

OGGETTO

ATTRIBUZIONE DI UNA NUOVA DESTINAZIONE URBANISTICA AL LOTTO DI TERRENO SITO A SCICLI (RG), TRA VIA TAGLIAMENTO, VIA ROSSINI E VIA BADIULA, CATASTALMENTE INDIVIDUATO AL CATASTO TERRENI DEL COMUNE DI SCICLI DALLE PARTICELLE 6227 E 6882 DEL FOGLIO DI MAPPA N. 145.

DITTA

MULINO IMMOBILIARE S.r.l.

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
E DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

ai sensi del decreto 117/GAB del 07/07/2021

Il Geologo
Dott. Massimo Petralia

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Andrea Pisani

Visto: il Commissario ad Acta
Arch. Roberto Brocato

DATA REV.
Nov.2023 0

SOMMARIO

1	PREMESSA	- 2 -
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	- 4 -
3	DESCRIZIONE DEL SITO OGGETTO DI STUDIO	- 4 -
4	BACINO IDROGRAFICO SUPERFICIALE	- 4 -
5	ANALISI CARTOGRAFIA PIANI DI BACINO	- 5 -
6	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE	- 7 -
7	CARATTERISTICHE METEO-CLIMATICHE.....	- 7 -
7.1	DATI TERMOMETRICI.....	- 8 -
7.2	PLUVIOMETRIA.....	- 8 -
8	INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA DELL'AREA	- 8 -
8.1	PORTATE MASSIME SCARICABILI	- 10 -
8.2	METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO ADOTTATI	- 11 -
8.3	PARAMETRI IDROLOGICI	- 11 -
8.4	CALCOLO DEI VOLUMI DI ACQUA CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	- 14 -
8.5	CALCOLO DEI VOLUMI DI ACQUA MEDIANTE I REQUISITI MINIMI (ALL. A, PUNTO A.1 DEL D.D.G. N. 102 DEL 23.06.2021).....	- 17 -
8.6	VOLUME MINIMO DEL SISTEMA DI RACCOLTA.....	- 17 -
8.7	SOLUZIONE PROGETTUALE	- 17 -
8.7.1	DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO	- 18 -
8.7.2	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE	- 18 -
9	CONCLUSIONI.....	- 19 -

1 PREMESSA

Su incarico della Società Mulino Immobiliare S.r.l., il sottoscritto geol. Massimo Petralia, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2600 sez. A, ha eseguito uno studio di compatibilità idraulica e di invarianza idraulica e idrologica, inerente il progetto di "Attribuzione di nuova destinazione urbanistica al lotto di terreno sito a Scicli (RG), tra via Tagliamento, via Rossini e via Badiula, catastralmente individuato al Catasto Terreni del Comune di Scicli dalle particelle 6227 e 6882 del Foglio di mappa n. 145".

Tale studio è stato eseguito in sensi dei:

- D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 dell'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Urbanistica – Dipartimento regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.
- D.A. n. 117 - 07 luglio 2021, Assessorato T.A. Regione Sicilia - Linee guida per gli studi di compatibilità idraulica.

L'area è ubicata all'interno del centro urbano del comune di Scicli, in particolare tra le vie Tagliamento, Rossini e Tripoli. Allo stato attuale è un terreno libero, in un contesto ampiamente edificato, come visibile dalle sottostanti figure 1 e 2, destinata a "Verde Pubblico", dal vigente PRG.

La proposta di variante, riportata in figura 3, riguarda la suddivisione del lotto, con superficie complessiva di 892 m² in due aree con destinazione d'uso diversa. L'area a nord, pari a 492 m², manterrebbe l'attuale destinazione d'uso attuale a Verde Pubblico, mentre l'area a sud, di 400 m² sarebbe individuata edificabile con destinazione urbanistica "B".

L'accesso al lotto avverrà attraverso la realizzazione di una rampa, direttamente collegata all'angolo tra via Rossini e via Tagliamento, mentre l'accesso agli eventuali volumi fuori terra, avverrà tramite l'area pedonale di proprietà del Comune di Scicli prospiciente via Badiula.

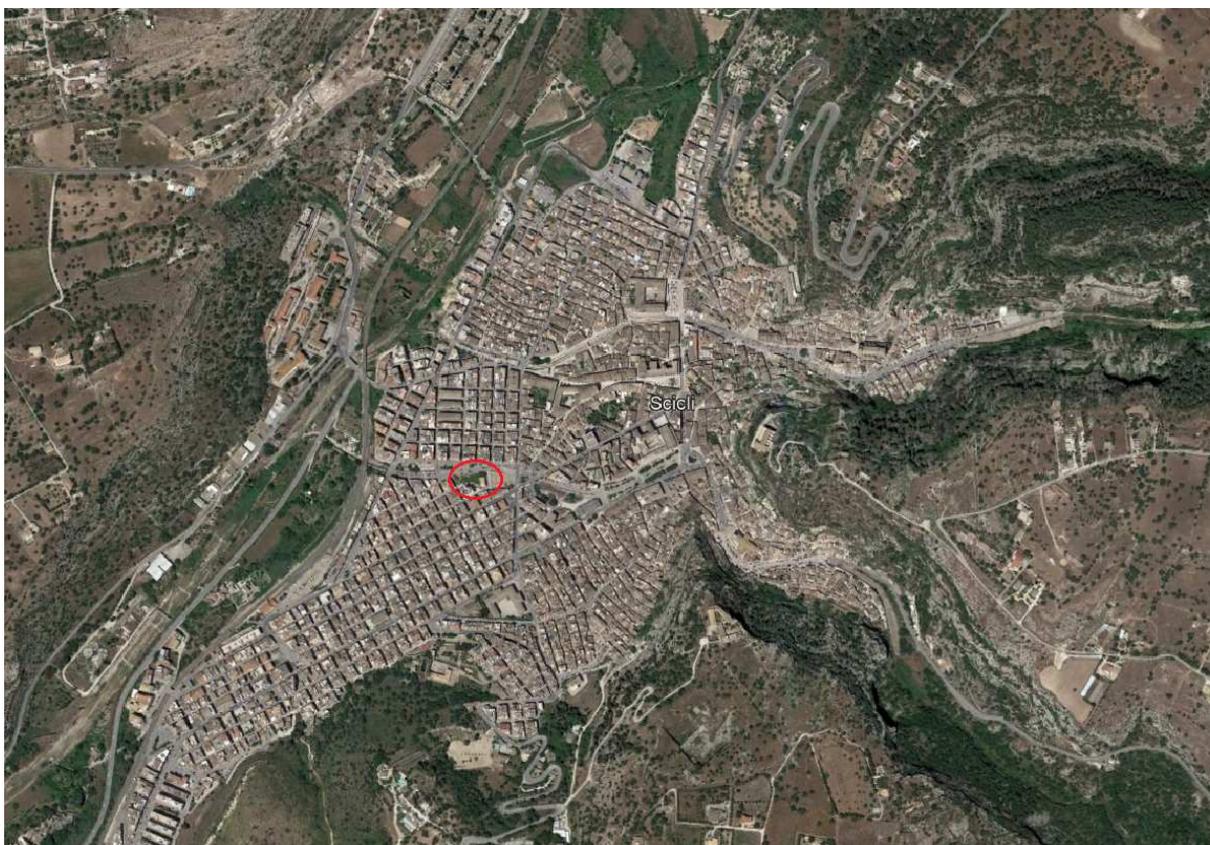


Figura 1: Foto satellitare con ubicazione dell'area in oggetto (cerchio in rosso).



Figura 2: Foto satellitare con ubicazione dell'area in oggetto (cerchio in rosso).



Figura 3: Proposta di suddivisione del lotto.

In merito a quanto sopra descritto, il presente studio ha analizzato sia gli aspetti idraulici e idrologici delle aree scolanti interessate dalla variante con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, come richiesto dal D.D.G. 102/2021, sia l'eventuale impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio è stato eseguito in ottemperanza alle seguenti normative di riferimento:

Norme contenute nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – Regione Sicilia (2000). Pianificazione dei bacini della Regione Sicilia. È lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152 e ss.mm.ii.
Norme in materia ambientale.

Nota Prot. n. 6834 - 11 ottobre 2019, Autorità di Bacino Distretto Idrografico della Sicilia.
Indirizzi applicativi invarianza idraulica e idrologica.

D.D.G. n. 102/GAB - 23 giugno 2021, Assessorato T.A. Regione Sicilia.
Aggiornamento criteri e metodi di applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica.

D.A. n. 117 - 07 luglio 2021, Assessorato T.A. Regione Sicilia.
Linee guida per gli studi di compatibilità idraulica.

3 DESCRIZIONE DEL SITO OGGETTO DI STUDIO

L'area è ubicata all'interno del centro urbano del comune di Scicli, in particolare tra le vie Tagliamento, Rossini e Tripoli, ed è riportata nella Carta Tecnica Regionale sezione n. 651010, nonché individuata dalle seguenti coordinate geografiche del punto baricentrico:

Latitudine (WGS84):	36.7919235	[°]
Longitudine (WGS84):	14.7029972	[°]
Latitudine (ED50):	36.7929993	[°]
Longitudine (ED50):	14.7038116	[°]

4 BACINO IDROGRAFICO SUPERFICIALE

Il sito ricade nella parte a sud del bacino idrografico del torrente di Scicli - Fiumara di Modica, più precisamente nel versante idraulico sinistro del torrente San Bartolomeo, affluente sinistro del torrente di Modica.

Il tratto del torrente San Bartolomeo, limitrofo all'area in oggetto, si presenta regimentato e tombato, con l'alveo posto ad una profondità di 2,00 metri dal piano campagna del terreno in oggetto, protetto da opere di difesa tali da escludere processi di erosione e esondazione.

Nella figura 4 si riporta l'area in oggetto e l'andamento planimetrico dell'alveo tombato.



Figura 4: ubicazione dell'area in oggetto (area con contorno in rosso) e tratto di alveo scoperto (linea continua in azzurro) e tombato (linea tratteggiata in azzurro).

5 Analisi cartografia Piani di Bacino

L'art. 130 della L.R. n. 6 del 3 maggio 2001 è lo strumento normativo di cui si è dotata la Regione Sicilia, per la redazione e approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La sua finalità sostanziale è di pervenire ad un assetto idrogeologico del territorio che minimizzi, per ogni area, il livello di rischio connesso ad identificati eventi naturali estremi, incidendo, direttamente o indirettamente, su variabili quali Pericolosità, Vulnerabilità e Valore Esposto.

A tale scopo il territorio siciliano è stato suddiviso in 102 bacini idrografici principali e aree comprese tra una foce e l'altra, raggruppandoli dal punto di vista geografico, nei tre versanti siciliani, settentrionale, sudorientale e orientale.

L'area di studio ricade all'interno dei Bacini idrografici del fiume Irminio e del torrente di Modica ed area intermedia (082-083).

Le cartografie elaborate sono inerenti i dissesti, la pericolosità ed il rischio geomorfologico, la pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione ed il rischio idraulico.

Stralcio P.A.I. rischio geomorfologico

Per quanto riguarda la cartografia inerente la pericolosità e il rischio geomorfologico, il sito è riportato all'interno della "Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n. 20", il cui stralcio è di seguito riportato e dal quale si nota l'assenza di pericolosità o rischio geomorfologico nell'area oggetto di studio.

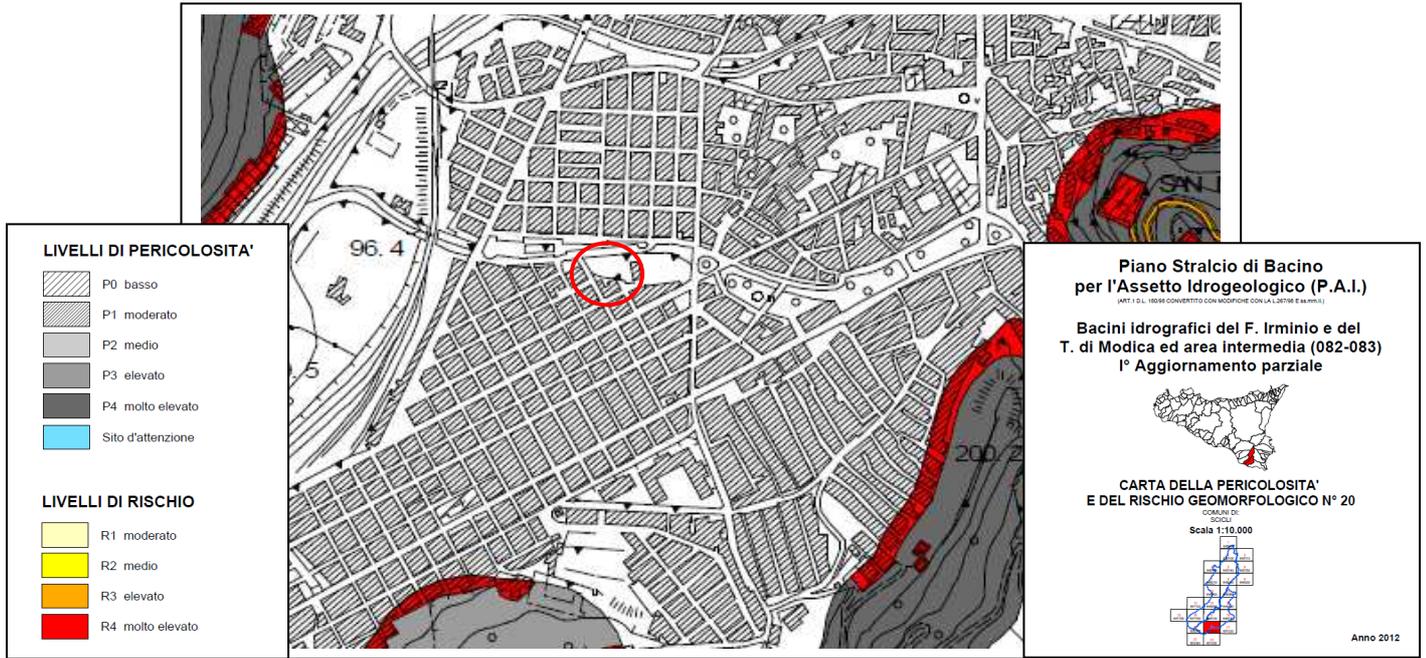


Figura 5: Stralcio della carta della pericolosità e del rischio geomorfologico n. 20, inerente i bacini idrografici del fiume Irminio e di torrente di Modica e area intermedia (082-083), con ubicazione del sito in oggetto (cerchio in rosso).

Stralcio P.A.I. rischio idraulico

Per quanto riguarda la cartografia inerente la pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, il sito è riportato all'interno della "Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n. 20", il cui stralcio è di seguito riportato e dal quale si nota l'assenza di pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione nell'area oggetto di studio.

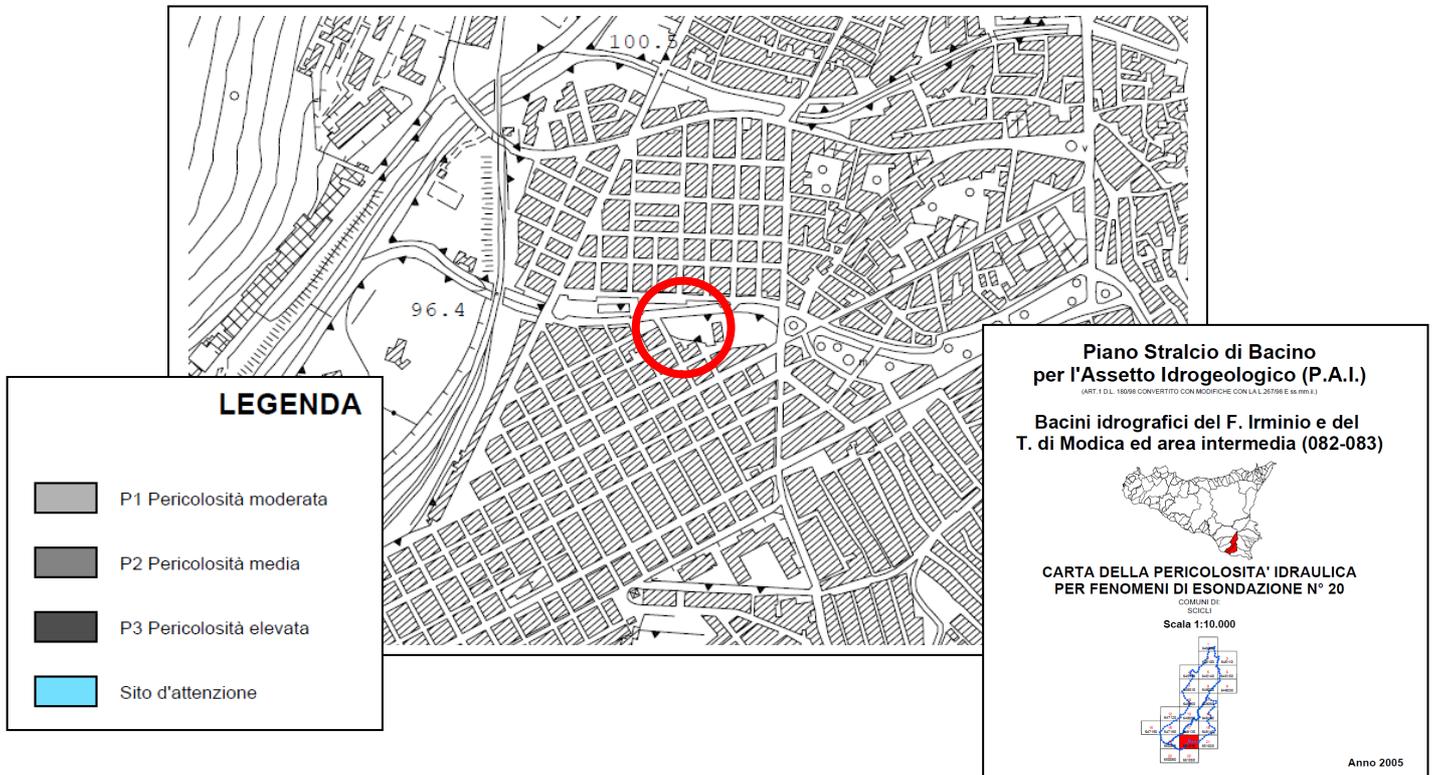


Figura 6: Stralcio della carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n. 20, inerente i bacini idrografici del fiume Irminio e di torrente di Modica e area intermedia (082-083), con ubicazione del sito in oggetto (cerchio in rosso).

Sotto il profilo del rischio geomorfologico e di pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, l'area in oggetto non ricade all'interno di nessun'area censita a rischio e/o pericolosità, così come visibile dai suddetti stralci PAI.

6 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

L'area in oggetto rientra all'interno della depressione strutturale di Scicli, all'interno della quale affiorano le marne della formazione Tellaro, incise dall'alveo del torrente Modica-Scicli. Tali marne sono ricoperte, nelle zone più depresse, dai depositi alluvionali del torrente Modica-Scicli, a loro volta ricoperte, o intercalate, da detriti di falda.

La suddetta depressione strutturale è delimitata da due sistemi di faglie NNE-SSW, parallele e antitetiche, che delimitano tale parte depressa, dalle restanti parti a est e a ovest, con quote più elevate e interessate da affioramenti dell'alternanza calcarenitica – calcareo marnosa, appartenenti alla formazione Ragusa.

I detriti di falda e le alluvioni ricoprono indifferentemente le marne e l'alternanza calcarenitico-calcareo marnosa.

Dal punto di vista stratigrafico, dall'alto verso il basso, sono presenti i seguenti depositi e litologie di substrato:

- Detriti e colluvioni;
- Alluvioni costituite da elementi calcarei immersi in una matrice sabbiosa-limoso;
- Calcareniti e biocalcareniti giallastre del pleistocene
- Calcari marnosi (Trubi)
- Marne grigie argillose della formazione Tellaro
- Alternanza di strati calcarenitici e calcareo marnosi, appartenenti al membro Irminio della Formazione Tellaro

L'area di studio presenta una topografia orizzontale, ed è ubicata ad una quota più bassa di 2,50 metri, rispetto alla via Tagliamento e più bassa di circa 3,20 metri, rispetto alla via Badiula.

E' ubicata sul versante sinistro del torrente San Bartolomeo, ad una quota più alta di 2,00 metri rispetto al letto del torrente, il quale si presenta regimato con opere di difesa, che ne escludono processi di erosione e esondazione.

7 Caratteristiche meteo-climatiche

Per una caratterizzazione generale del clima nel settore sud-orientale della Sicilia nel quale ricade il territorio in esame, sono state considerate le informazioni ricavate dagli Annali Idrologici a cura del Servizio Idrografico.

Le caratteristiche climatologiche dell'area in esame sono quelle tipiche dell'area mediterranea, caratterizzate dall'alternarsi di un semestre invernale (ottobre - marzo) mite e relativamente piovoso e di un semestre estivo (aprile - settembre) caldo e più o meno asciutto.

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee e, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione, che è modesta sia nei mesi freddi e nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcareo-calcareo marnosa, sia nei mesi caldi, a causa della permeabilità di tali litotipi (per fessurazione e/o per porosità nella coltre d'alterazione) che favorisce una buona infiltrazione delle acque ruscellanti.

Si evince, dunque, che la ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene sostanzialmente nel periodo piovoso e che, pur non mancando saltuari eventi piovosi negli altri mesi dell'anno, durante l'estate, caratterizzata generalmente da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno per la mancanza di risalita di acqua per capillarità.

7.1 Dati termometrici

I dati termometrici considerati, fanno riferimento alla Stazione termometrica "Modica" (370 m s.l.m.) e si riferiscono al periodo che va dal 1989 al 2015, (nel periodo antecedente a questo non esistevano stazioni termometriche per il bacino in esame).

Nella tabella seguente si riportano le temperature medie mensili, in °C, relative al periodo di osservazione, mentre i dati relativi a ciascun anno di osservazione sono tabellati in Appendice. L'analisi dei dati mostra che nei mesi più caldi si raggiungono temperature massime di circa 28° C; invece, nel mese più freddo la temperatura minima è pari a circa 11° C.

TEMPERATURE MEDIE MENSILI per il periodo 1989-2015 (°C)											
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
11,00	15,82	13,28	16,17	20,75	25,37	28,07	28,32	24,58	20,71	16,07	12,31
TEMPERATURA MEDIA ANNUA = 19,37°C											

7.2 Pluviometria

L'analisi delle condizioni pluviometriche medie mensili e annuali, fa riferimento ai dati registrati nella stazione pluviometrica di Modica (370 m s.l.m.) nel periodo di osservazione dal 1983 al 2015 (vedasi tabella seguente). Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione totale media annua, nel periodo di osservazione è di 667,35 mm.

In generale, nell'arco di ogni singolo anno i giorni più piovosi ricadono nel semestre autunno-inverno e, in particolare, nell'intervallo temporale Ottobre - Febbraio, mentre le precipitazioni diventano decisamente di scarsa entità nel periodo compreso tra Maggio ed Agosto.

PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI per il periodo 1983 - 2015 (mm)											
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
104,80	77,87	56,45	41,75	24,35	10,22	10,84	17,05	63,26	65,23	83,92	111,61
PRECIPITAZIONI TOTALE MEDIA ANNUA = 667,35 mm											

8 INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA DELL'AREA

Il D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 dell'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Urbanistica – Dipartimento regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia,

costituisce il riferimento tecnico e normativo per l'applicazione del "principio di invarianza idrologica e idraulica" nell'ambito dei piani particolareggiati attuativi del Piano Urbanistico Generale (PUG) nonché dei regolamenti edilizi dei Comuni siciliani.

Tale norma intende razionalizzare il deflusso delle acque meteoriche verso le reti di drenaggio artificiali o naturali, e ridurre di conseguenza il rischio idraulico nel territorio.

I suddetti principi di invarianza idraulica e/o idrogeologica, le cui definizioni sono di seguito riportate, riguardano tutte le situazioni in cui le trasformazioni del territorio comportano delle modifiche alle condizioni naturali del regime idrologico inducendo un aumento delle portate recapitate ai corpi idrici superficiali naturali o artificiali.

- **Invarianza idraulica:** principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Tecnicamente l'invarianza idraulica si ottiene, prevalentemente, con la laminazione (accumulo temporaneo) delle portate/volumi di piena.
- **Invarianza idrologica:** principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Tecnicamente l'invarianza idrologica si ottiene, prevalentemente, mediante sistemi di infiltrazione nel terreno.

L'invarianza idraulica ed idrologica, rappresentano dunque gli obiettivi da raggiungere per mantenere invariato il bilancio idraulico e idrologico di un territorio in trasformazione, a causa della perdita di permeabilità, e per scongiurare il rischio di inondazione a valle e/o nei dintorni delle aree trasformate.

La perdita di suolo permeabile concorre, in modo determinante, all'incremento del coefficiente di deflusso delle acque di pioggia ed al conseguente aumento del deflusso per ettaro di superficie, detto coefficiente udometrico, delle aree trasformate.

Per contrastare tale fenomeno, ogni trasformazione urbanistica o edilizia che provochi una variazione di permeabilità superficiale, dovrà prevedere specifici interventi di mitigazione e compensazione volti a mantenere costante il coefficiente udometrico, secondo il "principio dell'invarianza idraulica e idrologica", utilizzando misure sostenibili e naturali di ritenzione e infiltrazione delle acque pluviali.

Di seguito le definizioni dei suddetti coefficienti:

- **Coefficiente di deflusso (ϕ):** è il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo, e il volume meteorico totale precipitato nell'intervallo stesso. Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità e, quindi, di utilizzo, delle diverse superfici presenti in ogni singola area interessata da una trasformazione urbanistica o all'interno di un intero bacino imbrifero drenante. Un alto coefficiente di deflusso, quindi, indica un'elevata impermeabilizzazione potenziale del territorio poiché rappresenta quella aliquota di precipitazione che, in occasione di un evento di pioggia, scorre in superficie senza infiltrarsi nel suolo.
- **Coefficiente udometrico:** contributo unitario al deflusso superficiale causato dalle piogge (al netto delle perdite per infiltrazione, evaporazione, detenzione e intercettazione da parte della vegetazione) espresso in litri al secondo per ettaro di superficie. La presente norma assume, in sede di prima applicazione, un coefficiente udometrico preesistente alle aree di nuova urbanizzazione pari a 20 l/s*ha (valore dimezzato per lo scarico in aree a pericolosità P3 e P4 del

P.A.I.), che individua il valore limite da non superare allo scarico nel ricettore finale (corpo idrico superficiale). L'obiettivo dell'invarianza idraulica e idrologica è, dunque, quello di garantire che il valore del coefficiente udometrico, nella situazione post operam, rimanga immutato rispetto alla situazione ante operam.

Sarà dunque necessario progettare le opere idrauliche tali da mantenere inalterato il "coefficiente udometrico" dell'area come era in condizioni "ante operam" utilizzando dei metodi semplificati.

Coefficiente di deflusso medio ponderale

Come primo passo è quindi necessario determinare il coefficiente di deflusso ovvero la frazione di precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale.

Si calcola quindi la media ponderale del coefficiente di deflusso, in base ai valori di tale coefficiente ϕ , così come riportato nella relativa tabella al punto A.4 del precedente decreto:

- *Superfici Impermeabili* 1,0
- *Pavimentazioni Drenanti o Semipermeabili* 0,7
- *Aree permeabili* 0,3
- *Incolto e Uso Agricolo* 0,0

Nel caso in esame si ha che nella condizione iniziale (ante-operam), l'area in oggetto, con estensione pari a 892 m², è interamente permeabile in quanto costituita da terreno incolto non impermeabilizzato e sottosuolo alluvionale permeabile, con un valore del coefficiente di deflusso pari a 0,00.

Considerando che la proposta progettuale, riguarda la suddivisione ideale del lotto in due aree con destinazione d'uso diversa, determinando un'area, pari a 492 m², con la destinazione d'uso Fv, Verde Pubblico e la restante parte, di 400 m² sarebbe individuata con destinazione urbanistica "B", si ha che le condizioni post-operam, porteranno alla creazione delle seguenti due aree:

Area permeabile = 492 m² con coefficiente di deflusso pari a 0,0 (verde pubblico)

Area impermeabile = 400 m² con coefficiente di deflusso pari a 1,0 (area a destinazione urbanistica B)

Coefficiente di deflusso medio ponderale

$$\phi_m = (492 * 0,0) + (400 * 1,00) / (492 + 400) = 400 / 892 = 0,45 \text{ (45\%)}$$

8.1 Portate massime scaricabili

Per quanto riguarda le portate massime Q_{lim} scaricabili nel corpo recettore, in ottemperanza all'allegato 2 punto A.4 del D.D.G. 102/2021, è stato adottato il valore di 20,00 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento di urbanizzazione.

Tenendo conto della superficie impermeabilizzata post-operam, la portata massima scaricabile è pari a:

$$Q_{lim} = (20 \text{ l/s} * \text{ha} \times 0,04 \text{ ha}) / 1000 = 0,0008 \text{ m}^3/\text{s}$$

8.2 Metodologie di dimensionamento adottati

Per ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica, in merito ai volumi minimi dei sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione, sono state adottate le metodologie riportate nell'allegato 2 al D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 dell'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Urbanistica – Dipartimento regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, eseguendo un calcolo delle sole piogge e un calcolo dei volumi basati sui requisiti minimi come riportato all'allegato 2 punto A.1, scegliendo tra i due il risultato più gravoso in termini di volumi di pioggia.

8.3 PARAMETRI IDROLOGICI

Per dimensionare le opere di invarianza idraulica mediante il metodo delle sole piogge, devono essere definite le precipitazioni di progetto, applicando il metodo delle linee segnalatrici di pioggia a due parametri a ed n , determinati per un dato tempo di ritorno.

Tali parametri a ed n , sono stati determinati prendendo in considerazione i dati di precipitazione di massima intensità di durata inferiore a 24 h (tabella sottostante) registrati alla stazione pluviografica di Modica, inerente il bacino di Scicli, riguardanti un periodo di osservazione dal 1929 al 2015.

DATI DI PRECIPITAZIONE DI MASSIMA INTENSITA' STAZIONE DI MODICA - BACINO DI SCICLI

• Durata della pioggia critica (ore)

Anno	1 Ora	3 Ore	6 Ore	12 Ore	24 Ore
1929	29.00	29.80	30.60	40.20	57.80
1930	19.00	30.30	39.40	44.40	51.00
1931	21.60	44.00	66.00	113.00	151.40
1932	24.80	28.00	51.00	66.80	76.40
1933	25.00	40.00	55.00	68.40	75.00
1934	26.80	26.80	39.40	53.80	62.40
1935	36.40	37.40	42.00	64.60	110.00
1943	24.20	44.00	44.40	48.80	65.80
1953	32.60	65.00	67.60	69.80	98.40
1954	46.60	49.00	49.40	49.60	52.60
1955	19.40	23.80	42.80	49.40	51.80
1956	22.40	29.40	42.40	48.00	54.80
1957	37.80	43.60	63.80	77.80	103.80
1958	22.20	44.00	57.80	73.00	89.00
1959	17.60	32.80	46.40	74.20	76.40
1960	27.60	29.60	32.40	55.40	65.80
1961	23.60	38.40	43.40	47.00	50.80
1962	17.20	20.60	28.20	34.60	40.00
1963	44.00	47.80	48.00	49.40	49.80
1964	21.00	26.60	33.20	48.00	64.00
1965	16.20	35.20	51.20	81.60	122.80
1967	12.60	18.00	21.20	25.00	36.00
1968	6.80	16.00	22.00	31.80	54.20
1969	22.00	34.60	51.80	68.80	83.60
1970	14.80	24.40	27.00	39.80	52.60
1971	37.20	58.80	70.00	70.00	70.00
1972	52.00	82.80	92.80	93.00	93.00
1974	12.40	13.60	25.00	34.40	40.80

1975	31.00	41.60	42.00	43.60	60.80
1976	28.40	42.80	42.80	42.40	67.20
1977	13.60	24.60	27.80	36.60	44.80
1978	24.00	36.60	42.60	48.60	48.60
1979	15.20	30.60	46.80	51.00	56.40
1983	12.40	24.80	27.60	27.80	27.80
1984	43.60	52.20	52.20	52.20	52.20
1985	30.60	38.00	43.60	90.20	113.60
1988	16.40	21.40	32.20	34.80	37.00
1989	27.80	27.80	27.80	43.80	56.40
1990	41.40	48.80	48.80	52.00	52.00
1991	46.80	46.80	46.80	63.40	76.60
1992	26.80	36.00	54.00	69.20	101.40
1993	28.40	50.00	70.60	65.00	91.00
1994	22.40	33.00	47.00	47.00	49.80
1995	16.60	29.00	34.60	35.00	53.00
1996	29.20	42.00	55.00	104.00	149.60
1997	46.00	65.20	67.00	67.40	67.60
1998	34.40	42.40	56.20	69.40	86.40
1999	34.40	38.80	56.00	89.20	105.00
2000	48.40	50.20	50.40	51.80	70.20
2001	34.60	35.00	35.00	37.00	39.40
2002	27.00	51.40	57.80	58.00	58.60

Tutti i dati raccolti sono stati elaborati secondo la metodologia statistica di Gumbel, con la quale è stata ricavata la retta di distribuzione probabilistica tramite la seguente equazione:

$$x(t) = x_m (\mu + \alpha y)$$

dove:

$$x_m = \sum x_i / N$$

$$\mu = 1 - 0,45 \sigma$$

$$\sigma = \sqrt{[\sum (x_i / x_m)^2 / (N-1)]}$$

$$\alpha = 0,7797 \sigma$$

$$y = - \ln [- \ln \Phi(y)]$$

$$\Phi(y) = (Tr - 1) / Tr$$

x_m = valore medio

σ = scarto quadratico medio

μ e α = parametri di Gumbel

$\Phi(y)$ e y = fattori

Tr = tempo di ritorno

Ponendo i valori delle precipitazioni di massima intensità, riportati nella precedente tabella su un diagramma in scala bilogaritmica ($\log h - \log t$) è stato possibile determinare la *curva di probabilità pluviometrica*, per ciascun tempo di ritorno prefissato.

L'equazione che rappresenta la suddetta curva è un'espressione esponenziale del tipo:

$$h_{Tr} = a t^n$$

dove:

h_{Tr} = altezza di pioggia critica in mm di durata t , riferita a un prefissato Tr

t = durata della pioggia critica in ore

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei suddetti parametri “a” ed “n” delle curve di probabilità pluviometrica, per i diversi tempi di ritorno, pubblicati dall’*Osservatorio delle acque del dipartimento dell’acqua e rifiuti, assessorato regionale dell’Energia e dei servizi di pubblica utilità*:

REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA
DIPARTIMENTO REGIONALE DELLA PROTEZIONE CIVILE



SERVIZIO RISCHI
IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI

PARAMETRI a ED n DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA, PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO, DELLE STAZIONI PLUVIOMETRICHE DEL TERRITORIO REGIONALE (DATI: ANNALI IDROLOGICI 1924-2002 - ELABORAZ. DRPC/SERVIZIO RIA)																								
BACINO DEL FIUME SCICLI																								
STAZIONE	X	Y	QUOTA	N.ro A.F.	TR= 2		TR= 3		TR= 5		TR= 10		TR= 20		TR= 30		TR= 40		TR= 50		TR= 100		TR= 200	
					a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
MODICA	2498773	4079230	370	51	25,6	0,30	29,7	0,30	34,4	0,30	40,3	0,29	45,9	0,29	49,1	0,29	51,4	0,29	53,1	0,29	58,6	0,29	64,0	0,29

Si riportano di seguito i suddetti valori per una più agevole lettura:

PARAMETRI a ed n DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA, PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO, DELLE STAZIONI PLUVIOMETRICHE DEL TERRITORIO REGIONALE (DATI: ANNALI IDROLOGICI 1924-2002 – ELABORAZIONE DRPC/SERVIZIO RIA)																			
BACINO DEL FIUME SCICLI – STAZIONE DI MODICA																			
Tr = 2		Tr = 3		Tr = 5		Tr = 10		Tr = 20		Tr = 30		Tr = 40		Tr = 50		Tr = 100		Tr = 200	
a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
25,6	0,3	29,7	0,30	34,4	0,30	40,3	0,29	45,9	0,29	49,1	0,29	51,4	0,29	53,1	0,29	58,6	0,29	64,0	0,29

Sostituendo i valori di “a” ed “n”, relativi ad un fissato tempo di ritorno, alla precedente formula $h_{Tr} = a t^n$, si ottiene, per ogni durata di pioggia t, il relativo valore massimo di precipitazione.

A seguire si riportano le curve di probabilità pluviometrica.

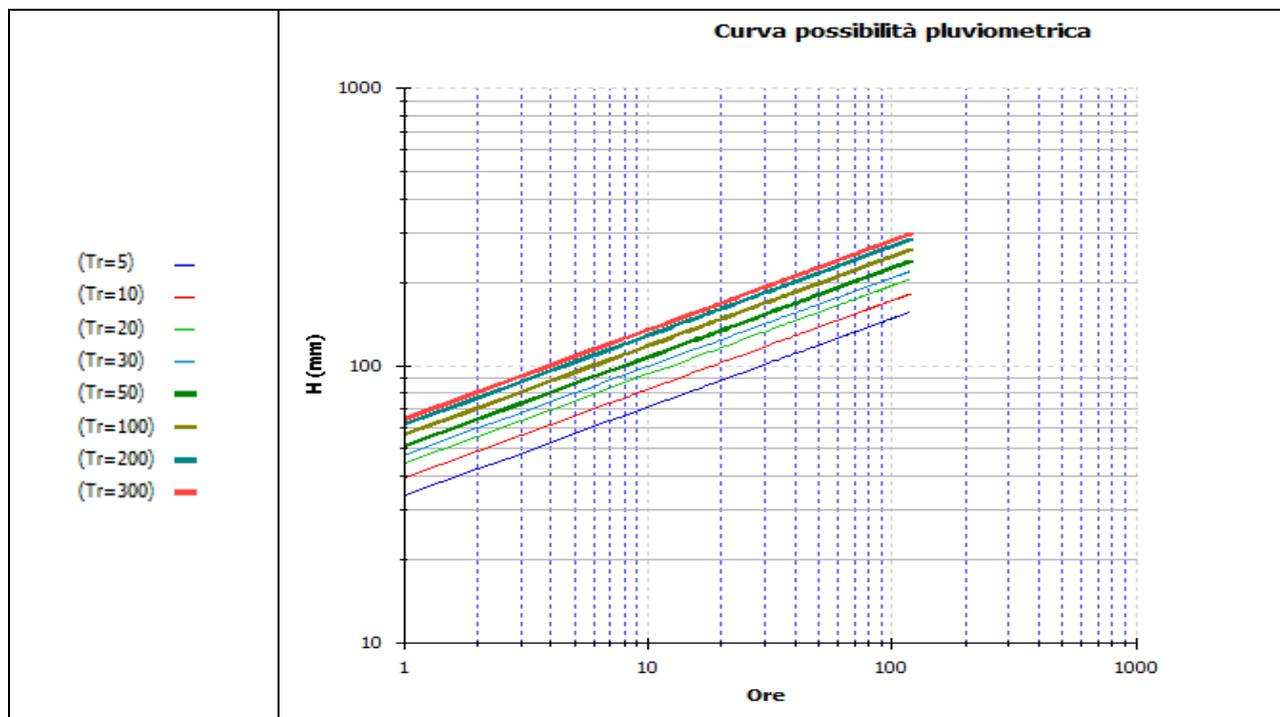


Figura 7: Curve di probabilità pluviometrica della stazione di Modica - bacino di Scicli.

8.4 Calcolo dei volumi di acqua con il metodo delle sole piogge

Nel caso di impermeabilizzazione potenziale media in ambiti territoriali a criticità alta o media si può adottare il metodo delle sole piogge, il quale si basa sull'assunzione che l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso.

Con tale assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

In tale metodo delle sole piogge, la portata costante entrante viene calcolata come segue:

$$Q_e = S * \varphi * a * D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S * \varphi * a * D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a1wT$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

L'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili. Tale portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S * \varphi * u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S * \varphi * u_{lim} * D$$

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, (punto A4 allegato 2 D.D.G. n. 102 del 23.06.2021).

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico

di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S * \varphi * a * D^n - S * \varphi * u_{lim} * D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra le due curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.

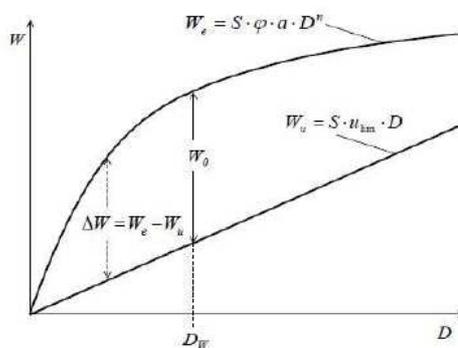


Figura 4 – Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_o di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto alla durata D la differenza $\Delta W = W_e - W_u$, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume di laminazione W_o :

$$D_w = (Q_{ulim} / S * \varphi * a * n)^{1/n-1}$$

$$W_o = S * \varphi * a * D_w^n - Q_{umax} * D_w$$

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica:

W_o in m^3

S in ha

a in mm/ora

Q_{umax} in l/s

D_w in ore

le equazioni diventano:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_o = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,60 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

Introducendo in esse la portata specifica di scarico $u_{lim} = Q_{u,lim}/S$ (in l/s per ettaro) e il volume specifico di invaso $w_o = W_o/S$ (in m^3/ha) si ha:

$$D_w = (Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n))^{1/n-1}$$

e alla luce dei seguenti dati:

Coefficiente udometrico $u_{um} = 20$ l/s

Coefficiente di afflusso medio $\varphi_m = 0,45$

Estensione dell'area $S = 0,04$ ha

Parametro lineare segnalatrice di pioggia "a" per un tempo di ritorno di 30 anni = 49,1 mm

Coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia "n" per un tempo di ritorno di 30 anni

Si ottiene

$$Q_{u,lim \max} = u_{um} \cdot \varphi_m \cdot S / 1.000 = 0,000803 \text{ m}^3/\text{s} \text{ pari a } 0,803 \text{ l/s}$$

La durata critica di invaso, secondo la:

$$D_w = (Q_{u,lim} / (2,78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n))^{1/n-1}$$

È pari a:

$$D_w = (0,803 / (2,78 \cdot 0,0892 \cdot 0,45 \cdot 0,29))^{1/(0,29-1)} = 2,61 \text{ ore}$$

Di conseguenza, sulla base della seguente formula

$$W_o = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3,60 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

Il volume di laminazione è pari a:

$$W_o = 10 \cdot 0,0892 \cdot 0,45 \cdot 49,1 \cdot 2,61^{0,29} - 3,60 \cdot 0,8028 \cdot 2,61 = 18,48 \text{ mc}$$

8.5 Calcolo dei volumi di acqua mediante i requisiti minimi (all. A, punto A.1 del D.D.G. n. 102 del 23.06.2021)

Il punto A.1 dell'allegato A al D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 dell'Assessorato Territorio e Ambiente – Dipartimento Regionale dell'Urbanistica – Dipartimento regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, di seguito riportato:

A. Criteri da seguire per la valutazione dell'invarianza idraulica di un progetto.

A.1. Nelle zone di espansione o trasformazione o, comunque, nelle zone soggette a intervento urbanistico con superficie minore o uguale a 10.000 m², ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo descritta nei punti successivi, si applicano i requisiti minimi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque piovane. Il volume complessivo dei predetti sistemi non potrà essere inferiore a 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile interna alle suddette zone, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a verde e non compattate.

definisce il criterio minimo per la determinazione del volume di acque piovane, da usare per il dimensionamento del sistema di raccolta infiltrazione e/o laminazione, nel caso di aree soggette a intervento urbanistico con superfici minore di 10.000 m², adottando un volume di 500 m³ per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile interna alle suddette zone.

Il caso in esame rientra in tale condizione e di conseguenza il volume di acque piovane da raccogliere e smaltire, sarà pari a:

$$\text{volume di acque piovane} = 500 \text{ m}^3 \times (400 \text{ m}^2 / 10.000 \text{ m}^2) = 20 \text{ m}^3$$

8.6 Volume minimo del sistema di raccolta

Considerato che i due precedenti metodi di calcolo dei volumi di pioggia, hanno restituito i risultati di 18,48 m³ e 20,00 m³, andrà considerata la condizione più gravosa, vale a dire quella basata sul calcolo ai sensi del punto A.1 dell'allegato A al D.D.G. n. 102 del 23.06.2021 dell'ARTA Sicilia, che ha restituito un volume di pioggia pari a 20,00 m³.

8.7 Soluzione progettuale

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è la realizzazione di una vasca di laminazione con scarico nel corpo recettore, a portata di flusso controllata, mediante un tubo di controllo di flusso opportunamente dimensionato.

Nel dettaglio tale vasca avrà un carico idrico pari a 0,60 m, più un franco del 30%, e le dimensioni in pianta di 33,34 m², per un'altezza utile di 0,78 m (0,60 m + 30% di franco).

8.7.1 Dimensionamento del tubo di controllo di flusso

Per quanto riguarda il dimensionamento della sezione del tubo in uscita dalla vasca di laminazione, installato sul fondo della stessa, è stata usata la seguente formula, valida per gli scarichi di fondo delle vasche:

$$Q = 0,6 \times A \times v \ (2 \times g \times h)$$

dove:

Q=portata uscente (m³/s);

A=area della bocca di efflusso (m²);

g=accelerazione di gravità (m/s²);

h=carico idrico (m).

fissato il carico idrico, vale a dire il tirante utile nella vasca di laminazione, nel caso in oggetto pari a 0,60 m, si ottiene l'area della sezione del tubo di flusso:

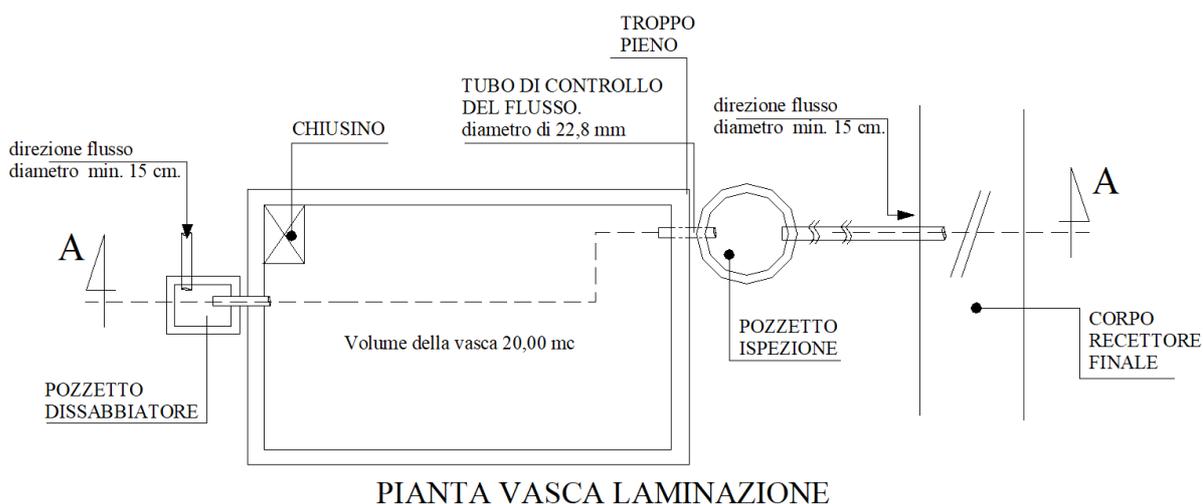
$$A = Q / 0,6 \times v \ (2 \times 9,81 \times h) =$$

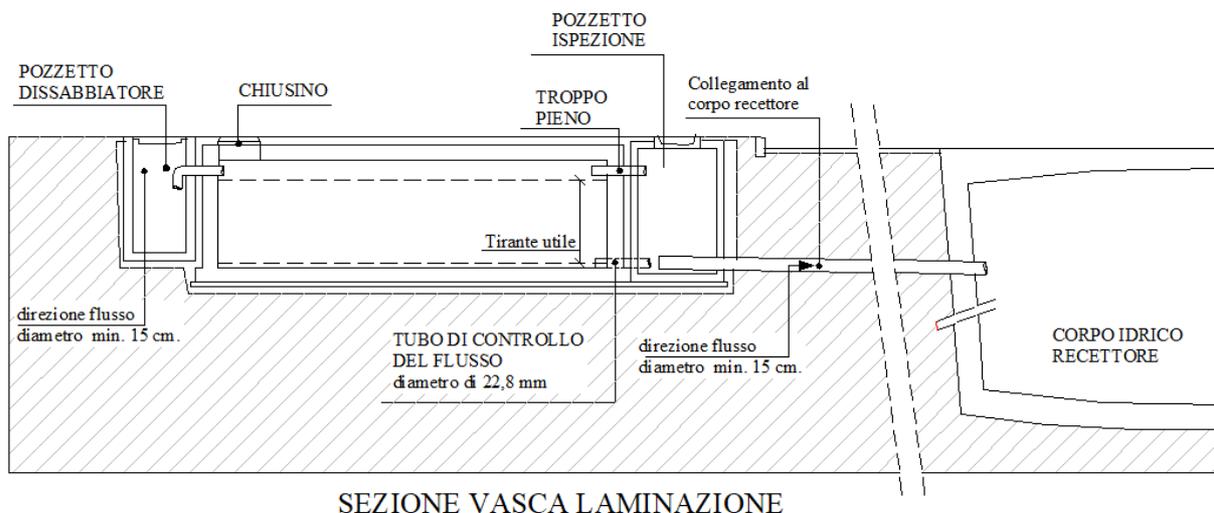
$$A = 0,000803 / 0,6 \times v \ (2 \times 9,81 \times 0,6) = 0,00039 \text{ m}^2 \text{ pari a } 3,9 \text{ cm}^2$$

Ottenendo un tubo del diametro di 22,28 mm

8.7.2 Caratteristiche tecniche della vasca di laminazione

La vasca di laminazione in progetto avrà un'altezza utile interna di 0,78 m e una superficie di 34,00 m² e sarà realizzata come illustrato nei seguenti particolari costruttivi.





Il sistema sarà costituito da un pozzetto dissabbiatore, collegato in sommità con la vasca di laminazione, quest'ultima collegata, mediante il tubo di controllo del flusso ad un apposito pozzetto nel quale variare opportunamente il diametro del tratto terminale di tubazione.

In tale pozzetto entrerà quindi il "tubo di controllo di flusso" (avente diametro minore) ed uscirà la tubazione (avente diametro maggiore) che si innesterà verso il ricevente superficiale.

9 CONCLUSIONI

Con il presente studio sono state eseguite le valutazioni di carattere idrologico, geomorfologico e idraulico, al fine di verificare la compatibilità geomorfologica e idraulica del sito oggetto di proposta di variante al PRG del comune di Scicli, con attribuzione di nuova destinazione urbanistica al lotto di terreno ubicato tra via Tagliamento, via Rossini e via Badiula, concernente nello specifico nella proposta di realizzazione di un insediamento residenziale.

In base al presente studio si afferma la compatibilità geomorfologica e la compatibilità idraulica dell'area oggetto della suddetta variante urbanistica e della proposta progettuale, sulla base dei seguenti motivi:

1. L'area oggetto dello studio è ubicata sul versante idraulico sinistro del torrente San Bartolomeo, ad una quota più alta di 2,00 metri rispetto al letto del torrente, protetto da delle opere di difesa tali da escludere processi di erosione ed esondazione;
2. L'area si presenta pianeggiante con i terreni affioranti, dati da depositi alluvionali, dotati di valori di permeabilità che consentono di escludere rischi di alluvionamento anche in caso di precipitazioni di elevata intensità.
3. La zona non è soggetta ad alcun vincolo di natura idraulica (Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione, siti d'attenzione) o geomorfologico, (pericolosità e rischio geomorfologico) inerente il P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia).
4. A seguito dei sopralluoghi e dall'esame della cartografia di natura vincolistica, l'area non risulta ricadente all'interno di aree soggette a prescrizioni derivanti dal P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico), né in zone classificate a rischio idrogeologico o idraulico.

5. Al fine di ottemperare a quanto richiesto dal D.D.G. 102/2021, concernente l'applicazione del "principio di invarianza idrologica e idraulica", i risultati dello studio di invarianza, prevedono la realizzazione di una vasca di laminazione, dimensionata in conformità a quanto riportato nell'allegato 2 D.D.G. 102/2021. Tale vasca di laminazione è stata dimensionata in 34 m², con un battente idrico di 0,60 m, munita di un tubo a flusso controllato, opportunamente dimensionato, al fine di recapitare tali acque raccolte, all'interno del corpo recettore dato dall'alveo del torrente San Bartolomeo.
6. Il tempo di svuotamento della vasca di laminazione è inferiore a 48 ore, rispettando quanto richiesto dalla normativa.

Modica, 04.11.2023

Geologo
Massimo Petralia

Ingegnere
Andrea Pisani