Comune di Castenaso

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU
PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE

Relazione idrologica

Committente:

Comune di Castenaso
Piazza Bassi, 1, 40055, Castenaso (BO)

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Silvia Malaguti

Città di Castenaso

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Progettista Esecutivo Incaricato e DL generale e Strutture:
Ing. Alessandro Cesanelli
cf: CSN LSN 70S18 A944G

Coordinamento della Sicurezza PSC_CSE
Ing. Enrico Pennisi
cf: PNN NRC 86B17 C265Y

Progetto Definitivo Architettonico e DO edile:
Federico Scagliarini Architetto cf: SCG FRC 71C25 A944M
Cristina Tartari Architetto cf: TRT CST 72P51 A944J

Progetto Definitivo Impianti Meccanici e DO meccanici:
Per. Ind. Davide Guidotti
cf: GDT DVD 88M23 A944G

Progetto Definitivo Impianti Elettrici e Speciali e DO Elettrici e Speciali:
Per.ind. Daniele Franchini
cf: FRN DNL 84D26 G467N

Progetto Prevenzione Incendi e SCIA VVF:
Ing. Alessio Amorati
cf: MRT LSS 75R31 A944B

DIS. n°	Archivio	Data	Aggiornamenti	Disegni scala
PE-S-REL-027	233	Luglio 2023	R0	fascicolo A4

StudioTondi
Via P.G. Martini n° 38/F
40134 Bologna
Tel. - Fax: +39 051 6144617
Mob: +39 339 2587461
www.studio-tondi.it - luca@studio-tondi.it

COMUNE DI CASTENASO

CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN EDIFICIO SCOLASTICO DA ADIBIRSI AD ASILO NIDO IN VIA G. AMENDOLA, COMUNE DI CASTENASO (BO)

STUDIO IDROLOGICO

REV2

Redazione **DR. GEOLOGO LUCA TONDI**



BOLOGNA – GIUGNO 2023

INDICE

PREMESSA 1
INQUADRAMENTO IDROLOGICO 1
CENNI SULLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO 2
PERICOLOSITÀ IDRAULICA 2
- Consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2

PRECIPITAZIONI ANNUE 5
STIMA DELLE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA 7

ALLEGATI A FINE TESTO

PREMESSA

A seguito di incarico professionale ricevuto è stato effettuato uno studio idrologico su terreno sito nel Comune di Castenaso in via G. Amendola, dove è prevista la costruzione di un edificio scolastico da adibirsi ad asilo nido.
Scopo dell'indagine è stato quello fornire indicazioni di carattere idrologico per la progettazione dei manufatti idraulici inerenti allo smaltimento delle acque meteoriche in progetto.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO

Il lotto oggetto di studio, rappresentato nella C.T.R. n. 221062, è inserito all'interno dell'Unità di Paesaggio n° 8 - Pianura Bolognese Modenese e Reggiana - del PTPR ed all'interno dell'Unità di Paesaggio n° 4 - Pianura orientale - del PTCP, si colloca ad una distanza di circa 330 m verso NW dal comune di Castenaso ad una quota di circa 41 m s.l.m.
L'aspetto geomorfologico dell'area è definito da un contesto di bassa pianura caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante a bassi gradienti.
Il contesto geomorfologico ed idrologico presente, è stato condizionato nel tempo dall'azione antropica, in quanto l'area è ubicata in una zona urbanizzata del nucleo urbano di Castenaso.
I gradienti topografici sono contenuti ed in generale si osserva come le quote decrescano in direzione S.E.. L'idrografia principale è governata dal Torrente Idice che si trova posizionato a circa 460 m in direzione SE dall'area di studio con direttrice circa NS, mentre i reticoli idrografici secondari sono rappresentati per la massima parte dalla rete fognaria del Comune di Castenaso.

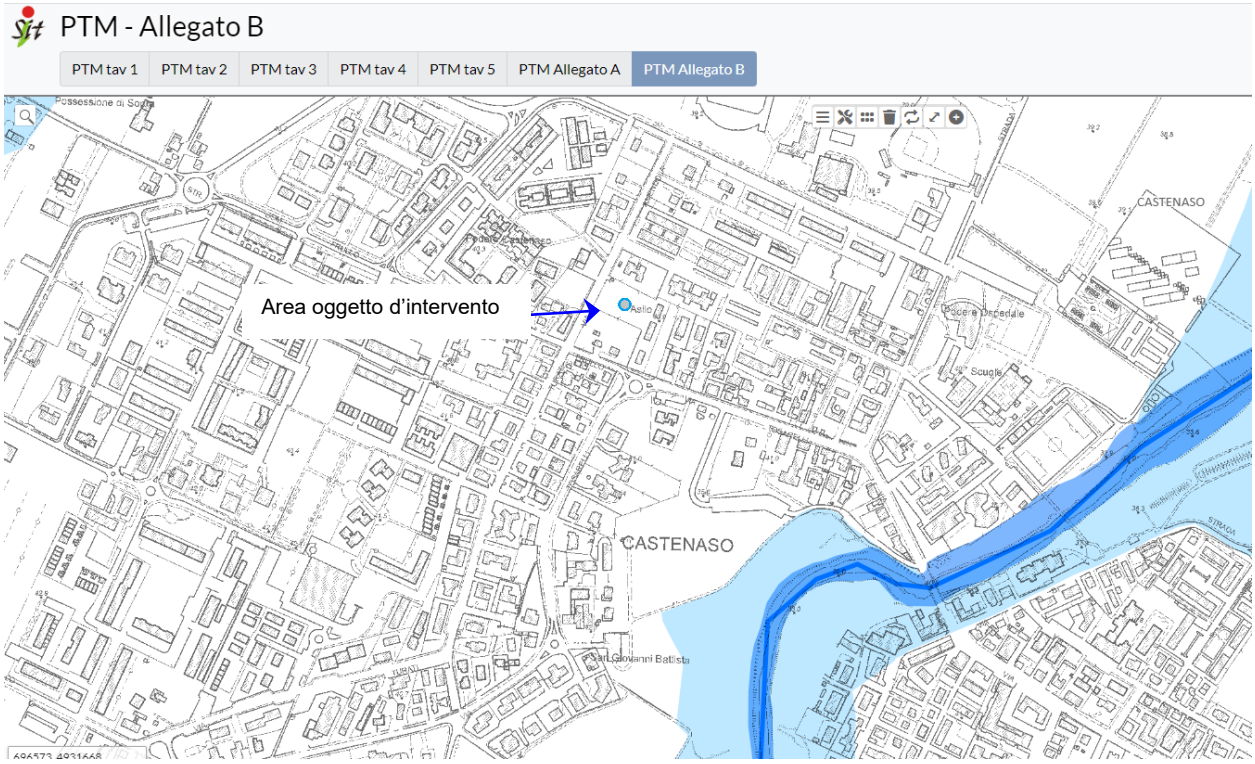


Figura 1: Estratto Allegato B del PTM in evidenza il sistema idrografico: in azzurro - Fasce di tutela fluviale (PTCP art. 4.3); in blu -Alvei attivi (PTCP art.4.2); in blu scuro Reticolo idrografico principale (PTCP art. 4.2.).

CENNI SULLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO

Attualmente il lotto dove verrà realizzato l'intervento è costituito da un'area verde ad uso pubblico, sulla quale la sola area impermeabilizzata è costituita da una cabina elettrica di dimensioni di circa 5 x 5 m.
Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo fabbricato da adibire ad asilo d'infanzia e delle relative pertinenze esterne quali viabilità pavimentata oltre che delle aree verdi private. Tale intervento comporterà l'impermeabilizzazione di circa i 2/3 del lotto.
L'edificio verrà costruito nel giardino adiacente all'attuale asilo; una volta realizzato il nuovo edificio scolastico, l'attuale asilo verrà demolito e l'area sarà adibita a giardino.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA

- **Consultazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni**

Per una corretta valutazione dei rischi dovuti ai fenomeni alluvionali, si è proceduto alla consultazione del nuovo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del II ciclo.
Da un primo inquadramento generale, la zona di studio si colloca in una zona d'espansione contigua al territorio urbanizzato di Castenaso, a circa 460 m dal Torrente Idice.
Per questo motivo sono state consultate le mappe di pericolosità e del rischio alluvionale, per quanto riguarda sia il reticolo naturale principale e secondario, che il reticolo secondario di pianura.



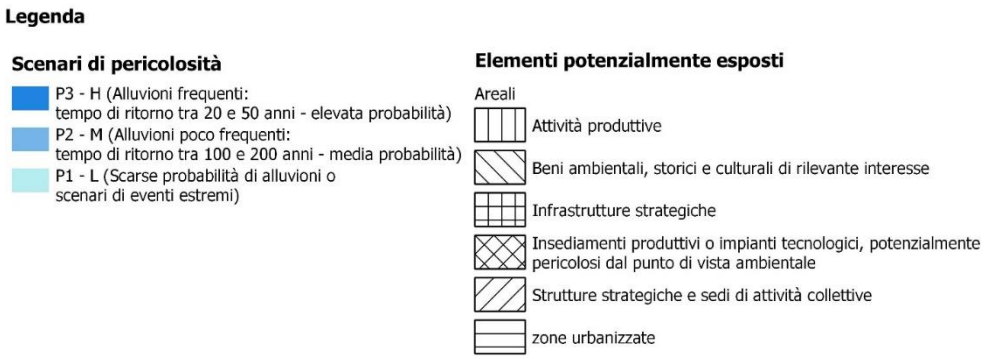


Figura 2: Mappe di pericolosità, a sinistra per il reticolo naturale principale e secondario, a destra per il reticolo secondario di pianura, con relativa legenda.

Dall'osservazione delle mappe di pericolosità si apprende che:
per il reticolo naturale principale e secondario lo scenario di pericolosità più importante riguarda il bacino del Reno nel quale i terreni in oggetto ricadono in una zona P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, ovvero media probabilità.
Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura lo scenario di pericolosità più importante riguarda il bacino del Reno nel quale i terreni in oggetto ricadono in una zona P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, ovvero media probabilità.
Si evince che nell'area di studio lo scenario di pericolosità maggiore è dato da: P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti, definito dal bacino del Reno.
Nell'ottica di questo scenario di pericolosità si dovrà fare riferimento all'art. 30 del PTM.



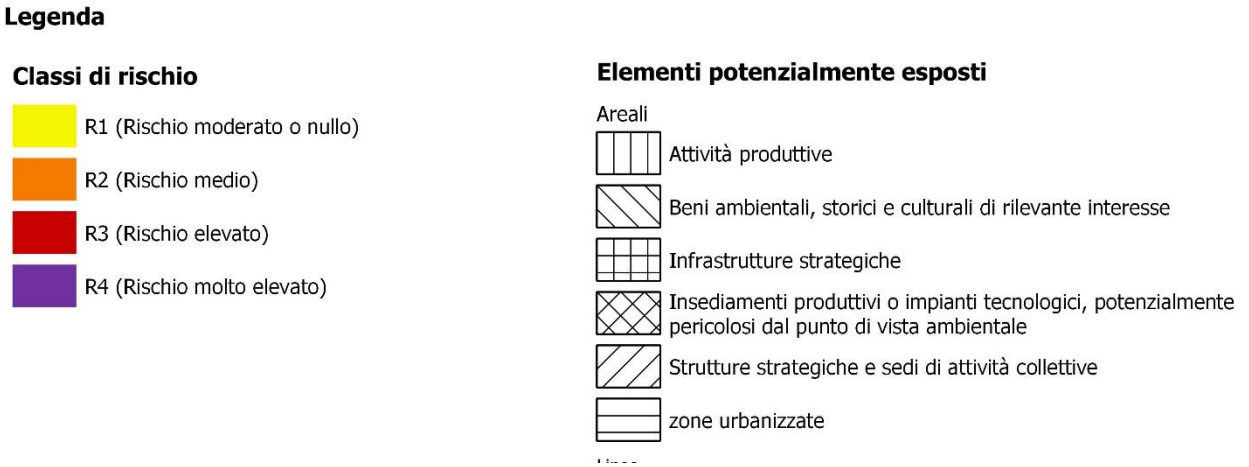


Figura 3: Estratto della mappa del rischio potenziale in cui sono riportate le classi di rischio (PGRA)con relativa legenda, riferite a sinistra per il reticolo naturale principale e secondario, a destra per il reticolo secondario di pianura.

Matrice del rischio tipo B

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R3	R3	R1
D2	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Matrice del rischio tipo C

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'	
CLASSI DI DANNO	P3	P2
D4	R3	R2
D3	R3	R1
D2	R2	R1
D1	R1	R1

Figura 4: Matrici di rischio nei diversi ambiti.

Per quanto riguarda l'analisi di rischio l'area presenta una classe di danno D2, questo comporta che per il reticolo naturale principale e secondario (matrice B), intersecando la classe di pericolosità P2 con la classe di danno D2, si ottiene una classe di rischio R2 – Rischio medio.
Mentre per l'analisi di rischio del reticolo secondario di pianura (matrice C), intersecando la classe di pericolosità P2 con la classe di danno D2, si ottiene una classe di rischio R1 – Rischio medio o nullo.
In quest'ottica lo scenario di rischio peggiore nell'area oggetto di studio, è definito dal reticolo principale e secondario del Bacino del Reno con classe di rischio R2 – Rischio medio.
Per questa classe viene considerato il verificarsi di *"possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche".*

PRECIPITAZIONI ANNUE

A seguito vengono riportate indicazioni sulle precipitazioni annue ricavate da dati storici disponibili on line dal sito Arpae.

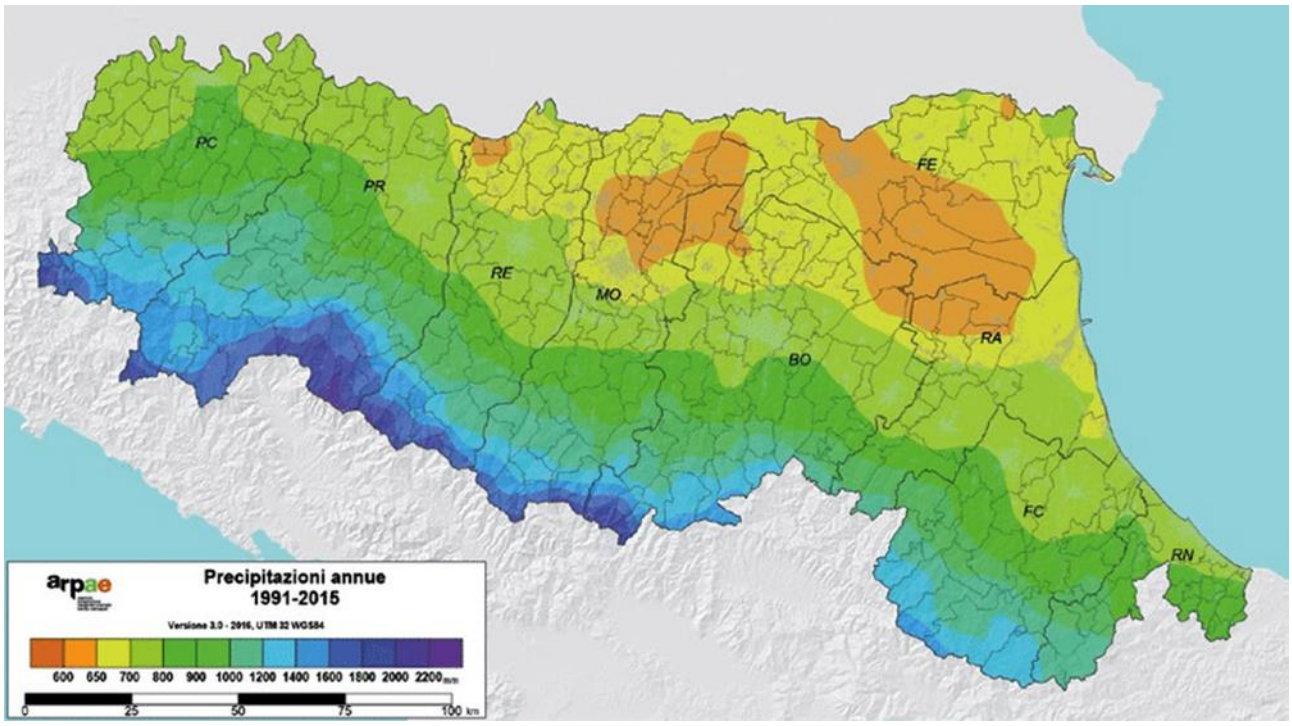


Figura 5: dati precipitazioni annue 1991-2015 tratto dalle tabelle climatologiche ARPAE

Dati Precipitazioni Periodo 1991-2020

comune **Castenaso(BO)** - codice ISTAT **37021**

quota media **36** mslm - superficie **35.7** km^2

MESE	PERIODO	PRECIPITAZIONE CUMULATA			GIORNI CON VALORE			
					x>=1		x>=20	
		media (mm)	mediana (mm)	sqm temporale (mm)	media	sqm temporale	media	sqm temporale
GENNAIO	I decade	14.3	7.1	21.8	1.9	2.0	0.1	0.4
	II decade	14.5	9.4	20.2	1.5	1.6	0.1	0.4
	III decade	14.3	13.0	17.5	1.9	1.9	0.1	0.3
	mese	43.2	33.2	32.7	5.7	3.3	0.3	0.6
FEBBRAIO	I decade	23.0	18.3	30.2	2.2	2.0	0.3	0.8
	II decade	18.3	18.6	20.2	1.6	1.8	0.1	0.3
	III decade	20.6	19.8	25.2	1.6	1.7	0.2	0.5
	mese	61.9	49.7	53.0	6.1	3.8	0.8	1.4
MARZO	I decade	27.7	24.0	27.5	2.6	1.9	0.3	0.6
	II decade	9.6	7.6	16.0	1.1	1.5	0.1	0.2
	III decade	23.8	17.4	23.7	2.7	1.6	0.3	0.5
	mese	61.1	58.7	40.2	6.6	3.6	0.7	0.8
APRILE	I decade	23.2	23.4	22.4	2.2	1.8	0.3	0.5

	II decade	27.3	17.2	28.1	2.4	1.8	0.3	0.6
	III decade	22.1	20.5	15.4	2.6	1.7	0.2	0.4
	mese	72.6	68.7	38.9	7.9	3.2	0.9	0.9
MAGGIO	I decade	28.2	28.2	21.7	2.5	1.8	0.3	0.5
	II decade	22.3	17.8	25.5	2.2	1.9	0.2	0.5
	III decade	20.9	12.9	21.4	2.1	1.7	0.1	0.4
	mese	71.4	71.4	40.5	7.5	3.4	0.7	1.0
GIUGNO	I decade	23.9	13.1	24.4	2.4	2.1	0.3	0.5
	II decade	23.1	15.3	30.0	2.0	1.3	0.4	0.7
	III decade	17.5	11.1	26.3	1.4	1.1	0.2	0.5
	mese	64.6	56.1	43.9	6.2	2.5	0.9	1.0
LUGLIO	I decade	12.8	11.9	14.3	1.4	1.3	0.1	0.4
	II decade	11.6	9.9	17.4	1.1	1.4	0.1	0.4
	III decade	12.4	11.5	15.7	1.3	1.1	0.1	0.3
	mese	36.9	34.2	29.4	4.3	2.7	0.4	0.6
AGOSTO	I decade	10.6	4.7	13.5	1.4	1.1	0.1	0.4
	II decade	15.7	12.7	17.0	1.3	1.3	0.2	0.4
	III decade	15.2	9.5	16.1	1.8	1.5	0.1	0.2
	mese	41.5	31.3	30.2	4.8	2.6	0.5	0.6
SETTEMBRE	I decade	24.2	26.4	20.7	2.1	1.6	0.3	0.4
	II decade	29.5	24.9	29.2	2.1	1.4	0.5	0.6
	III decade	19.0	15.4	20.6	1.6	1.4	0.2	0.4
	mese	72.7	63.4	46.3	6.0	2.7	1.0	1.0
OTTOBRE	I decade	32.6	19.1	43.8	2.5	2.1	0.4	1.0
	II decade	24.5	20.0	26.0	2.2	1.7	0.4	0.7
	III decade	28.4	28.1	28.1	2.2	1.7	0.3	0.5
	mese	85.5	73.6	51.8	7.4	3.2	1.2	1.2
NOVEMBRE	I decade	30.4	25.2	29.7	2.6	1.6	0.3	0.6
	II decade	35.4	27.9	35.2	2.5	1.9	0.5	0.8
	III decade	25.3	14.3	23.1	2.9	2.0	0.4	0.5
	mese	91.1	76.9	56.1	8.5	3.8	1.2	1.2
DICEMBRE	I decade	34.8	27.9	38.7	2.4	1.9	0.4	0.7
	II decade	15.5	9.6	18.0	1.9	1.9	0.1	0.3
	III decade	16.3	11.9	14.1	2.3	1.8	0.2	0.4
	mese	66.5	61.2	46.1	7.1	3.7	0.7	0.8

Stazioni			
Variabile	**Nome**	**Descrizione**	**Unità di misura**
Precipitazione	Numero dati	Numero dei dati che hanno contribuito a calcolare	giorni
	Cumulata - media	Valor medio delle precipitazioni cumulate	mm
	Cumulata - mediana	50° percentile delle precipitazioni cumulate	mm
	sqm	Scarto quadratico medio rispetto al valore medio sul periodo delle precipitazioni cumulate	mG
	giorni con valore x >=	Media sul periodo del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore o uguale a 1 mm	giorni
	giorni con valore x >=	Media sul periodo del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore o uguale a 20	giorni

Figura 6: dati precipitazioni annue 1991-2020 per li comune di Castenaso- Tratto dalle tabelle climatologiche ARPAE

STIMA DELLE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le **curve di possibilità pluviometrica** sono relazioni funzionali che correlano (per ciascun tempo di ritorno) le massime altezze di precipitazioni *h* (mm) con le durate delle precipitazioni stesse *d* (ore) del tipo:

$$h(d;T_r) = a \cdot d^n \qquad (1)$$

dove:
- *h(d;Tr)* è l'altezza di pioggia in mm corrispondente alla durata *d* (in ore) ed al tempo di ritorno *Tr* (in anni);
- *d* è la durata della pioggia in ore;
- *a, n* sono i parametri che descrivono l'andamento di *h* in funzione del tempo di ritorno e della durata.

Per il bacino in esame si è costruita la curva di possibilità pluviometrica sulla base dei valori di massima precipitazione di durata 15, 30 e 45 minuti registrati dalle stazioni pluviometriche di Mezzolara (situata a quota 20 m s.l.m. a distanza di circa 11 km Nord - Nord Est dal bacino in esame) e Prugnolo (situata a quota 276 m s.l.m. a distanza di circa 12 km Sud – Sud Est dal bacino in esame). I dati pluviometrici relativi a tali stazioni sono stati tratti dagli Annali Idrologici realizzati e pubblicati da ARPAE – SIMC.
La stazione di Mezzolara è probabilmente la più idonea a descrivere il regime pluviometrico del bacino in esame, tuttavia in considerazione della scarsità di dati disponibili negli Annali per tale stazione (anni 2007 – 2022) si è deciso di ampliare il campione utilizzando anche le registrazioni del pluviometro di Prugnolo, che dispone di un numero maggiore di dati (anni 1990 – 2022).
Utilizzando i dati di entrambi i pluviometri si è così costruito un campione unico sul periodo 1990 – 2022 di dimensione 47 anni per le durate di 15 e 45 minuti e di dimensione 48 anni per la durata di 30 minuti. Di seguito si riportano i valori massimi di precipitazione registrati dai due pluviometri per le durate di 15, 30 e 45 minuti, tratti dagli Annali Idrologici

Altezza di pioggia massima annuale - pluviometro di Mezzolara			
	Durata [minuti]		
Anno	15	30	45
2022	10,2	16,6	17,2
2021	15,2	24,0	27,4
2020	18,6	25,2	27,4
2019	21,8	30,2	31,0
2018	26,8	38,6	46,6
2017	12,0	13,4	16,0
2016	15,6	24,8	26,6
2015	16,0	25,8	30,0
2014	21,2	35,8	37,2
2013	17,4	19,8	20,0
2012	11,4	18,2	20,2
2011	12,2	14,6	15,6
2010	9,8	15,6	16,4
2009	7,2	11,4	13,0
2008	15,4	25,8	29,6
2007	14,8	26,6	30,6

Altezza di pioggia massima annuale

Pluviometro di Prugnolo			
	Durata [minuti]		
Anno	15	30	45
2022	12,4	21,6	21,6
2021	19,6	29,0	32,6
2020	24,6	29,6	29,6
2019	14,8	23,4	26,8
2018	20,2	30,2	31,8
2017	16,2	29,4	33,0
2016	20,2	24,6	28,0
2015	7,4	14,0	15,8
2014	11,6	18,0	22,2
2013	9,4	12,2	14,6
2012	10,6	14,4	16,2
2011	14,6	20,2	22,0
2010	8,0	9,6	10,6
2009	11,8	20,6	21,2
2008		18,2	
2007	10,8	13,2	15,6
2006	25.8	35,6	41,2
2005	11,6	16,4	21,3
2004	12,4	23,6	33,4
2003	14,6	18,8	23,6
2002	13,2	17,6	21,6
2001	5,0	8,8	10,6
2000	12,0	16,6	21,0
1999	12,4	18,8	21,0
1998			
1997	9,2	17,8	25,0
1996	9,4	11,6	14,2
1995	10,6	12,6	14,6
1994	9,4	16,4	23,8
1993	7,8	15,4	18,6
1992	8,0	12,8	14,0
1991	15,0	19,8	22,0
1990	10,4	15,0	20,2

I massimi annuali sulle durate di 15, 30 e 45 minuti sono stati elaborati secondo il modello probabilistico di *Gumbel*, la cui funzione di probabilità cumulata è fornita dall'equazione:

$$F(X)_x = e^{-e^{-\alpha(x-u)}} \qquad (2)$$

dove *x* rappresenta il quantile, mentre α ed *u* sono i parametri della distribuzione.

Per stimare tali parametri può essere usato il metodo dei momenti attraverso il quale si esprimono gli *n* parametri di una distribuzione in funzione dei momenti dei primi *n* ordini, così per i due parametri incogniti α ed *u* della *Gumbel* è sufficiente la ricerca dei primi due momenti del campione: momento statico (media) e momento d'inerzia (varianza). Le espressioni finali che legano i parametri incogniti ai momenti campionari sono le seguenti:

$$u = \mu(x) - 0{,}45 \cdot \sigma(x) \qquad (3)$$

$$\alpha = 1{,}283 / \sigma(x) \qquad (4)$$

dove μ e σ rappresentano media e deviazione standard modificata del campione.

I parametri statistici della distribuzione di Gumbel determinati sono:

ANALISI STATISTICA - MODELLO DI GUMBEL			
	15 min	**30 min**	**45 min**
MEDIA	13,5	20,3	23,2
DEVIAZ. STANDARD s	4,88	7,74	8,78
α	3,80	6,04	6,84
u	11,26	16,77	19,30

Ricordando che il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo medio intercorrente tra 2 eventi uguali o superiori all'evento assegnato, ed è definito dalla relazione *Tr = 1/(1-F(X)x)*, dove *F(X)x* assume il significato di probabilità di non superamento, si può ricavare dalla *(2)* il quantile *x* (ovvero l'altezza di pioggia) di tempo di ritorno assegnato.

Il tempo di ritorno considerato è pari a 25 anni, tempo di ritorno minimo per il dimensionamento delle reti delle acque bianche, come indicato nelle "Linee guida per la progettazione di reti fognarie" redatte da Hera.

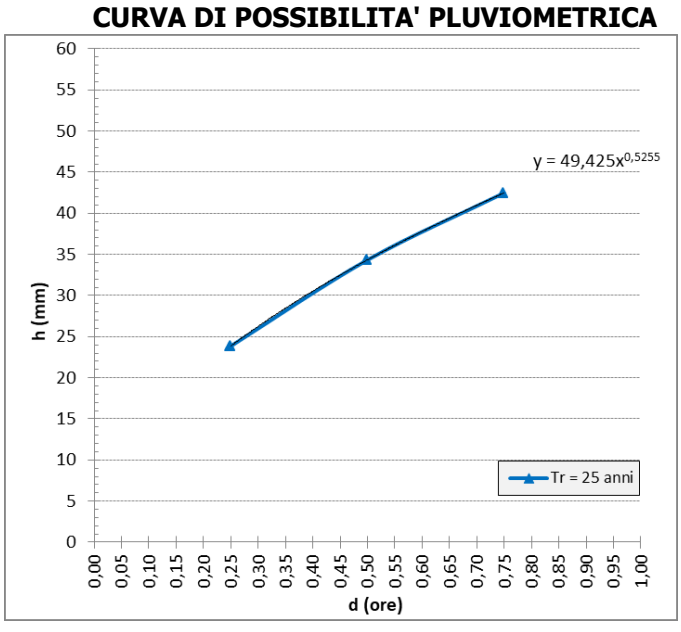
Con questa procedura per ogni durata *d* precedentemente fissata sono state ricavate le altezze massime di precipitazione *h* (in mm) relative al tempo di ritorno *Tr* = 25 anni,; successivamente, tramite regressione sul piano logaritmico *h-d*, si sono stimati i parametri *a* e *n* della rispettiva curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, i cui valori sono riportati nella tabella sottostante.

***Tr* [anni]**	***a* [mm/ore^n]**	***n***
25	49,425	0,525

Tabella 1. Valori dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica costruita per il bacino in esame nello scenario avente tempo di ritorno *Tr* = 25 anni.

Di seguito si riportano l'espressione analitica e il grafico della curva di possibilità pluviometrica determinata per il tempo di ritorno fissato:

$$h(d, Tr) = 49{,}425\, d^{0{,}525}$$

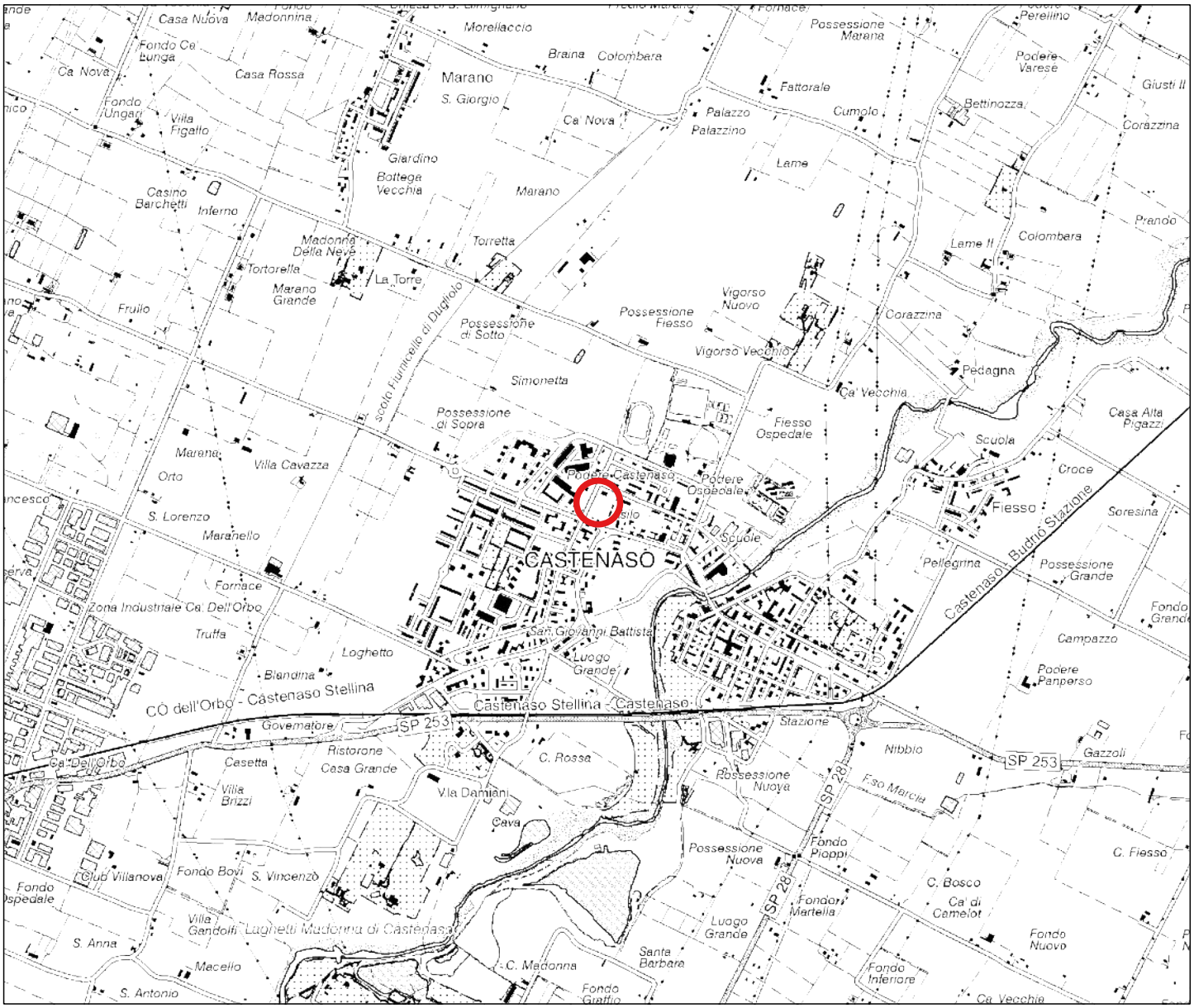


Bologna, 16/06/2023

dott. Luca Tondi

Tavola 1

Stralcio C.T.R. n° 221 NO e 221 SO
Scala1:25.000



Legenda

Area in oggetto

Tavola 2

Stralcio C.T.R. n° 221062
Scala 1:5.000



Legenda

Area in oggetto