

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

(L.R. 22/2011 -Art. 10, commi 1 e 2)

RAPPORTO di COMPATIBILITA' IDRAULICA IN MERITO AL
PROGETTO DI AMPLIAMENTO LOCALE ADIBITO A PUBBLICO SERVIZIO
DENOMINATO "GIO PIZZA E CUCINA" IN VARIANTE ALLO STRUMENTO
URBANISTICO

COMMITTENTE:

ATELIER DELLA PIZZA di Foschi Giovanni

OGGETTO:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

UBICAZIONE:

COMUNE DI GRADARA- PROVINCIA DI PESARO-URBINO

data DICEMBRE 2022

rif. 1003__2022

Dott. Geologo Antonello Livi

firmata digitalmente

DOTT. GEOLOGO ANTONELLO LIVI
V. del Giglio 14 Cattolica Rn
ANTONELLOLIVI@LIBERO.IT
GEOLOGOLIVIANTONELLO@PEC.EPAP.IT
tel - 3383875695

I DISEGNI ED ELABORATI SONO DI ESCLUSIVA PROPRIETA' DELLO STUDIO, E' VIETATA LA RIPRODUZIONE ANCHE
PARZIALE DEGLI STESSI, SENZA LA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLO STUDIO

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. LOCALIZZAZIONE INTERVENTO.....	3
3. UNITÀ GEOLOGICHE	4
3.1 DESCRIZIONE LITOLOGIA DA CARTA GEOLOGICA REGIONALE:	4
4. GEOMORFOLOGIA e CARTOGRAFIA PAI.....	6
4.1 GEOMORFOLOGIA.....	6
4.1.1 Idrografia fiume Tavollo	6
5. CARTOGRAFIA PAI.....	7
7. Parametri medi geotecnici e geomeccanici di caratterizzazione dei terreni	9
6. Calcolo delle Portate di massima piena dell'area d'area d'interesse	10
6.1 Premessa	10
6.2 Metodologia di lavoro – Calcolo.....	11
6.3 Dati morfometrici del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata	13
6.4 Dati pluviografici	13
7. Calcolo portate di massima piena	15
7.1 Calcolo del tempo di corrivazione.....	15
7.2 Portate di massima piena.....	16
7.3 Calcolo smaltimento delle piene	17
7.4 Calcolo della portata di smaltimento delle acque della sezione considerata	18
7.5 Conclusioni - Confronto fra massime piene e portate sezione di smaltimento.....	19
7.6 Calcolo della portata di massima piena per 200 anni	19
8. Conclusioni verifiche idrauliche.....	21

COMUNE DI GRADARA

PROVINCIA DI PESARO – URBINO

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

(L.R. 22/2011 -Art.
10, commi 1 e 2)

RAPPORTO di COMPATIBILITÀ IDRAULICA IN MERITO AL
PROGETTO DI AMPLIAMENTO LOCALE ADIBITO A PUBBLICO SERVIZIO DENOMINATO “GIO
PIZZA E CUCINA” IN VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO

COMMITTENTE:

ATELIER DELLA PIZZA di Foschi Giovanni

1. PREMESSA

Con L.R. 23/11/2011 n° 22, recante "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle leggi regionali 5 agosto 1992 n° 34 (norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio 9 e 8 ottobre 2009 n° 22, la Regione Marche disponeva:

1. per gli interventi di pianificazione del territorio e loro varianti da cui derivi una trasformazione in grado di modificare il regime idraulico, la esecuzione di una "verifica di compatibilità idraulica (commi 1 e 2, Art. 10).
2. la previsione di misure compensative rivolte al perseguimento della invarianza idraulica per ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale (comma 3, Art. 10).

All'Art. 10, comma 4 della medesima L.R. 22/2011, veniva dato mandato alla G.R: di stabilire i "criteri per la redazione della verifica di compatibilità idraulica (V.C.I.), nonché le modalità operative e le indicazioni tecniche relative ai commi 2 e 3 del medesimo articolo.

Con delibera n° 53 del 27/01/2014, la Giunta Regionale stabiliva le "Linee guida "per la redazione della verifica di compatibilità idraulica, articolate in tre diversi capitoli:

- "A"** SVILUPPO DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA
- "B"** SVILUPPO DELLA VERIFICA PER L'INVARIANZA IDRAULICA
- "C "** ACCORGIMENTI TECNICO-COSTRUTTIVI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICA IN AREE INONDABILI

La normativa si applica a qualunque intervento che comporti una trasformazione dei luoghi in grado di modificare il regime idraulico: in tal caso deve essere effettuata una valutazione di compatibilità idraulica che dimostri, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, il non aggravamento dell'esistente rischio idraulico, nonché il pregiudizio della riduzione eventuale dello stesso nell'immediato futuro.

Lo scopo delle analisi idrauliche da svolgere per l'elaborazione di una compatibilità idraulica, è duplice, ossia verificare la vulnerabilità idraulica, idrogeologica e geomorfologica dei siti e garantire che le trasformazioni non modifichino il regime esistente ed i tempi di corrivazio-

ne alla rete, il che potrebbe aggravare o pregiudicare la capacità dei sistemi fognari e della rete idrografica.

La V.C.I. va elaborata secondo tre livelli di approfondimento

VERIFICA PRELIMINARE: analisi idrografica-bibliografica-storica,

VERIFICA SEMPLIFICATA: analisi idrografica-bibliografica-storica e analisi geomorfologica,

VERIFICA COMPLETA: analisi idrografica-bibliografica-storica, analisi geomorfologica e analisi idrologico-idraulica di dettaglio,

Nel caso in oggetto, per le motivazioni che saranno illustrate ai punti che seguono, verrà effettuata la sola verifica preliminare sufficiente a garantire la compatibilità degli interventi.

Verranno precisate segnalazioni di criticità per inondazioni/allagamenti per passati eventi (AVI, RIM, testimonianze). I contenuti di detta verifica preliminare che sono sviluppati di seguito, possono essere così riassunti:

- Relazione descrittiva dell'intervento, della sua posizione rispetto al reticolo idrografico, delle fonti consultate e l'indicazione dell'eventuale assoggettamento dello strumento di pianificazione ai successivi livelli di analisi o le motivazioni dell'eventuale esclusione.
- Inquadramento territoriale dell'intervento con individuato il reticolo idrografico, rispetto all'area interessata dalla trasformazione, le aree inondabili mappate P.A.I., ecc. e le aree interessate da eventi di allagamento e inondazioni avvenuti in passato.

2. LOCALIZZAZIONE INTERVENTO

L'area oggetto dell'intervento è sita in località Fanano, in area da PRG denominata ZTR1, ubicata in destra idrografica del Torrente Tavollo, praticamente pianeggiante e sita a quota di +15/16 ml s.l.m.

Detta area ricade nel foglio 109, Quadrante 1091 della carta IGMI scala 1:25.000, mentre, in riferimento alla Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000 è posta all'interno del Foglio 268 sez. 268050.

Il territorio del Comune di Gradara si colloca sotto la tutela dell'Autorità Interregionale del Bacino Marecchia-Conca (il cui Piano Stralcio è stato approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale N.1 del 27/04/ 2016), in quanto ricade nel bacino idrografico del Torrente Tavollo che segna il confine comunale ad ovest: a sud i corsi d'acqua secondari confluiscono nel Fosso Taviolo, affluente di destra del Torrente Tavollo.



UBICAZIONE AREA IN OGGETTO SU CARTA TECNICA REGIONALE

Le notizie di seguito riportate sono tratte da cartografia geologica regionale edita dalla Regione Marche .

3. UNITÀ GEOLOGICHE

3.1 DESCRIZIONE LITOLOGIA DA CARTA GEOLOGICA REGIONALE:

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

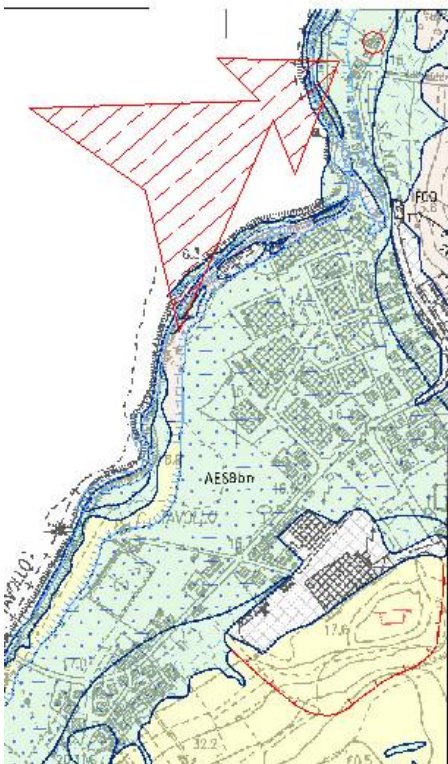
**SISTEMA EMILIANO - ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)
SUBSISTEMA DI RAVENNA (AES 8)**

(PI FISTOCENF SUPERIORF -DI OCFNF)

	AES8a1	Frane in evoluzione
	AES8a1a	Frane antica
	AES8a1q	Frane senza indizi di evoluzione
	AES8a1s	Frane di scorrimento con indizi di evoluzione
	AES8a1qs	Frane di scorrimento senza indizi di evoluzione
	AES8b2	Depositi eluvio-colluviali
	AES8bn	Depositi alluvionali terrazzati argille, limi e sabbie prevalenti con subordinate ghiaie

UNITA DI MODENA (AES8a)

	AES8ab	Depositi alluvionali attuali argille, limi e sabbie con subordinate ghiaie
--	--------	--



I depositi interessati dal sito sono i seguenti :

Depositi alluvionali terrazzati argille, limi e sabbie prevalentemente con subordinate ghiaie denominati con sigla **AES8bn**.

Sono visibili in affioramento soprattutto nelle porzioni inferiori e intermedie delle valli intramontane, dove costituiscono i depositi di fondovalle e vari ordini di terrazzi, e lungo il margine appenninico-padano dove formano le conoidi alluvionali e i terrazzi dell'alta pianura

Quasi tutti i depositi alluvionali affioranti sono riferibili al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (SERS; v. 2.1.2) che rappresenta la porzione superiore del Super-sintema Emiliano-Romagnolo.

L'età del SERS è compresa tra 450.000 anni e l'attuale (RER & ENI - Agip, 1998). Ogni singolo deposito di terrazzo o di conoide è costituito da ghiaie e sabbie di canale fluviale, sovrastate prevalentemente da limi più o meno sabbiosi.

Una superficie di erosione separa la base delle ghiaie dal sottostante substrato, formato dalle unità marine della catena appenninica. Lo spessore delle ghiaie nelle porzioni intravallive è generalmente inferiore ai 3 m nel settore bolognese e romagnolo, mentre può raggiungere e superare gli 8 m nelle porzioni occidentali della regione, dove maggiore è la disponibilità di rocce lapidee del substrato (calcareniti, calcilutiti, ofioliti) capaci di generare ciottoli (v. anche 2.1.2).

Nelle conoidi alluvionali le ghiaie raggiungono spessori anche di 20 metri. Lo spessore dei depositi fini diminuisce solitamente con l'età dei depositi ed è praticamente nullo nei terreni più recenti fino a circa 20 m nei depositi più antichi e meno erosi.

Questo sintema è stato ulteriormente suddiviso in unità di rango inferiore, cioè in subsintemi. Queste unità stratigrafiche sono state dettagliatamente definite grazie ad un puntuale lavoro di rilevamento lungo tutte le valli appenniniche, con l'obiettivo di definirne la stratigrafia per la realizzazione della cartografia geologica regionale e per il Progetto CARG 50.000.

Gli elementi che hanno consentito queste suddivisioni sono sia di tipo geometrico (quota di affioramento dei terrazzi, presenza tra essi di scarpate erosive particolarmente significative, inclinazione dei diversi terrazzi) che stratigrafico (ritrovamento di reperti archeologici, datazioni radiometriche, caratteri della pedogenesi).

I subsintemi individuati a scala regionale sono 8; SERS1 è il più antico, SERS8 il più recente. Le unità SERS1, 2 e 3 sono state riconosciute nelle porzioni più occidentali dell'Emilia e corrispondono, verosimilmente, alle unità SERS4, 5 e 6 delle restanti porzioni della regione (Carta Geologica d'Italia, vari fogli in scala 1:50.000 in stampa; v. anche Sarti et alii, 1997; Amorosi et alii, 1996).

Ciascuno dei subsintemi è generalmente composto da un gruppo di depositi alluvionali terrazzati. I rilievi effettuati, infatti, hanno permesso di individuare un numero molto superiore di terrazzi (fino a 25 ordini nella valle del fiume Reno, Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 220 Casalecchio di Reno, in stampa) Analogamente a quanto riconosciuto per il sottosuolo.

Analogamente a quanto riconosciuto per il sottosuolo emiliano-romagnolo (RER & ENI - Agip, 1998; Carta Geologica d'Italia, vari fogli in scala 1:50.000 in stampa) i subsintemi costituiscono la risposta della sedimentazione alluvionale agli eventi tardo quaternari.

In particolare ciascuno dei subsintemi riconosciuti corrisponde ad un ciclo interglaciale-glaciale.

Nelle valli intramontane la porzione interglaciale è costituita da depositi di terrazzo generalmente ampi e ben preservati mentre la porzione glaciale del ciclo è spesso erosa.

4. GEOMORFOLOGIA e CARTOGRAFIA PAI

4.1 GEOMORFOLOGIA

La geomorfologia dell'area risentente direttamente della sua posizione sulla riva destra del torrente Tavollo.

L'area è ampiamente e densamente abitata, la quota del fiume è molto più bassa rispetto all'area di studio, al momento il fiume incide le proprie alluvioni, interessando anche il substrato, con dislivelli anche accentuati, tra il suo alveo ed i suoi argini.

Nell'area in oggetto tra alveo ed argini vi sono circa 3,0 metri di dislivello, mentre tra quota degli argini e l'area in studio vi sono circa 7,2 metri di dislivello.

Non sono state rinvenute informazioni su fenomeni alluvionali del Fiume nei pressi dell'area interessata.

La distanza dell'area oggetto dell'indagine dalle rive del Fiume è di circa 70 metri, dall'analisi della cartografia specializzata le aree di interesse sono esterne a quelle con probabilità alluvionale con temi di ritorni di 500 anni.

In apposito capitolo verrà definita meglio la cartografia PAI comunale

4.1.1 Idrografia fiume Tavollo

Vedasi **figura 1** in tavola unica allegata

Il bacino del Tavollo risulta incuneato fra quelli del Ventena e del Foglia. L'asta principale del torrente prende origine presso Mondaino (400 m s.l.m.); l'unica confluenza di rilievo è quella della F.ssa Taviolo, che si immette in destra idraulica poco prima dello sbocco a mare.

L'idrografia dell'area d'interesse è delimitata dal torrente dal Torrente Tavollo .

L'area non rientra in nessuna delle perimetrazioni definite cartografie del P.A.I., di seguito le informazioni identificative del bacino idrografico .

Identificazione del bacino	
Denominazione:	Tavolo
Tipologia:	Interregionale
Lunghezza asta principale ⁴ :	17,62 km di cui 13,10 compresi nel territorio regionale

Inquadramento geografico del bacino (coordinate metriche Gauss-Boaga, fuso Est)				
Estensione longitudinale:	Est min.	2332258,45	Est max.	2345483,50
Estensione latitudinale:	Nord min.	4857516,81	Nord max.	4871115,94
Estensione altitudinale:	Quota min.	0.00 m s.l.m.	Quota max.	400 m s.l.m.
Superficie totale (km ²) ⁵ :	81,91 km ² di cui 45,28 compresi nel territorio regionale			

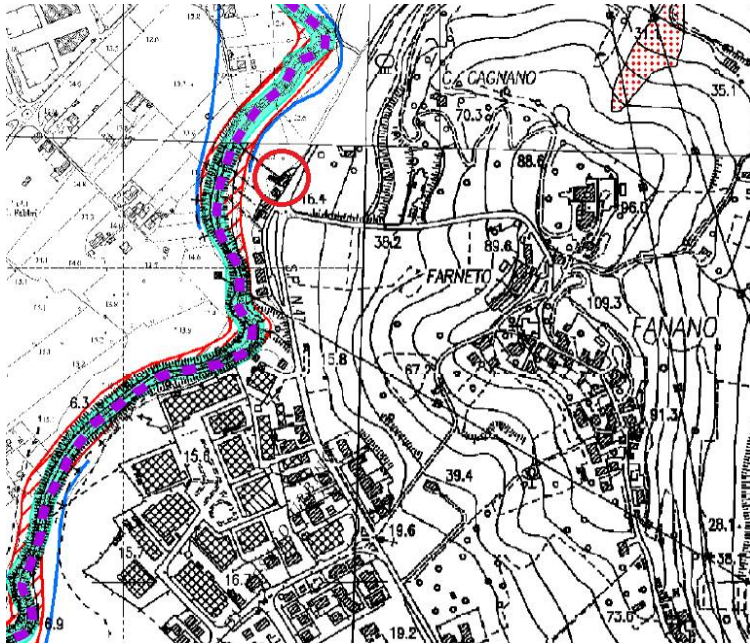
Regione interessata	Codice Regione	Superficie bacino/parte di bacino (km ²)	% riferita alla superficie totale del bacino
MARCHE	11	45,28	55,28
EMILIA ROMAGNA	8	36,63	44,72

<i>Caratteristiche del corso d'acqua del</i>	<i>Superficie drenata kmq</i>	<i>Altezza media del bacino drenato, m</i>	<i>Lunghezza asta principale, km</i>
<i>Torrente Tavollo</i>	79	91	17,9













Al momento il fiume incide le proprie alluvioni con dislivelli anche accentuati, tra il suo alveo ed i suoi argini.

5. CARTOGRAFIA PAI

In figura seguente viene riportato uno stralcio della tavola di Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.) "Progetto di variante" riferentesi al territorio Comunale di Gradara .



LEGENDA

-  Limite dell'Autorità di Bacino
- FASCE FLUVIALI**
-  alveo (art. 8)
-  fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-interventi (art. 9)
-  delimitazione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno di 500 anni (art. 10)
-  Quadro d'unione delle tavole alle scale 1:5.000 e 1:10.000
- AREE DI VERSANTE IN CONDIZIONI DI DISSESTO**
-  Calanchi (art. 14)
-  Aree in dissesto per fenomeni in atto (art. 14)
-  Aree di possibile influenza del dissesto nelle frane di crollo (art. 15)
-  Aree di possibile evoluzione del dissesto e frane quiescenti (art. 16)
-  Aree in dissesto da assoggettare a verifica (art. 17)
- quiescente
- attiva
-  area non cartografabile attiva
-  area non cartografabile quiescente
- NN** codice identificativo di area a rischio elevato e/o molto elevato (Perimetrazione di cui all'Allegato 2)

IN CUI SI OSSERVA CHE L'AREA NON RIENTRA NELLE FASCIA DI ESONDAZIONE CON TEMPI DI RITORNO DI 500 ANNI.

6. SEGNALAZIONI CRITICITA' PER INONDAZIONI/ALLAGAMENTI PASSATI

È stata effettuata una ricerca bibliografica sulle cronache giornalistiche locali e sono stati consultati gli archivi A.V.I., relativi agli eventi di piena.

Relativamente al Torrente Tavollo sono state trovate notizie di

- due eventi di piena a Gabicce Mare in data 04/02/1973 (A.V.I.- n° 4100109) ed in data 17/08/1976 (A.V.I.-N° 100027) e
- due eventi di piena a Gradara in data 17/08/1976, lungo la A14 Bologna-Taranto (A.V.I.-n°10027) e in data 18/11/1979 (A.V.I.- n°100037):

tali eventi non hanno interessato l'area in oggetto.

7. Parametri medi geotecnici e geomeccanici di caratterizzazione dei terreni

Di seguito viene schematicamente riassunta la litostratigrafia dell'area di studio, ricostruita sulla base dei risultati forniti dalle prove penetrometriche, eseguite dallo Scrivente nell'area di studio, l'ubicazione delle prove è in fig. 4 a cui si rimanda per qualsiasi precisazione:

L1 - livello 1	dal p.c. a - 1,2÷1,3 m	Strato agricolo/ alterato a litologia tendenzialmente argillosa limosa di scarsa consistenza.
L2 - livello 2	da - 1,2÷1,3 m a - 3,1÷3,2 metri	Strato composta da argille limose alterante a limi con argille.
L3 - livello 3	da -3,1÷3,2 metri a - 5,8÷5,9 metri	Strato composto da limi argillosi mediamente compatti.
L4 - livello 4	da - 5,8÷5,9 metri a - 9,2÷9,3 metri	Strato composto da Argilla limosa con limi, strato poco e pochissimo compatto.
L5 - livello 5	da - 9,2÷9,3 metri in poi per la profondità indagata	Strato composto da ghiaia limosa.

7. Descrizione dell'intervento

L'area oggetto dell'intervento consta di un ampliamento di azienda di ristorazione denominata "ATELIER DELLA PIZZA di Foschi Giovanni"

L'ampliamento risente di precedente titolo unico ai sensi dell'art. 10 del nuovo regolamento S.U.A.P. con Titolo Unico prot. n° 50529 del 17/05/2017.

Tale richiesta è motivata dagli investimenti effettuati per la costruzione del parcheggio privato ad uso del ristorante e pertanto si rende necessario aumentare la capienza della sala ristorante/ pizzeria per aumentare il volume d'affari.

La richiesta di variante prevede la **chiusura di un pergolato aperto, esistente, al momento realizzato con tenda ombreggiante** posto prospiciente l'ingresso dell'edificio ed autorizzato con Pratica Edilizia n° 131/2010 prot. n° 9368 del 02/10/2010; la superficie di tale manufatto risulta essere di mq 66,23.

Tale area in sostanza è attualmente già utilizzata come ampliamento del ristorante, ovviamente quando la temperatura esterna lo permette, si tratta di chiudere la stessa area per usare la stanza come ampliamento del ristorante.

Tale area è già ovviamente completamente impemeabilizzata, e l'intervento in essere non comporta nessun aumento di permeabilità.

8. Valutazioni della compatibilita' idraulica degli interventi

Si riporta in tavola unica il rilievo topografico dell'area in oggetto, da cui si ottiene la sezione rappresentativa dell'area in oggetto.

Vedasi **figura 2 e fig 3** in tavola unica allegata

Si ritiene quindi di escludere che l'intervento proposto sia soggetto a rischio idraulico.

A supporto di quanto affermato, si fa presente che la differenza di quota tra il livello di massima piena per tempi di ritorno pari a 200 anni e la quota dei locali costruiti e da costruire è di 2,80 ml, ed una distanza da questi di ccirca 51 ml , tale quindi da garantire il rispetto di quanto stabilito al punto A.2.3. delle "LINEE GUIDA" regionali (Titolo I, paragrafo 1.4 - D.G.R. n° 53 del 2710112014) nelle quali viene stabilito che il solo sviluppo della Verifica Preliminare è sufficiente:

" nel caso in cui l'area interessata dallo strumento di pianificazione sia posta ad una quota e distanza tale da non essere sicuramente interessata (ovvero inequivocabilmente e senza incertezze) da potenziali fenomeni di inondazioni/allagamento del reticolo idrografico e non sia sicuramente interessabile dalle dinamiche fluviali, anche in un orizzonte temporale di lungo periodo.

si ricorda che l'area oggetto della variante è esterna anche alla area di esondazione con tempi di ritorno di 500 anni.

A conferma, inoltre, di seguito si calcola la portata massima di piena nella sezione d'interesse e si porta a confronto con la sezione di smaltimento.

6. Calcolo delle Portate di massima piena dell'area d'area d'interesse

6.1 Premessa

In questa sede si è quantificato e comparato:

- le portate di massima piena con riferimento ai tempi di ritorno pari a 10, 30, 50, 100, 200 anni del bacino idrologico con riferimento alla sezione di studio,
- la portata idraulica relativa alla capacità di smaltimento della sezione del fiume Tavollo nell'area d'interesse.

La sezione dei tratti definiti sono stati delimitati in tavola unica, ed usati i dati ufficiali e riportati in capitolo 4.1.1.

6.2 Metodologia di lavoro – Calcolo

Prodromiche alla verifica idrauliche della sezione d'interesse, la cui ubicazione e caratteristiche vengono indicate nella Tavola unica Planimetria ubicazione sezione sc. 1: 1.000 (identificazione dell'area di alimentazione, lunghezza del fosso esistente) e la sezione con le caratteristiche geometriche delle sezioni interessate

Successivamente si calcola la portata massima con prefissati tempi di ritorno (Tr=10 anni, Tr=30 anni, Tr=50 anni, Tr=100 anni e Tr=200 anni).

Pertanto, sulla base dei dati pluviometrici della stazione di Gradara (anni 1951-1989, rilevati dagli annali idrologici del servizio idrografico di Bologna-Ancona per i bacini con foce al litorale adriatico dal Reno al Tronto; anno 2003 dagli annali idrologici della Regione Marche), per la quale (Tab. 1) sono disponibili le precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi per intervalli di 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore, utilizzando il metodo di Gumbel, sono state determinate le altezze massime di pioggia, con tempi di ritorno di 200, 100, 50, 30 e 10 anni.

Le curve di possibilità pluviometrica, derivano dalle seguenti relazioni.

$$H_{crit}(t, T) = a \times t^n$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \overline{H_i})^2}{n-1}}$$

$$k = \frac{1}{0,78 \times s}$$

$$m = \overline{H_i} - \frac{0,577}{k}$$

dove "a" e l'esponente "n" sono stati determinati con le seguenti relazioni:

$$n = \frac{\sum (\log t - \overline{\log t}) \times \log H_{max}(t, T)}{\sum (\log t - \overline{\log t})^2}$$

$$a = 10^{(\overline{\log H_{max}(t, T)} - n \overline{\log t})}$$

Con

$H_{crit}(t, T)$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno;

\overline{H}_i	= media aritmetica delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore negli anni;
s	= deviazione standard;
Ln	= logaritmo naturale;
t	= durata della pioggia di 1, 3, 6, 12, 24 ore;
T	= tempi di ritorno

Successivamente sono stati misurati e calcolati per la sezione indicata in tavola unica:

- ✓ i dati morfometrici della porzione di bacino idrografico sotteso, derivate dalla carta tecnica regionale
- ✓ il tempo di corrivazione (**tc**), utilizzando la relazione di *Kirpich, Watt-Chow, Pezzoli, adatta* per bacini idrografici di modesta estensione:

$$t_c(\text{ore}) = 0,02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0,8} \quad (\text{Kirpich, Watt-Chow, Pezzoli});$$

- ✓ il coefficiente di deflusso **c** (da media ponderata dei tempi di deflusso delle aree a diverse caratteristiche presenti all'interno dei singoli sottobacini¹);

Si è poi pervenuti alla stima delle portate di massima piena (Q_{\max}), utilizzando la seguente formula (metodo razionale):

$$Q_{\max} = \frac{C \cdot S \cdot h_{\text{crit}}(t, T)}{t_c} \quad (\text{Formula del metodo razionale})$$

dove le variabili del bacino sono:

t_c (h)	=	tempo di corrivazione;
S (km ²)	=	area del bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura;
L (km)	=	lunghezza dell'asta valliva principale;
h_{cr} (mm)	=	Pioggia nel tempo di corrivazione

Circa il coefficiente di deflusso C semplificando è possibile definirlo come:

$C = \text{Volume defluito} / \text{volume piovuto}$

Vista la grande variabilità di dati esistenti in bibliografia ed in letteratura, si sono attribuiti i seguenti valori, come da prassi ormai consolidata, e cioè:

- c1 = 0,6 per case sparse
- c2 = 0,7 per P.R.G. (lottizzazioni ed insediamenti industriali)
- c3 = 0,2 per aree non urbanizzate

¹ Il **coefficiente di deflusso medio (c)** riferito alla formula razionale, considera la frazione dell'afflusso che arriva nella sezione considerata al tempo $2T_c$ e quindi solo per scorrimento superficiale.

6.3 Dati morfometrici del bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura considerata

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA	
Superficie del Bacino	$S = 79,00 \text{ Km}^2$
Lunghezza percorso idraulico principa	$L = 17,90 \text{ Km}$
Altitudine max percorso idraulico	$H_{\max} = 91,00 \text{ m (s.l.m.)}$
Altitudine min percorso idraulico	$H_0 = 16,00 \text{ m (s.l.m.)}$
Pendenza media percorso idraulico	$P = 0,00 \text{ (m/m)}$
Altitudine max bacino	$H_{\max} = 250,00 \text{ m (s.l.m.)}$
Altitudine sezione considerata	$H_0 = 25,00 \text{ m (s.l.m.)}$
Altitudine media bacino	$H_m = 137,50 \text{ m (s.l.m.)}$
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0 = 112,50 \text{ m}$

6.4 Dati pluviografici

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di :	Gradara				
Quota (m s.l.m.) :	100		Numero di osservazioni : N = 37		
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)
1951	24.00	38.80	41.80	43.00	61.80
1952	23.40	30.80	30.80	43.80	53.20
1953	19.40	23.20	29.40	44.40	57.40
1954	11.80	19.80	20.80	32.40	35.60
1955	33.40	42.20	53.40	58.60	59.20
1956	34.00	68.80	98.00	118.00	148.60
1957	22.00	26.20	28.60	30.00	36.40
1958	21.00	28.80	31.00	38.80	54.20
1959	22.00	32.80	33.40	48.60	49.00
1960	21.00	29.00	37.00	43.00	52.60
1961	19.40	42.00	61.40	73.20	86.00
1962	37.00	46.20	46.80	52.40	53.00
1963	58.60	62.60	62.60	97.00	98.20
1964	17.60	32.00	54.20	77.80	91.20
1965	27.00	30.00	30.60	37.80	44.00
1966	34.40	51.80	62.20	84.60	94.80
1967	13.20	22.00	30.40	44.00	58.20
1968	37.00	73.00	94.20	120.80	125.20
1969	22.00	47.80	52.60	53.80	57.40
1970	20.00	24.20	30.40	35.00	44.00
1971	18.40	27.20	43.80	60.40	89.20

1972	23.40	34.00	43.40	43.80	46.20
1973	29.00	35.00	39.00	45.00	78.00
1974	50.00	89.60	121.20	134.60	160.40
1975	40.80	41.20	42.80	49.20	60.60
1976	26.40	32.00	43.40	51.40	56.80
1977	26.00	28.20	42.00	76.20	122.40
1978	26.60	27.80	32.40	46.00	58.00
1979	21.00	30.00	50.60	56.60	67.40
1980	17.00	29.60	43.80	45.60	48.20
1981	24.80	26.40	26.60	29.80	44.80
1982	17.20	17.20	19.00	30.20	55.40
1983	23.80	33.00	46.20	47.20	48.60
1984	50.00	85.00	85.00	85.00	91.80
1985	14.00	14.00	14.20	20.40	22.80
1986	27.00	48.00	88.40	94.80	104.40
2003	15.40	20.60	28.00	40.60	42.00

ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI (Metodo di Gumbel)

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t, della media $\mu (h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma (h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N = 37	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu (h_t)$	26,19	37,59	47,01	57,67	69,11
$\sigma (h_t)$	10,61	17,96	23,75	27,28	31,61
$\alpha_t = 1,283/\sigma (h_t)$	0,12	0,07	0,05	0,05	0,04
$u_t = \mu (h_t) - 0,45 \sigma (h_t)$	21,41	29,51	36,32	45,40	54,89

Tabella 2 – Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

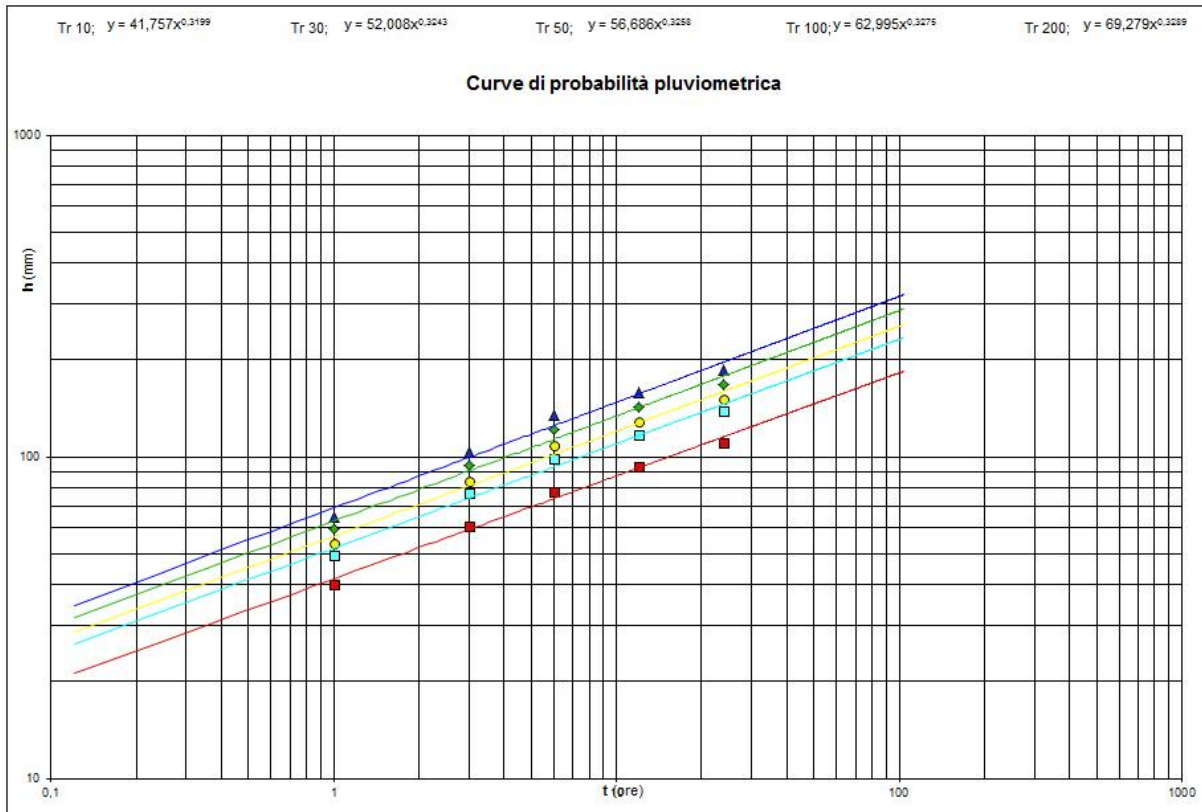
Tr	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni hmax =	40,03	61,00	77,98	93,24	110,32
30 anni hmax =	49,41	76,87	98,96	117,35	138,26
50 anni hmax =	53,69	84,12	108,54	128,35	151,01
100 anni hmax =	59,46	93,89	121,47	143,20	168,21
200 anni hmax =	65,22	103,62	134,34	157,99	185,35

Tabella 3 -

Tr	LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→	$h=41,757xt^{0,3199}$
30 anni	→	$h=52,008xt^{0,3243}$

50 anni → $h=56,686xt^{0,3258}$
 100 anni → $h=62,995xt^{0,3275}$
 200 anni → $h=69,279xt^{0,3289}$

le curve di possibilita' pluviometrica sono le seguenti :



7. Calcolo portate di massima piena

7.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione valutato in un determinato punto di una rete di drenaggio (naturale o artificiale) è il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame.

Il tempo di corrivazione varia in funzione delle caratteristiche topografiche e geologiche del bacino e degli usi del suolo attuati sullo stesso.

TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)

TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)	
Giandotti	$\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m \cdot H_0}} =$
{ Kirpich, Watt- Chow, Pezzoli	$\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 8,35$
<input type="radio"/> Giandotti <input checked="" type="radio"/> Kirpich, Watt-Chow, Pezzoli...	

VENGONO USATE LE FORMULE DI KIRPICH IN RAGIONE DELLE DIMENSIONI DEL BACINO

7.2 Portate di massima piena

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA SITUAZIONE ATTUALE PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (METODO RAZIONALE) con t_c secondo Kirpic
$Q_{\max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$
Con: c = coefficiente di deflusso $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm) S = superficie del bacino (km ²) t_c = tempo di corrivazione (ore) 3,6 = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{\max} in m ³ /sec

In considerazione di un coefficiente di deflusso medio, sulla base della permeabilità presente in sito, con deflusso pari 0,25, le massime portate con i seguenti tempi di ritorno sono:

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO
(FORMULA del METODO RAZIONALE)

$$Q_{\max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$



con :

- c = coefficiente di deflusso
- $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S = superficie del bacino (km²)
- t_c = tempo di corrivazione (ore)
- $3,6$ = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{\max} in m³/sec

RISULTATI

Deflusso $c =$	0,25	S (km ²) =	79,00	t_c (ore) =	8,35
----------------	-------------	--------------------------	--------------	---------------	-------------

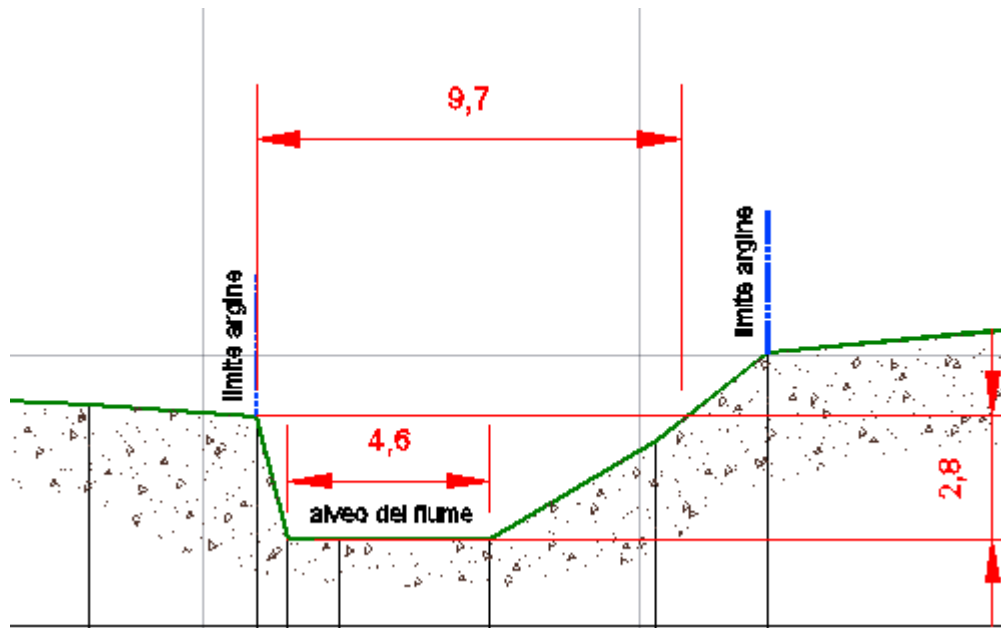
T_r (anni)	a	n	t_c (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	Q_{\max} (m ³ /sec)
10	41,7567	0,3199	8,35	82,34	54,08
30	52,0084	0,3243	8,35	103,53	68,00
50	56,6864	0,3258	8,35	113,20	74,35
100	62,9949	0,3275	8,35	126,24	82,92
200	69,2792	0,3289	8,35	139,24	91,46

7.3 Calcolo smaltimento delle piene

I valori di massima piena sono stati confrontati con la capacità di smaltimento della sezione idraulica considerata in tavola unica.

SI RIPORTA LA SEZIONE IDRAULICA CONSIDERATA

vedi tavola unica in allegato

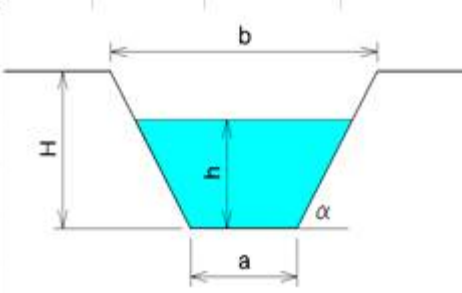


Le dimensioni sono quelle sopra riportate

7.4 Calcolo della portata di smaltimento delle acque della sezione considerata

si considera un franco di almeno 50 cm

DATI NOTI (da inserire)		
H	⇒ 2,80	ALTEZZA [m]
a	⇒ 4,60	[m]
b	⇒ 9,70	[m]
h	⇒ 2,30	[m]
p	⇒ 2%	Pendenza
m	⇒ 2	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Inclinazione scarpate	α	⇒ 47,7
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒ 10,822 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \operatorname{tg}(90 - \alpha)]$	⇒ 15,3977 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 1,423 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h \approx 2,38$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{R_i p}$	dove	c = coefficiente di attrito R _i = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{R_i}}{m + \sqrt{R_i}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	37,36	
V	⇒	6,30	[m/sec]
Q	⇒	97,040	[m³/sec]

7.5 Conclusioni - Confronto fra massime piene e portate sezione di smaltimento

Si confronta le massime portate con tempi di ritorno pari a 10, 30, 50, 100 anni con le portate di smaltimento della sezione considerata.

Deflusso massimo	Q_{max}	Capacità di smaltimento
Tempi di ritorno	(m³/s)	(m³/s)
anni		
<i>tr=10</i>	54,08	97,40
<i>tr=30</i>	68,00	97,40
<i>tr=50</i>	74,35	97,40
<i>tr=100</i>	82,92	97,40

Come evidente da quanto esposto, non esistono, in corrispondenza della sezione considerata, rischi idraulici connessi allo smaltimento delle portate di piena .

la capacità di smaltimento della sezione considerata è sempre maggiore della portata massima per tempi di ritorno da 10 anni a 100 anni .

si sottolinea che è stato considerato un franco di 50 cm

7.6 Calcolo della portata di massima piena per 200 anni

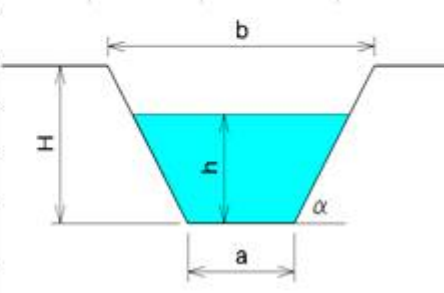
si considera un franco di almeno 3 ml

considerando la portata di massima piena per **la sezione di 200** anni i calcoli vengono così definiti

Come evidente dalla tabella di sintesi seguente, sono compatibili, anche con le portate di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

vedi sezione considerata in tavola unica

CARATTERISTICHE SEZIONE			
DATI NOTI (da inserire)			
H	⇒ 7,00	ALTEZZA [m]	
a	⇒ 4,60	[m]	
b	⇒ 60,00	[m]	
h	⇒ 4,00	[m]	
p	⇒ 2%	Pendenza	
m	⇒ 2	Coeff. di scabrosità di Kutter	



DATI RISULTANTI			
Inclinazione scarpate	α	⇒	14,2
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \tan \alpha$	⇒	37,252 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \tan(90 - \alpha)]$	⇒	81,7143 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	2,194 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 4,00 m			
FORMULE (moto uniforme)			
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI		
c	⇒	37,36
V	⇒	6,30 [m/sec]
Q	⇒	97,040 [m ³ /sec]

Si confronta le massime portate con tempi di ritorno pari a 200 anni con le portate di smaltimento della sezione considerata.

Deflusso massimo	Qmax	Capacità di smaltimento
Tempi di ritorno	(m³/s)	(m³/s)
anni		
<i>tr=10</i>	91,46	97,04

la capacità di smaltimento della sezione duecentenale è sempre maggiore della portata possibile calcolabile.

si sottolinea che è stato considerato un franco di almeno 3,0 metri .

8. Conclusioni verifiche idrauliche

Il presente studio segue la normativa L.R. 23/11/2011 n° 22, recante "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle leggi regionali 5 agosto 1992 n° 34 (norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio 9 e 8 ottobre 2009 n° 22, la Regione Marche che disponeva la valutazione della compatibilità idraulica dell'area nel momento in cui le trasformazioni territoriali che dimostri il non aggravio della situazione del rischio idraulico.

Nella presente relazione si sono dimostrate le distanze in pianta che in quota della area in variante, in cui si definisce che l'area è sicuramente all'esterno da possibili fenomeni di allagamento vedi capitolo 8.

Anche dalla visione delle fasce di possibile esondazione riportate dal piano per l'assetto idrogeologico l'area risulta fuori anche dalle aree dei limiti di esondazione dei 500 anni.

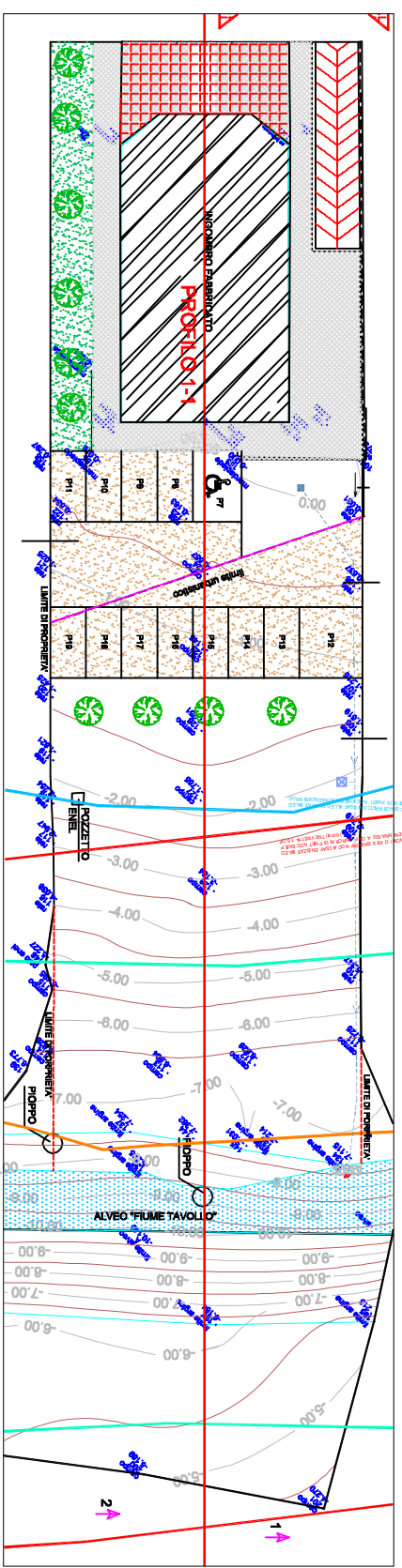
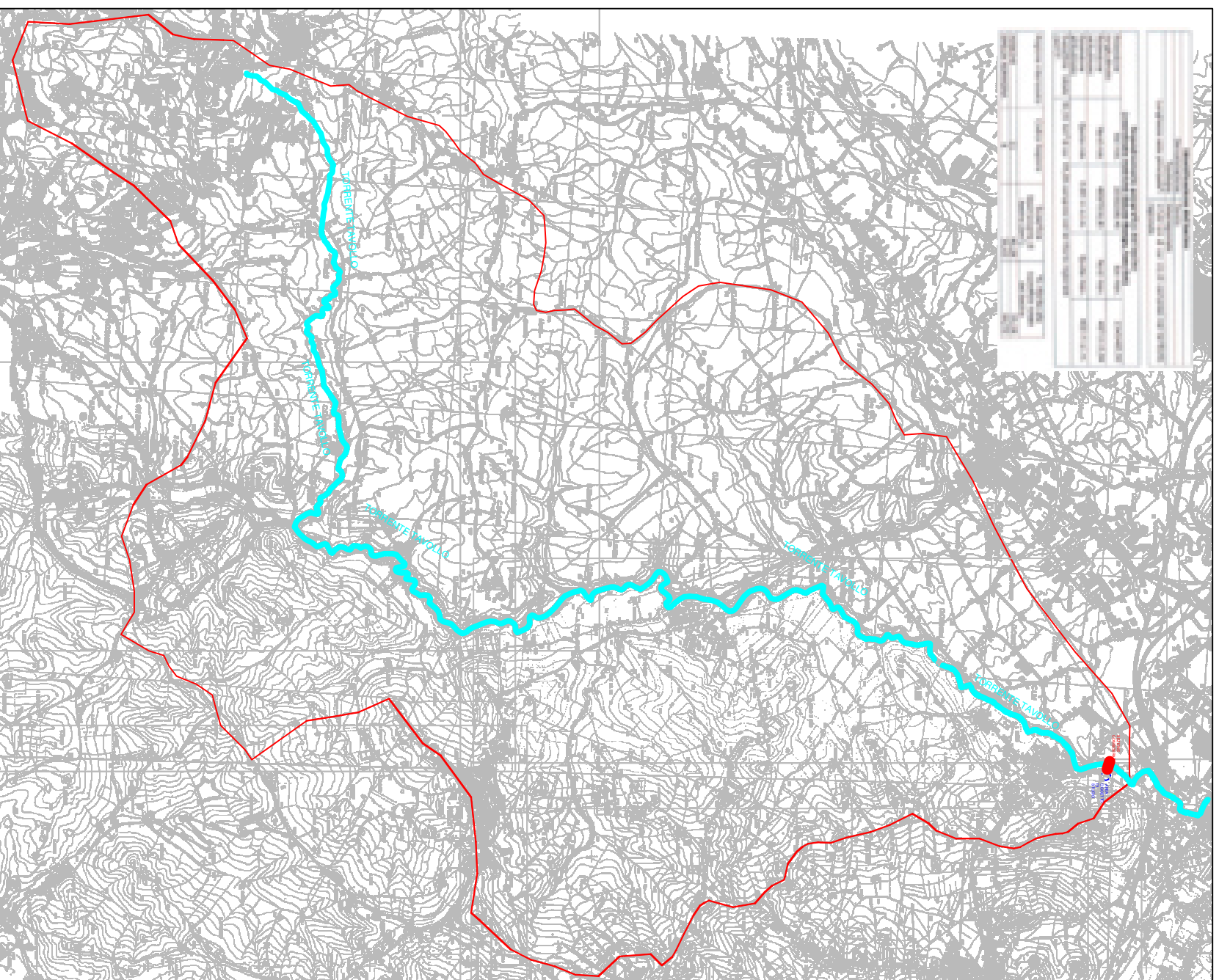
A riprova di ciò si sono calcolate le portate massime del fiume TAVOLLO sulla base delle piovosità massime .

Il calcolo in oggetto è riportato in capitolo 7. a cui si rimanda per le necessarie precisazioni.

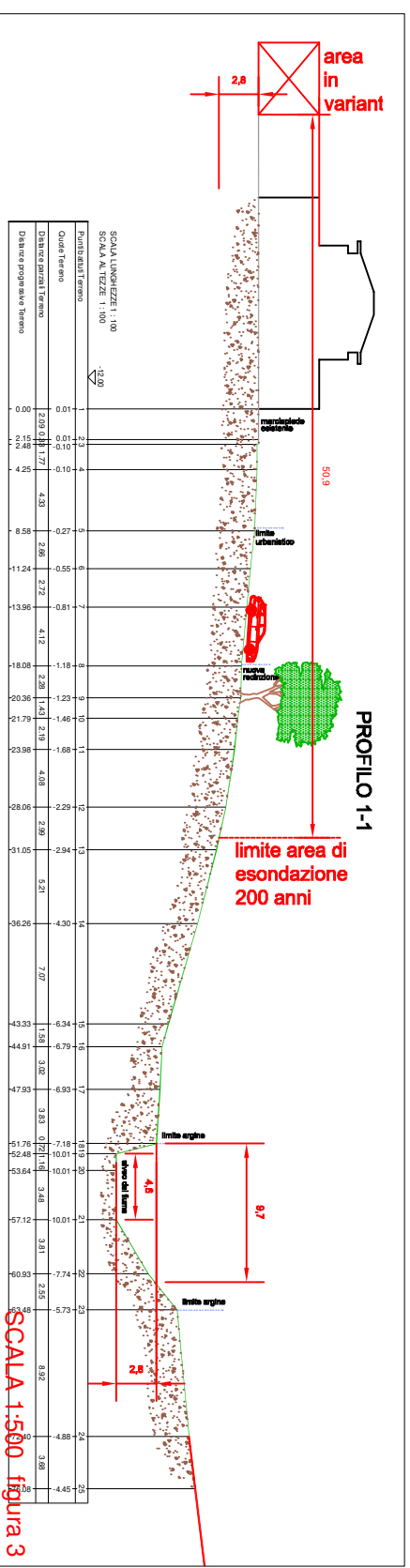
Anche in questo caso le portate idriche massime sono sempre inferiori alle portate di smaltimento .

Cio conferma quanto precedentemente scritto escludendo problematiche alluvionali.

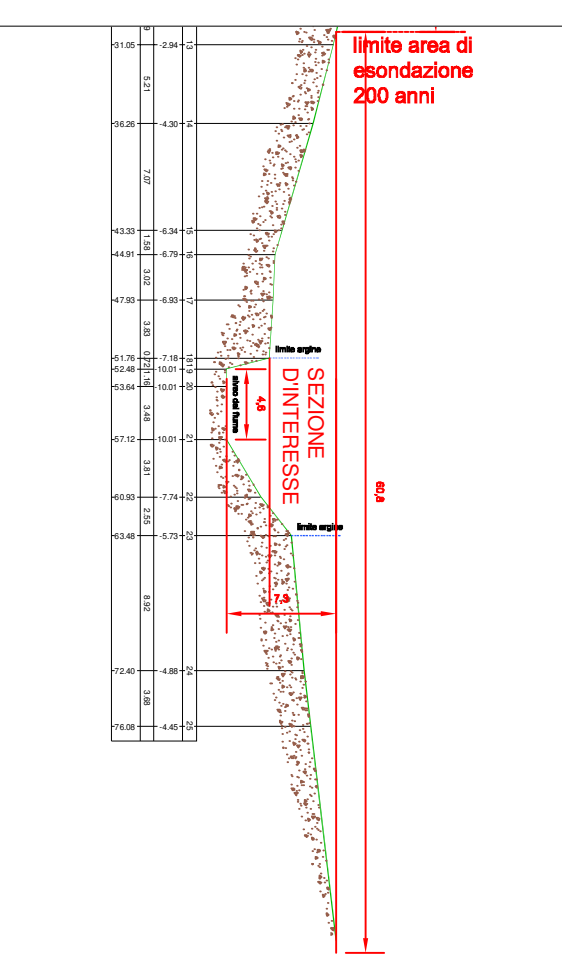
Geologo Livi Antonello
fimata digitalmente



SEZIONE 1-1 CON AREA IN VARIANTE E RIPORTO AREA DI ESONDAZIONE PAI



SEZIONE DI POSSIBILE ESONDAZIONE PAI AREA TEMPI AREA 200 ANNI DI RITORNO



ALLEGATA ALLA RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA IN MERITO AL PROGETTO DI AMPLIAMENTO LOCALE ADIBITO A PUBBLICO SERVIZIO DENOMINATO "GIO PIZZA E CUCINA" IN VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO

UBICAZIONE INTERVENTO SU CARTA TECNICA REGIONALE

figura 1 delimitazione Fiume Tavollo e suo bacino di alimentazione
 figura 2 rilievo piano quotato area di studio
 figura 3 sezione considerata
 figura 4 delimitazione sezione interessata da possibile alluvionamento con tempi di 200 anni