrvazione [ore];
- c = coefficiente di deflusso;
- k = fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura.

Nel caso in studio:

Vertici asta principale (m)

Nr.	X	Y	Z
1	2425609,97	4747128,65	94,50
2	2425580,89	4747147,88	84,00
3	2425571,92	4747152,00	83,00
4	2425562,11	4747160,31	82,50
5	2425548,65	4747174,92	79,00
6	2425535,65	4747183,70	74,00
7	2425520,18	4747191,32	69,00
8	2425500,35	4747202,11	64,00
9	2425469,61	4747218,80	59,00
10	2425439,51	4747237,05	55,70
11	2425411,76	4747248,02	54,00
12	2425384,31	4747259,72	52,00
13	2425365,16	4747263,45	49,00
14	2425348,46	4747274,35	47,20
15	2425323,67	4747296,52	44,00
16	2425273,70	4747354,85	39,00
17	2425260,26	4747371,65	36,00
18	2425257,53	4747385,75	34,00
19	2425252,77	4747413,32	33,00
20	2425251,81	4747430,93	32,50
21	2425243,54	4747442,75	31,30
22	2425222,17	4747460,26	29,00
23	2425183,35	4747491,16	24,00
24	2425167,82	4747507,84	21,00
25	2425122,36	4747610,19	17,80
26	2425054,76	4747763,73	15,00
27	2425003,77	4747900,97	14,00
28	2424893,17	4748136,64	13,90

29	2424876,87	4748171,54	13,70
30	2424868,77	4748204,10	13,60
31	2424871,20	4748223,09	13,55
32	2424859,36	4748286,61	13,50
33	2424857,69	4748309,46	13,20

Nome bacino**Fosso di confine**

Superficie	0,88 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2423.37,4737) km
Perimetro bacino	4,40 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	70,58 m
Altitudine minima bacino	13,20 m
Pendenza media bacino	18,10 %
Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,20 m
Lunghezza asta principale	1,47 Km
Pendenza media fiume	5,52 %
• Tempo di corrivazione (Giandotti 1934)	0,98 ore

Nome bacino**SEZ. 1**

Superficie	0,88 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2426.71,4747.49) km
Perimetro bacino	4,39 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	69,99 m
Altitudine minima bacino	13,50 m
Pendenza media bacino	18,07 %
Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,50 m
Lunghezza asta principale	1,45 Km
Pendenza media fiume	5,58 %
• Tempo di corrivazione (Giandotti 1934)	0,99 ore

Nome bacino**SEZ. 2**

Superficie	0,88 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2426.73,4747.51) km
Perimetro bacino	4,38 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	70,12 m
Altitudine minima bacino	13,54 m
Pendenza media bacino	18,10 %
Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,54 m
Lunghezza asta principale	1,40 Km
Pendenza media fiume	5,78 %
• Tempo di corrivazione (Giandotti 1934)	0,97 ore

Nome bacino**SEZ. 3**

Superficie	0,84 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2425.05,4747.74) km
Perimetro bacino	3,58 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	72,61 m
Altitudine minima bacino	13,91 m
Pendenza media bacino	18,75 %
Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,91 m
Lunghezza asta principale	1,27 Km
Pendenza media fiume	6,35 %

- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934) 0,91 ore

Nome bacino**SEZ. 4**

Superficie	0,77 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2424.92,4747.47) km
Perimetro bacino	3,48 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	77,52 m
Altitudine minima bacino	13,99 m
Pendenza media bacino	20,24 %

Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	13,99 m
Lunghezza asta principale	1,08 Km
Pendenza media fiume	7,43 %

- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934) 0,81 ore

Nome bacino**SEZ. 5**

Superficie	0,71 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2425.14,4747.44) km
Perimetro bacino	3,42 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	83,23 m
Altitudine minima bacino	14,74 m
Pendenza media bacino	22,01 %

Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	14,74 m
Lunghezza asta principale	0,95 Km
Pendenza media fiume	8,41 %

- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934) 0,72 ore

Nome bacino**SEZ. 6**

Superficie	0,64 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2425.34,4747.13) km
Perimetro bacino	3,35 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	90,04 m
Altitudine minima bacino	16,03 m
Pendenza media bacino	23,97 %

Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	16,03 m
Lunghezza asta principale	0,85 Km
Pendenza media fiume	9,28 %

- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934) 0,65 ore

Nome bacino**SEZ. 7**

Superficie	0,59 km ²
Coordinate baricentro (x,y)	(2425.26,4747.08) km
Perimetro bacino	3,31 km
Altitudine massima bacino	211,36 m
Altitudine media bacino (Curva ipsografica)	96,96 m
Altitudine minima bacino	17,87 m
Pendenza media bacino	25,98 %

Quota sezione chiusura (m s.l.m.)	17,87 m
Lunghezza asta principale	0,71 Km
Pendenza media fiume	10,75 %

- Tempo di corrivazione (Giandotti 1934) 0,58 ore

Quindi la stima della portata di piena:

PORTATA DI PIENA METODI EMPIRICI

Sezione	Area (Km ²)	Autore	Q. (m ³ /sec/km ²)	Q (m ³ /sec)
Fosso di confine	0,88	Giandotti (1940)	36,175	31,87
SEZ. 1	0,88	Giandotti (1940)	36,177	31,836
SEZ. 2	0,88	Giandotti (1940)	36,182	31,732
SEZ. 3	0,84	Giandotti (1940)	36,252	30,415
SEZ. 4	0,77	Giandotti (1940)	36,375	28,082
SEZ. 5	0,71	Giandotti (1940)	36,496	25,803
SEZ. 6	0,64	Giandotti (1940)	36,617	23,508
SEZ. 7	0,59	Giandotti (1940)	36,721	21,555

PORTATA DI PIENA METODO RAZIONALE

Fosso di confine Area=0,8800 Km² Tempo corrivazione=0,9800 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	43,6827	10,8640
50	51,0212	12,6890
100	56,5300	14,0591

SEZ. 1 Area=0,8800 Km² Tempo corrivazione=0,9863 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	43,7186	10,8351
50	51,0631	12,6553
100	56,5765	14,0217

SEZ. 2 Area=0,8770 Km² Tempo corrivazione=0,9720 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	43,4956	10,9012
50	50,8027	12,7325
100	56,2879	14,1072

SEZ. 3 Area=0,8390 Km² Tempo corrivazione=0,9083 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	42,4753	10,8989
50	49,6109	12,7298
100	54,9674	14,1043

SEZ. 4 Area=0,7720 Km² Tempo corrivazione=0,8060 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	40,7352	10,8386
50	47,5785	12,6595
100	52,7156	14,0263

SEZ. 5 Area=0,7070 Km² Tempo corrivazione=0,7228 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	39,2121	10,6540
50	45,7995	12,4438
100	50,7445	13,7874

SEZ. 6 Area=0,6420 Km² Tempo corrivazione=0,6500 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	37,7817	10,3657
50	44,1289	12,1071
100	48,8935	13,4143

SEZ. 7 Area=0,5870 Km² Tempo corrivazione=0,5809 ore Coeff. deflusso=1,0000

Tr. (anni)	Hcrit (mm)	Qmax (m ³ /s)
20	36,3240	10,1961
50	42,4263	11,9090
100	47,0071	13,1949

8 VERIFICHE IDRAULICHE

8.1 CONDIZIONI MOTO UNIFORME

Una determinata portata può muoversi in condizioni di moto uniforme in una sezione, se la forma della sezione stessa e la sua scabrezza sono tali che la cadente, e quindi la pendenza del pelo libero, sono uguali alla pendenza dell'alveo.

Per ogni sezione di chiusura dopo aver eseguito l'Analisi Idrografica e Morfometrica e determinato la *portata di massima piena (metodi empirici o analitico)*, ogni sezione deve essere definita nella forma e nei parametri di scabrezza.

La verifica idraulica della sezione in condizioni di moto uniforme può essere ragionevolmente condotta nei canali artificiali, nei quali la forma della sezione è sufficientemente regolare e non sono presenti perturbazioni tali da formare a monte e/o a valle della stessa dei profili di rigurgito.

Nel caso di moto uniforme si ha che la pendenza del pelo libero e la cadente della linea dei carichi specifici sono uguali alla pendenza dell'alveo.

Le equazioni che descrivono il moto uniforme sono quindi:

$$Q = cost$$

$$\frac{dH}{dx} = if$$

Dove:

- Q = portata
- H = carico totale della corrente (m)
- if = pendenza fondo alveo

In moto uniforme, la velocità media della corrente è legata alle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza, forma) e della corrente (profondità, area sezione liquida, raggio idraulico) e di norma si esprime a mezzo della formula di Chézy:

$$V_o = C \cdot \sqrt{R_o \cdot i_f}$$

nella quale la cadente i_h della linea dei carichi è posta pari alla pendenza dell'alveo i_f , R_o è il raggio idraulico e C il coefficiente di scabrezza (*Strickler, Bazin, Kutter*, ecc.).

In particolare, l'espressione di *Strickler* per il coefficiente di scabrezza è:

$$C = c \cdot R^{1/6}$$

nella quale:

- c = indice di scabrezza;
- R = raggio idraulico.

Il problema della verifica della sezione è quello di garantire che la portata di progetto (portata di massima piena) passi all'interno della sezione considerata.

Quindi, dopo aver determinato la portata in condizioni di moto uniforme, si calcola l'altezza raggiunta dal livello liquido nella sezione per le portate assegnate (relative ad ogni tempo di ritorno).

Generando il grafico dell'energia, in corrispondenza della portata assegnata, si visualizza il grafico con le caratteristiche energetiche della corrente nella sezione e i valori della velocità e dell'altezza critiche.

A riguardo, si ricorda che l'energia della corrente nella sezione è espressa nella forma:

$$E = h + \frac{\alpha \cdot V^2}{2g}$$

con E misurata a partire dalla quota di fondo alveo.

Il suo caratteristico andamento asintotico, per h tendente a zero e per h tendente all'infinito, consente di definire nel suo punto di minimo il valore k dell'altezza critica della corrente di assegnata portata Q .

Vale la pena di ricordare, inoltre, che in corrispondenza dello stato critico la corrente passa da veloce, con altezza $h < h_{crit}$, a lenta, con $h > h_{crit}$.

Dicesi, quindi, *altezza critica di una corrente a pelo libero* di assegnata portata Q , quell'altezza k per cui risulta minima l'energia specifica E rispetto al fondo dell'alveo.

Si ricorda infine che si definisce:

- **Corrente a pelo libero:** la corrente idrica che percorre i corsi d'acqua naturali o i canali artificiali.
- **Contorno bagnato:** Perimetro della sezione liquida costituito dalle sole pareti dell'alveo, lungo le quali si sviluppa la resistenza della corrente.
- **Raggio idraulico:** Rapporto tra l'area A della sezione liquida e il suo contorno bagnato.

8.1.1 Verifica idraulica in moto uniforme

Nel caso in esame:

VERIFICHE IDRAULICHE SEZIONI

Nome sezione : SEZ. 1

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	16,22	15,26
2	21,22	15,26
3	21,28	14,96
4	21,59	13,50
5	22,43	13,50
6	23,27	13,50
7	23,58	14,96
8	23,65	15,26
9	28,65	15,26

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	23,58	14,96
2	23,27	13,50
3	22,43	13,50
4	21,59	13,50
5	21,28	14,96
6	23,58	14,96

Area	2,91 m ²
Contorno bagnato	4,67 m
Raggio idraulico	0,62 m

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0008
Velocità media	0,63 m/s
Portata	1,85 m ³ /s
Energia specifica	1,48 m
Velocità critica	0,63 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,84	S	21,23	23,64	15,20	1,70	1,76
50	12,66	S	21,23	23,64	15,20	1,70	1,76
100	14,02	S	21,23	23,64	15,20	1,70	1,76

Nome sezione : SEZ. 2

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	26,44	15,19
2	31,44	15,19
3	31,50	14,89
4	31,79	13,54
5	32,57	13,54
6	33,35	13,54
7	33,64	14,89
8	33,70	15,19
9	38,70	15,19

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	33,64	14,89
2	33,35	13,54
3	32,57	13,54
4	31,79	13,54
5	31,50	14,89
6	33,64	14,89

Area	2,5 m ²
Contorno bagnato	4,32 m
Raggio idraulico	0,58 m

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0029
Velocità media	1,12 m/s
Portata	2,79 m ³ /s
Energia specifica	1,41 m
Velocità critica	1,12 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,90	S	31,46	33,68	15,09	1,55	1,65
50	12,73	S	31,46	33,68	15,09	1,55	1,65
100	14,11	S	31,46	33,68	15,09	1,55	1,65

Nome sezione : SEZ. 3

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	18,50	15,45
2	23,50	15,45
3	23,57	15,15
4	23,83	13,91

5	24,56	13,91
6	25,28	13,91
7	25,54	15,15
8	25,61	15,45
9	30,61	15,45

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	25,54	15,15
2	25,28	13,91
3	24,56	13,91
4	23,83	13,91
5	23,57	15,15
6	25,54	15,15
Area		2,12 m ²
Contorno bagnato		3,98 m
Raggio idraulico		0,53 m

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0004
Velocità media	0,41 m/s
Portata	0,86 m ³ /s
Energia specifica	1,25 m
Velocità critica	0,41 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,90	S	23,52	25,59	15,36	1,45	1,54
50	12,73	S	23,52	25,59	15,36	1,45	1,54
100	14,10	S	23,52	25,59	15,36	1,45	1,54

Nome sezione : SEZ. 4

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	15,98	15,52
2	20,98	15,52
3	21,04	15,22
4	21,30	13,99
5	22,03	13,99
6	22,75	13,99
7	23,02	15,22
8	23,08	15,52
9	28,08	15,52

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	23,02	15,22
2	22,75	13,99
3	22,03	13,99
4	21,30	13,99
5	21,04	15,22
6	23,02	15,22
Area		2,11 m ²
Contorno bagnato		3,96 m
Raggio idraulico		0,53 m

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0056
Velocità media	0,39 m/s
Portata	0,81 m ³ /s
Energia specifica	1,24 m
Velocità critica	0,39 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,84	S	21,00	23,06	15,44	1,45	1,53
50	12,66	S	21,00	23,06	15,44	1,45	1,53
100	14,03	S	21,00	23,06	15,44	1,45	1,53

Nome sezione : SEZ. 5

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	22,17	16,19
2	27,17	16,19
3	27,23	15,89
4	27,48	14,74
5	28,16	14,74
6	28,85	14,74
7	29,09	15,89
8	29,15	16,19
9	34,15	16,19

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	29,09	15,89
2	28,85	14,74

3	28,16	14,74
4	27,48	14,74
5	27,23	15,89
6	29,09	15,89
<hr/>		
Area		1,86 m ²
Contorno bagnato		3,72 m
Raggio idraulico		0,5 m
<hr/>		

• **Verifica sezione (moto uniforme)**

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0126
Velocità media	2,12 m/s
Portata	3,95 m ³ /s
Energia specifica	1,38 m
Velocità critica	2,12 m/s
<hr/>	

x_i , x_f , y_f , h : intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h_0 altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	x_i	x_f	y_m	h	h_0
20	10,65	S	27,19	29,13	16,09	1,35	1,45
50	12,44	S	27,19	29,13	16,09	1,35	1,45
100	13,79	S	27,19	29,13	16,09	1,35	1,45

Nome sezione : SEZ. 6

• **Coordinate profilo in mt**

Nr.	X	Y
1	20,22	17,67
2	25,22	17,67
3	25,28	17,37
4	25,57	16,03
5	26,34	16,03
6	27,11	16,03
7	27,39	17,37
8	27,46	17,67
9	32,46	17,67

• **Coordinate contorno bagnato in mt**

Nr.	X	Y
1	27,39	17,37
2	27,11	16,03
3	26,34	16,03
4	25,57	16,03
5	25,28	17,37
6	27,39	17,37

Area	2,45 m ²
Contorno bagnato	4,28 m
Raggio idraulico	0,57 m
<hr/>	

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0138
Velocità media	2,42 m/s
Portata	5,94 m ³ /s
Energia specifica	1,64 m
Velocità critica	2,42 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m ³ /s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,37	S	25,24	27,44	17,58	1,55	1,64
50	12,11	S	25,24	27,44	17,58	1,55	1,64
100	13,41	S	25,24	27,44	17,58	1,55	1,64

Nome sezione : SEZ. 7

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	29,03	19,33
2	34,03	19,33
3	34,10	19,03
4	34,34	17,87
5	35,04	17,87
6	35,74	17,87
7	35,99	19,03
8	36,05	19,33
9	41,05	19,33

• Coordinate contorno bagnato in mt

Nr.	X	Y
1	35,99	19,03
2	35,74	17,87
3	35,04	17,87
4	34,34	17,87
5	34,10	19,03
6	35,99	19,03

Area	1,91 m ²
Contorno bagnato	3,77 m
Raggio idraulico	0,51 m

• Verifica sezione (moto uniforme)

Coefficiente scabrezza Ks (Strickler)	30
Pendenza alveo	0,0286
Velocità media	3,24 m/s
Portata	6,19 m ³ /s
Energia specifica	1,69 m
Velocità critica	3,24 m/s

xi, xf, yf, h: intersezione tra la sezione dell'alveo e la retta che individua l'esondazione, h altezza di acqua. h₀ altezza sezione. Tutte le coordinate sono in mt

Tr	Q (m³/s)	Ver.	xi	xf	ym	h	h ₀
20	10,20	S	34,04	36,04	19,27	1,40	1,48
50	11,91	S	34,04	36,04	19,27	1,40	1,48
100	13,19	S	34,04	36,04	19,27	1,40	1,48

8.2 CONDIZIONI MOTO PERMANENTE

Il moto permanente gradualmente variato è quello che si verifica in una corrente a pelo libero con variazioni graduali della sezione. Naturalmente la condizione di continuità impone che la portata rimanga costante, mentre velocità e sezione variano gradualmente lungo l'asse *s* della corrente.

Si consideri una corrente in moto permanente con piccola pendenza e portata *Q* costante. Isolando un tronco d'alveo di lunghezza *ds* (con *s* ascissa misurata a partire da un'origine arbitraria, in direzione orizzontale e verso coincidente con quello del moto) il fondo si abbassa di *if ds* e la linea dei carichi totali di *Jds*, avendo indicato con *J* la cadente.

Da semplici considerazioni geometriche si ha:

$$ifds + E = E + \frac{dE}{ds}ds + Jds \quad \text{a)}$$

$$\frac{dE}{ds} = i - J \quad \text{b)}$$

L'espressione b), in cui per semplicità *if* è stato posto pari ad *i*, indica chiaramente che l'energia specifica totale rispetto al fondo, aumenta per l'abbassamento del fondo stesso e diminuisce per effetto delle resistenze.

Sostituendo ai differenziali gli incrementi finiti, la b) diventa:

$$\Delta S = \frac{\Delta E}{i - J}$$

Poiché la *E* risulta funzione di *s* tramite l'altezza *h*, si ha:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - J}{dE/dh}$$

Dall'andamento della *E* in funzione di *h*, sappiamo che la *E* decresce al crescere di *h* ($dE/dh < 0$) per le correnti veloci ($h < k$), ed è crescente ($dE/dh > 0$) per le correnti lente ($h > k$); in corrispondenza dello stato critico $dE/dh = 0$.

Infine, accettando per la perdita di carico *J* la seguente espressione:

$$J = \frac{V^2}{C^2 \cdot R} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot R \cdot A^2}$$

si ricava che la J è tanto più piccola quanto maggiore è h , dato che tutti i termini del denominatore crescono con h , e si può concludere che il numeratore della **c)** risulta positivo ($i > J$) per altezze d'acqua superiori a quelle di moto uniforme ($h > h_0$), negativo per altezze d'acqua inferiori a quelle di moto uniforme ($h < h_0$).

Le considerazioni fatte finora sono alla base di quello che sarà il possibile andamento dei profili dell'acqua: osserviamo in generale che, quando l'altezza dell'acqua si accosta a quella di moto uniforme, la dh/ds tende a zero, ossia il profilo tende a disporsi parallelo al fondo e quindi a quello di moto uniforme.

Per contro, quando l'altezza si avvicina al valore critico k , la dE/dh tende ad annullarsi e pertanto il profilo tende a disporsi perpendicolarmente al fondo.

I profili di moto permanente sono dunque descritti analiticamente dall'espressione **b)**, pertanto definiti a meno di una costante arbitraria da determinare fissando in una sezione l'altezza $h = h^*$.

Tale condizione va ricercata in corrispondenza di una causa perturbatrice che provoca, in una sezione, un'altezza h diversa da quella di moto uniforme; si ricorda a tale proposito che la causa perturbatrice può esercitare la sua influenza verso monte solo se la corrente è lenta (o lo diventa), può esercitarla verso valle soltanto se la corrente è veloce (o lo diventa per sua causa). Tutto ciò porta a stabilire che la condizione al contorno per risolvere l'equazione del profilo, e quindi il punto di partenza del tracciamento, va ricercata a valle se la corrente è lenta, a monte se la corrente è veloce.

In tale sezione dovrà quindi ritenersi nota l'altezza h^* determinata dalla causa perturbatrice e quindi sarà noto il dislivello $h^* - h_0$ rispetto al moto uniforme.

Quindi, per ogni tempo di ritorno assegnato, si devono imporre le condizioni per l'analisi in moto permanente.

Relativamente alle Condizioni di valle, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di valle (sezione di chiusura del bacino); nelle Condizioni di monte, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di monte (sorgente). Le condizioni appena definite servono, fissato il passo di scansione tra una sezione e la successiva, per il calcolo del carico totale e della quota del pelo libero nelle sezioni successive.

Note che sono la geometria e la portata della sezione di partenza (condizioni di valle o di monte), che indicheremo come sezione i , si calcola la cadente J ed il *carico totale*, quindi, con il passo di scansione assegnato, si calcolano per differenti valori di h (nell'intorno della h assegnata) le stesse grandezze (cadente e carico).

Successivamente, si valuta la perdita di carico tra la sezione di partenza i e la successiva $(i+1)$ e ricava, per interpolazione dei valori trovati per differenti altezze h , l'altezza della sezione liquida nella sezione $(i+1)$. Per l'altezza ricavata h_{i+1} , si riesegue il calcolo della cadente J e si ottiene il valore medio della cadente (media tra la cadente in i e quella in $i+1$), da cui ricava la perdita di carico tra le due sezioni e l'altezza del carico totale. A questo punto si ricava l'altezza h_{i+1} interpolando tra i valori precedentemente trovati con passo di scansione fissato.

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata, per un'assegnata portata di verifica, l'altezza della sezione liquida come descritto al passo precedente. Il calcolo può essere eseguito per portate relative a diversi tempi di ritorno. Condizione necessaria alla convergenza del calcolo è che la portata di verifica per ogni sezione sia costante. A calcolo eseguito, il programma avrà determinato, per ogni sezione l'altezza h , stabilendo per ogni tronco se trattasi di un alveo a forte pendenza (alveo in cui si verifica che la corrente uniforme è una corrente lenta) o a debole pendenza (alveo in cui si verifica che la corrente uniforme è una corrente veloce) e, quindi, se la corrente che si muove in quel tratto è lenta o veloce.

8.2.1 Verifica idraulica in moto permanente

Nel caso in esame:

VERIFICHE IDRAULICHE SEZIONI

Nome sezione : SEZ. 1

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	16,22	15,26
2	21,22	15,26
3	21,28	14,96
4	21,59	13,50
5	22,43	13,50
6	23,27	13,50
7	23,58	14,96
8	23,65	15,26
9	28,65	15,26

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 13,50
Pendenza 0,001

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m ³ /s)	h _o (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m ²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggiointà di moto (Beta)	Cadenza	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,84	1,65	17,58	0,00	2,90	0,026	1,500	3,562	3,74	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,05)	D. Pend.
50	12,66	1,65	17,58	0,00	2,90	0,027	1,700	3,763	4,37	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,16)	D. Pend.
100	14,02	1,65	17,58	0,00	2,90	0,027	1,700	3,763	4,84	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,29)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 2

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	26,44	15,19
2	31,44	15,19
3	31,50	14,89
4	31,79	13,54
5	32,57	13,54
6	33,35	13,54
7	33,64	14,89
8	33,70	15,19
9	38,70	15,19

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 13,54

Pendenza 0,003

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m³/s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadenza	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,90	1,55	17,58	0,00	2,90	0,027	1,600	3,652	3,76	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,03)	D. Pend.
50	12,73	1,55	17,58	0,00	2,90	0,027	1,600	3,652	4,39	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,20)	D. Pend.
100	14,11	1,55	17,58	0,00	2,90	0,027	1,600	3,652	4,87	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,33)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 3

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	18,50	15,45
2	23,50	15,45
3	23,57	15,15
4	23,83	13,91
5	24,56	13,91
6	25,28	13,91
7	25,54	15,15
8	25,61	15,45
9	30,61	15,45

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 13,91

Pendenza 0,000

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m³/s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadente	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,90	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,525	3,76	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,07)	D. Pend.
50	12,73	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,525	4,39	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,25)	D. Pend.
100	14,10	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,525	4,87	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,38)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 4

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	15,98	15,52
2	20,98	15,52
3	21,04	15,22
4	21,30	13,99
5	22,03	13,99
6	22,75	13,99
7	23,02	15,22
8	23,08	15,52
9	28,08	15,52

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 13,99

Pendenza 0,006

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m³/s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadente	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,84	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,534	3,74	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,06)	D. Pend.
50	12,66	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,534	4,37	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,24)	D. Pend.
100	14,03	1,45	17,58	0,00	2,90	0,028	1,500	3,534	4,84	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,37)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 5

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	22,17	16,19
2	27,17	16,19
3	27,23	15,89
4	27,48	14,74
5	28,16	14,74
6	28,85	14,74
7	29,09	15,89
8	29,15	16,19
9	34,15	16,19

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 14,74

Pendenza 0,013

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m ³ /s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m ²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadenza	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,65	1,35	17,58	0,00	2,90	0,029	1,400	3,418	3,68	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,08)	D. Pend.
50	12,44	1,35	17,58	0,00	2,90	0,029	1,400	3,418	4,29	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,26)	D. Pend.
100	13,79	1,35	17,58	0,00	2,90	0,029	1,400	3,418	4,76	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,39)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 6

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	20,22	17,67
2	25,22	17,67
3	25,28	17,37
4	25,57	16,03
5	26,34	16,03
6	27,11	16,03
7	27,39	17,37
8	27,46	17,67
9	32,46	17,67

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 16,03

Pendenza 0,014

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m³/s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadente	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,37	1,55	17,58	0,00	2,90	0,027	1,500	3,543	3,58	8,83	1,08	0,02716	18,23	V. (Fr=1,01)	D. Pend.
50	12,11	1,55	17,58	0,00	2,90	0,028	1,600	3,644	4,18	8,83	1,08	0,03705	18,47	V. (Fr=1,15)	D. Pend.
100	13,41	1,55	17,58	0,00	2,90	0,028	1,600	3,644	4,63	8,83	1,08	0,04548	18,67	V. (Fr=1,27)	D. Pend.

Nome sezione : SEZ. 7

• Coordinate profilo in mt

Nr.	X	Y
1	29,03	19,33
2	34,03	19,33
3	34,10	19,03
4	34,34	17,87
5	35,04	17,87
6	35,74	17,87
7	35,99	19,03
8	36,05	19,33
9	41,05	19,33

• Verifica sezione (moto permanente)

Quota minima sezione (m) 17,87

Pendenza 0,029

Tempo ritorno (anni)	Portata da verificare (m³/s)	h ₀ (m)	0 p.l. (m)	Profondità locale corrente (m)	Area (m²)	Pendenza critica (ic)	Altezza critica (m)	Velocità critica (m/s)	Velocità (m/s)	Coeff. Chezy	Coeff. raggio quantità di moto (Beta)	Cadente	Carico totale H (m)	Tipo corrente	Tipo alveo
20	10,20	1,35	17,92	0,05	0,07	0,028	1,400	3,418	144,57	5,75	1,19	1371,25800	1083,25	V. (Fr=42,30)	F. Pend.
50	11,91	1,35	17,92	0,05	0,07	0,028	1,400	3,418	168,86	5,75	1,19	1870,68600	1471,26	V. (Fr=49,41)	F. Pend.
100	13,19	1,35	17,92	0,05	0,07	0,028	1,400	3,418	187,09	5,75	1,19	2296,45400	1802,03	V. (Fr=54,74)	F. Pend.

9 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON IL LIVELLO DI RISCHIO DICHIARATO

Gli interventi in progetto per il recupero dell'opificio in esame sono coerenti con le previsioni e le norme del PAI in quanto:

- non comportano la realizzazione di nuove strutture o superfici impermeabilizzate e, quindi, non incrementa il livello di pericolosità idraulica esistente;
- la destinazione d'uso prevista (produzione di compostato di qualità) non comporta la permanenza di persone stanziali nel sito;
- il ciclo produttivo dell'attività prevista con la nuova destinazione d'uso dell'opificio è tale che tutte le fasi lavorative vengono svolte all'interno della struttura e, inoltre, non sono previsti accumuli smaltimento sul piazzale esterno di materiale;
- non sono previste destinazioni abitative al piano terra e nel piano interrato esistente;
- non comporta, pertanto, un aumento del carico urbanistico con un aggravamento delle condizioni di rischio;
- la collocazione dell'edificio è tale gli ingressi e le aperture principali non sono perpendicolari al flusso principale della corrente del fosso di confine;
- non comporta cambiamenti delle condizioni di funzionalità dei corsi d'acqua e non altera il naturale deflusso delle acque ed il deflusso delle piene.
- non comporta variazioni del coefficiente di deflusso e, quindi, della risposta idrologica.

10 CONCLUSIONI

In ordine agli accertamenti effettuati si ritiene l'intervento in progetto compatibile con la situazione di pericolosità idraulica riscontrata nel sito in esame e che il PRG del Comune di Colonnella individua come rischio E2, in virtù del parere espresso dall'Autorità del Bacino Interregionale del Fiume Tronto nel 2004, prot. n. 436..

Sulla base delle analisi reperite si è accertato che le acque di esondazione del fiume Tronto sono contenute dagli argini posti a sua protezione.

Le sezioni idrauliche del canale di scolo delle acque piovane, denominato fosso di confine, che limita verso ovest il lotto in esame, dalle verifiche idrauliche effettuate, sono in grado di far defluire in maniera regolare le acque proventi dal bacino sotteso con tempi di ritorno T_r di 20, 50 e 100 anni.

Il rischio di esondazione E2 che permane nell'area è, pertanto, da mettere in relazione con fenomeni di rigurgito del Fiume Tronto dentro i fossi minori o i canali di scolo delle acque piovane che vi si riversano.

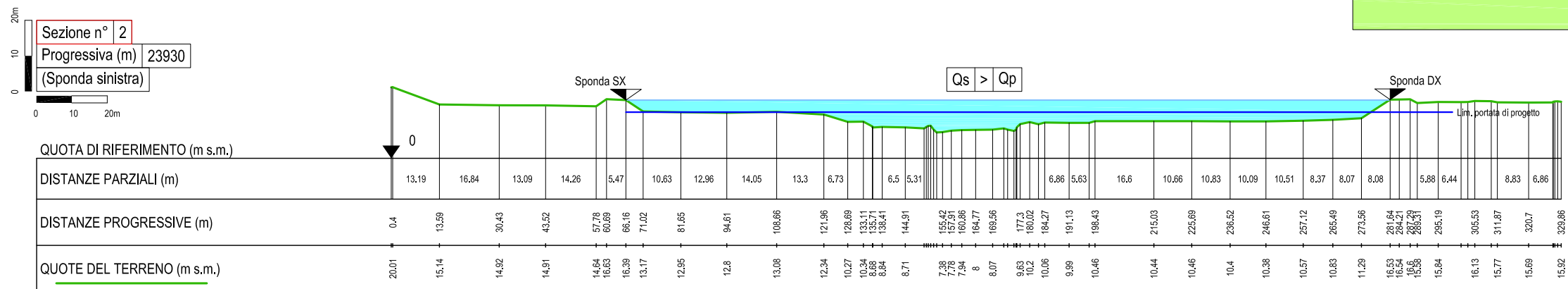
Per diminuire il rischio si può comunque intervenire sulla diminuzione della pericolosità, garantendo sempre una efficiente sezione di deflusso del fosso di confine e dei fossi minori presenti nell'ambito significativo dell'area in esame, così da favorire il deflusso delle acque

provenienti dal versante retrostante, attraverso una regolare manutenzione. Inoltre, al fine di evitare fenomeni di rigurgito del Fiume Tronto, sarà opportuno dotare di saracinesche il punto di confluenza con il fosso di confine.

Inoltre, al fine di impedire eventuali allagamenti del piano interrato, si possono sostituire le attuali porte con porte a tenuta stagna e dotare di valvole antirigurgito i sottoservizi che si connettono alla rete di smaltimento delle acque bianche e delle acque nere.

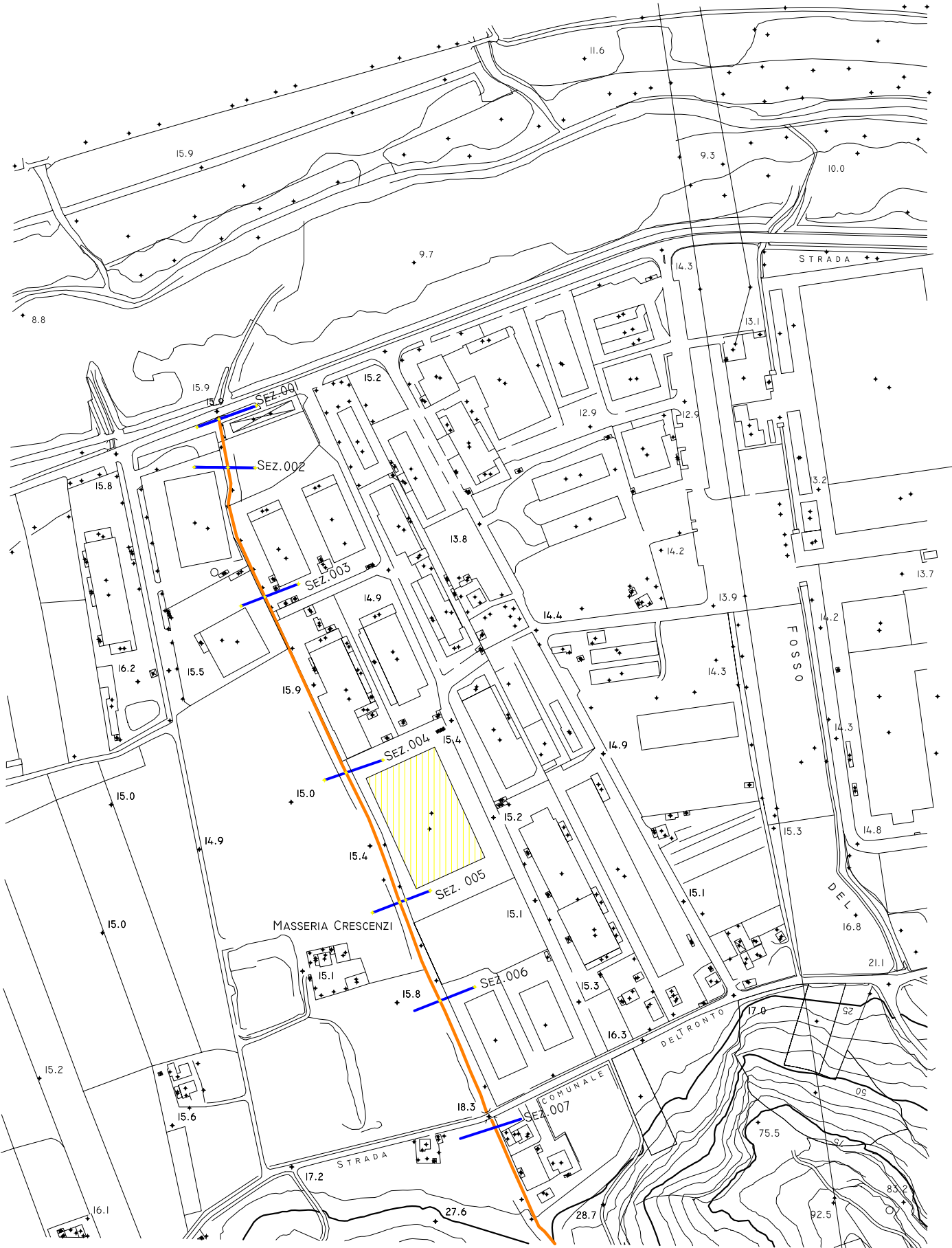
Appendice

TAV.
N° 1



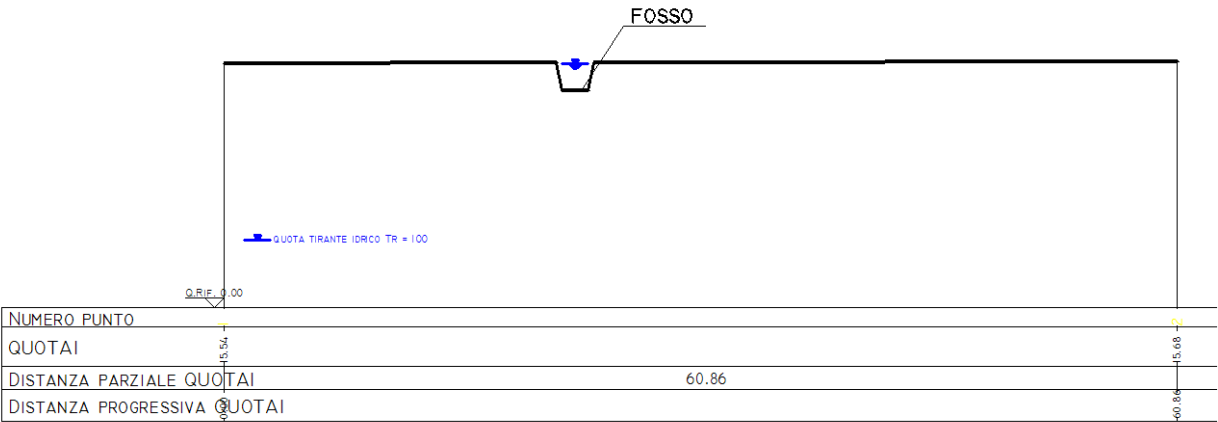
UBICAZIONE SEZIONI FLUVIALI DI RIFERIMENTO DEL FOSSO DI CONFINO

TAV.
N° 2

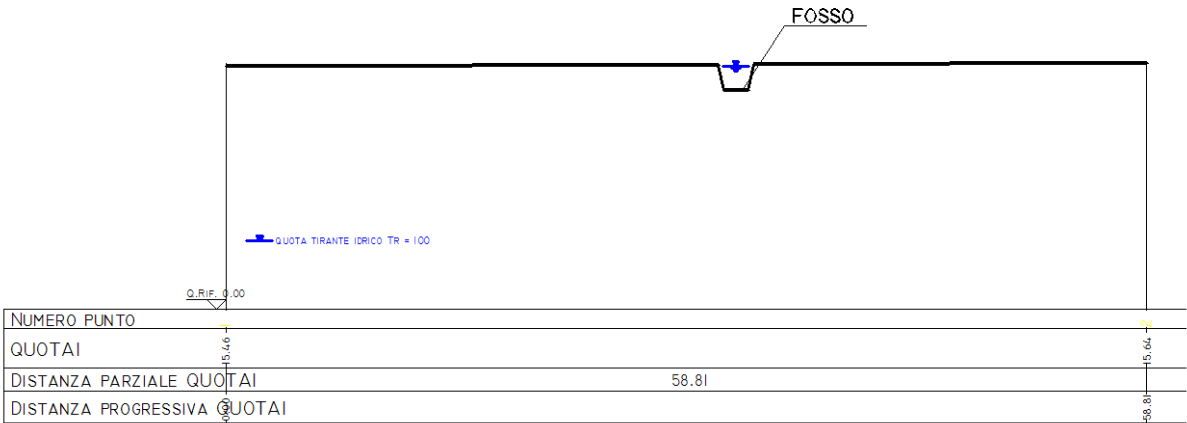


LIVELLO TIRANTE IDRICO $Tr = 100$ NELLE SEZIONI DI DEFLUSSO
DEL FOSSO DI CONFINA RILEVATE

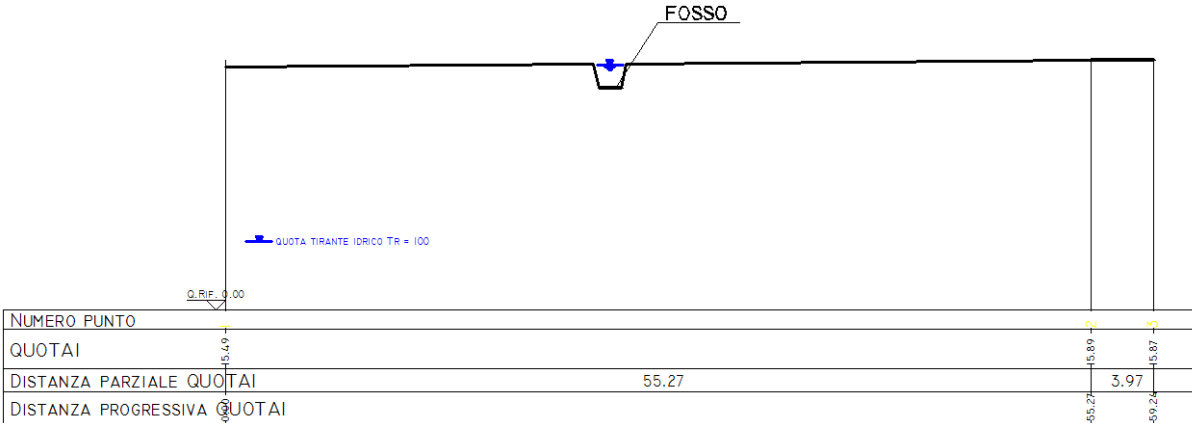
SEZ. 001.DIZ



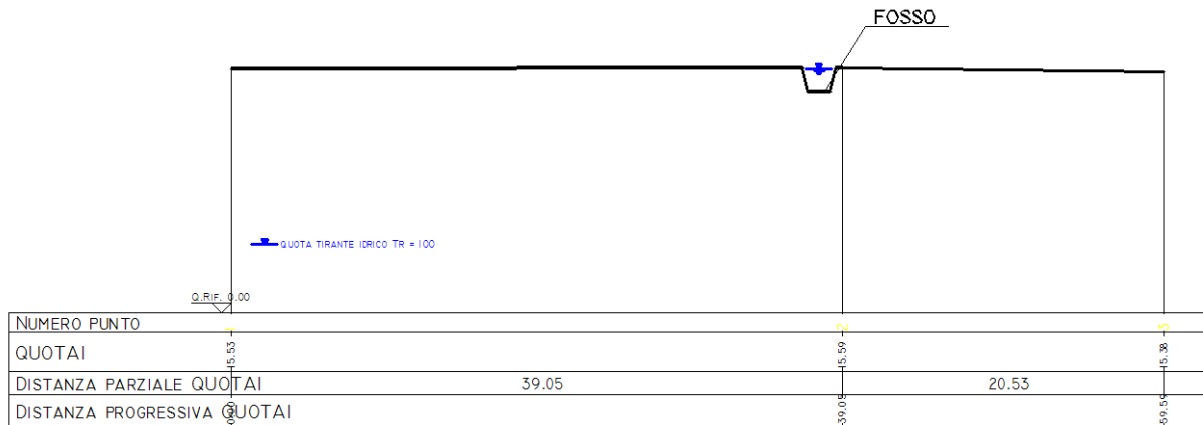
SEZ. 002.DIZ



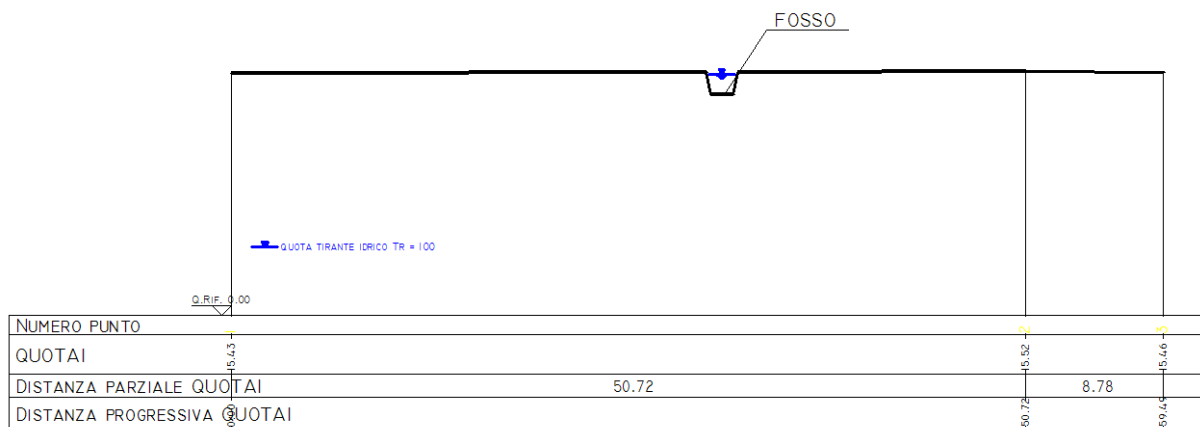
SEZ. 003.DIZ



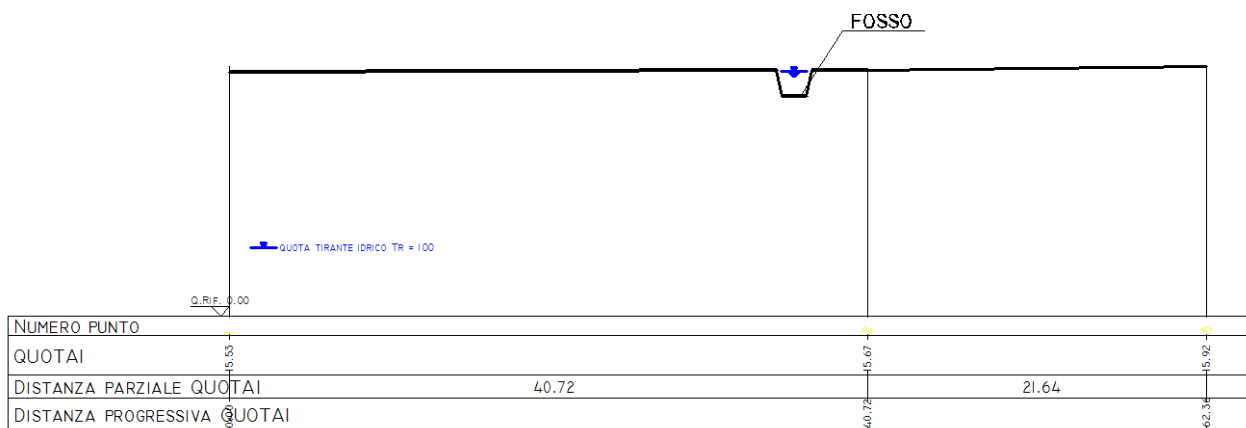
SEZ. 004.DIZ



SEZ. 005.DIZ



SEZ. 006.DIZ



SEZ. 007.DIZ

