Firmato digitalmente da:
Tranchida Azzurra
Ingegnere
Firmato il 16/05/2024 17:01
Seriale Certificato: 288930813263604473640731099293092146 44
Valido dal 24/09/2021 al 23/09/2024
ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

Mura
Giuseppe
16.05.2024
15:04:32
GMT+01:00

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale Di Trapani

COMUNE DI ERICE



Procedura di Valutazione Ambientale Strategica ai sensi degli art. 13 comma 5 e 14 del D.lgs.152/2006 e ss.mm.ii. - Variante Urbanistica per la reiterazione dei vincoli di PRG preordinati all'esproprio finalizzata alla realizzazione del nuovo cimitero in località Napola – Specchia

Studio di invarianza idraulica ed idrologica

D.D.G. 102/2021 Regione Sicilia

sommario

1 PREMESSE 3

2 CONDIZIONI GENERALI DEL SITO 4

2.1 Inquadramento geografico e geomorfologico 4

2.2 Situazione idrologica 4

2.3 Geologia 7

2.4 Idrogeologia 8

3 CLIMATOLOGIA 9

3.1 Generalità 9

3.2 Le Stazioni rappresentative 9

3.3 Andamento climatico 15

3.4 La “pioggia rappresentativa” 17

4 USO DEL TERRITORIO E RISVOLTI IN TERMINI IDRAULICI 17

5 PREVISIONI DI PROGETTO 18

6 VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA 23

6.1 Premesse 23

6.2 Analisi quantitativa per la stima della “pioggia netta” 23

6.2.1 Considerazioni generali 23

6.2.2 La “pioggia utile” 26

6.3 VERIFICHE E ANALISI 32

1 PREMESSE

Per incarico ricevuto dalla Ditta *CIMER srl*, con sede a Siracusa in viale Scala Greca 324/A, il sottoscritto Dott. Giuseppe Mura, Geologo, iscritto all'apposito albo regionale della Sicilia con il n° 1323, ha redatto il presente studio di invarianza idraulica e idrologica nell'ambito del progetto di realizzazione del nuovo cimitero comunale di Erice che dovrà sorgere in c.da Napola – Specchia.

In particolare lo studio tratta gli aspetti legati alle trasformazioni delle superfici che verranno impegnate dall'insediamento che comporterebbero una variazione delle caratteristiche di permeabilità e quindi una modificazione del deflusso superficiale.

In tale ottica esso studia e propone le soluzioni compensative da adottare nel progetto per assicurare e garantire il mantenimento o addirittura il miglioramento delle condizioni idrauliche originarie.

Tutto ciò ad integrazione e completamento della documentazione per la procedura di Valutazione Ambientale Strategica (*VAS*) ai sensi degli art.13 comma 5 e 14 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

L'incarico è stato svolto seguendo le direttive dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente della Regione Sicilia che ne precisa con D.D.G. n° 102 del 23/06/2021 e relativi allegati i riferimenti tecnici e le specifiche normative. **(Decreto attuativo)**

Nello svolgimento dell'incarico ci si è basati sugli elaborati progettuali a firma degli Arch. Paolo Fossati e Giacomo Bonarelli.

Per quanto concerne le elaborazioni e le calcolazioni analitiche di carattere idraulico, poi, ci si è avvalsi della collaborazione della *Cappello Engineering Srl*.

Per le ricostruzioni e le elaborazioni grafiche effettuate nonché per le rappresentazioni dei risultati, invece, si sono utilizzati i supporti grafici forniti dall'Istituto geografico militare (IGMI) in scala 1:25.000 e le basi cartografiche aggiornate in scala 1:10.000 (CTR Sicilia del 2013).

Indispensabile, inoltre, è risultato il ricorso alle serie storiche degli elementi climatologici attingendo alle banche *dati ufficiali* fornite dall'Osservatorio delle acque Regione Sicilia e dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano.

I risultati, ottenuti, appaiono rispondenti al mandato ricevuto, pur risultando ovviamente approssimati nei limiti consentiti dai dati sperimentali disponibili e dalle metodologie d'indagine adottate.

Allegati al presente rapporto risultano i seguenti elaborati grafici:

- Quadro d'insieme con ubicazione dell'area interessata dal futuro cimitero comunale, in scala 1:10.000
- Rappresentazione aerofotogrammetrica con gli interventi di progetto in scala 1:5.000
- Carta tematica in scala 1:10.000
- Stralcio portale WebGis Regione Siciliana riportante indicazioni del PAI
- Rapporto sulle calcolazioni e determinazioni di carattere idraulico redatto della *Cappello Engineering Srl*

2 CONDIZIONI GENERALI DEL SITO

2.1 Inquadramento geografico e geomorfologico

L'area interessata dall'intervento di realizzazione del cimitero comunale trovasi ubicata in c.da Napola-Specchia nel comune di Erice come illustrato nell'allegata rappresentazione aerofotogrammetrica in scala 1:5.000 e nel quadro d'insieme in scala 1:10.000.

Essa insiste sul fianco occidentale di un poggio in un tratto di territorio moderatamente acclive con pendenze medie di circa 7°-9° ad un'altitudine compresa tra 125 mt e poco più di 220 mt sul livello del mare.

Più precisamente detta area, vista nel suo complesso, è delimitata da una stradella di accesso che ne confina ad ovest il margine vallivo e, a monte, dallo spartiacque morfologico tra il bacino del torrente *Lenzi* ed il torrente *Baiata*.

Allo stato attuale non vi si individuano fenomenologie di dissesto compiute e ben definite se non i classici circoscritti movimenti di versante (creep) tipici in simili contesti contraddistinti dalla presenza di terreni di natura argillosa.

Lo strumento urbanistico del P.A.I. conferma quanto rilevato non prevedendo, per l'areale in questione, specifici elementi di pericolosità morfologica e quindi di potenziale rischio per le future realizzazioni.

2.2 Situazione idrologica

Le condizioni di equilibrio morfologico testimoniate dal vigente PAI, ricordate nel precedente paragrafo possono essere estese anche agli aspetti di tipo idraulico.

A tal proposito si osserva che il sito prescelto per il vero e proprio insediamento cimiteriale, baricentrico all'interno dell'area di rispetto, trovasi nella realtà prima descritta compreso tra

due thalwegs ben definiti ed incassati nel suolo che, procedendo verso valle, dapprima sub paralleli, convergono poi in un ramo secondario del torrente *Lenzi*.

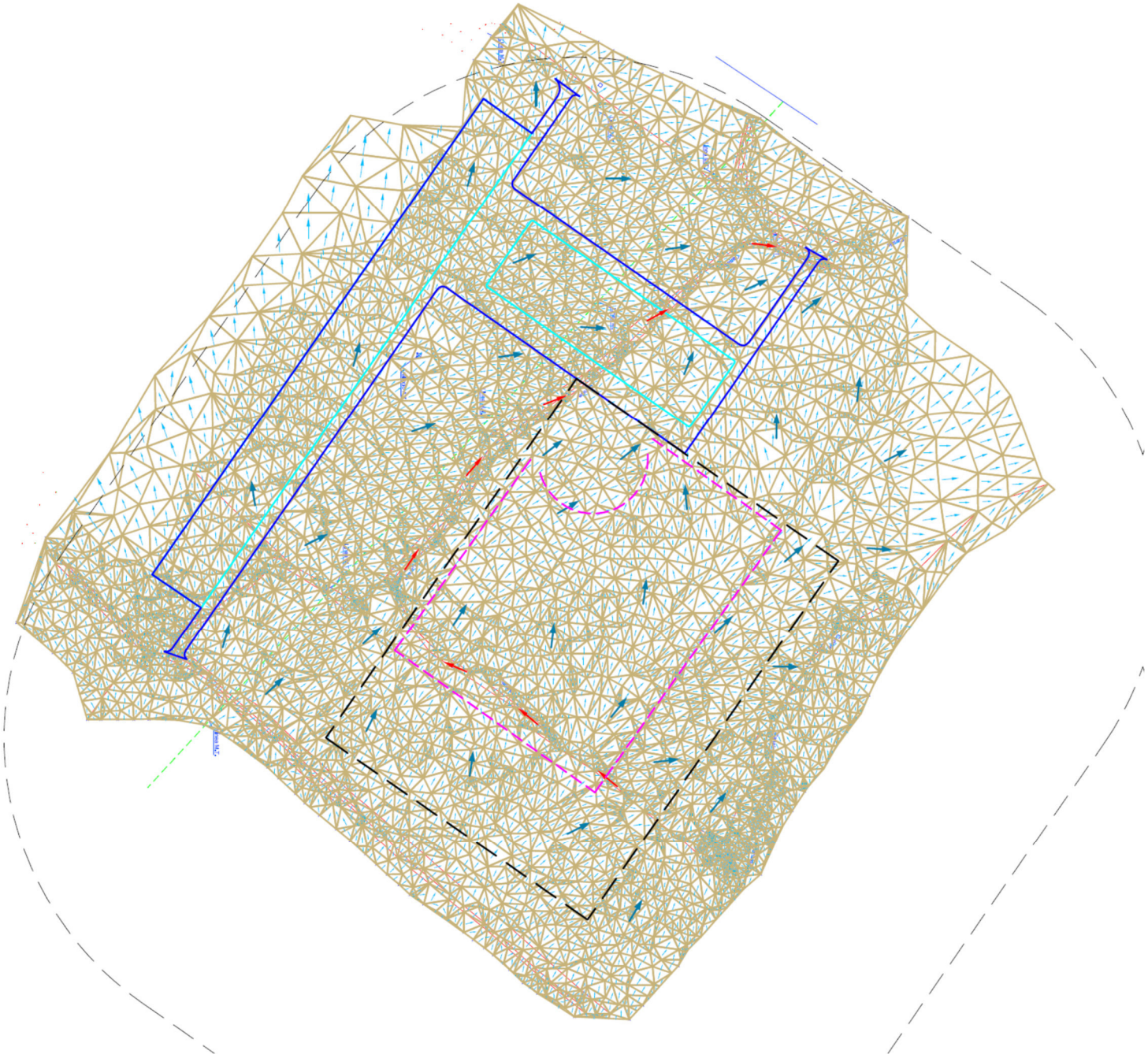
Le acque di pioggia scorrono su questi terreni per ruscellamento diffuso raccogliendovisi e concentrandovisi secondo lo sviluppo altimetrico dei luoghi per poi immettersi nei suddetti thalwegs.

Questi canali drenano il versante in oggetto contribuendo ad un rapido allontanamento verso la piana valliva delle acque di pioggia che vi insistono e ad alimentare il bacino del suddetto torrente *Lenzi*.

Più precisamente il canale sito più a meridione, in virtù del particolare sviluppo altimetrico del versante, partecipa in maniera preponderante allo smaltimento del deflusso ricevendo in massima parte i contributi del ruscellamento di questa porzione di territorio.

Infatti, per l'intorno di interesse progettuale, l'andamento delle isoipse descrive un dolce ed esteso impluvio rivolto a Sud proprio verso il suddetto thalweg verso cui convergono allo stato attuale detti tributi.

Tale andamento è anche confermato dalla ricostruzione digitale fornitaci dallo Studio Cappello, di cui alla seguente tavola.



DTM area interessata dal progetto

Come anticipato le acque di pioggia che insistono sul versante in questione contribuiscono ad alimentare il bacino del torrente *Lenzi* che impegna principalmente i territori di Erice e Trapani e, in subordine quelli di Buseto Palizzolo e Paceco.

Esso ha un'estensione complessiva di circa 65 kmq sfociando, dopo un percorso di quasi 20 Km, immediatamente a Sud del capoluogo.

Le problematiche di carattere idraulico e idrologico che riguardano l'areale investono, pertanto, un ambito sovra comunale i cui aspetti non sono stati ancora affrontati dai suddetti comuni secondo la recente normativa riguardante la compatibilità idraulica, enti che , pertanto, risultano privi dei relativi specifici studi.

2.3 Geologia

Sulla scorta dei risultati del rilievo di superficie e attingendo alle pubblicazioni di settore riguardanti la geologia di questa parte della provincia di Trapani nonché a quanto già prodotto dal Dr Geologo Giuseppe Baiata, consulente del comune di Erice nell'ambito del progetto del nuovo cimitero, in questo paragrafo si propone una succinta ricostruzione del modello geologico del sito.

Ciò premesso si osserva quanto appresso:

Nella contrada e più precisamente nei luoghi di diretto interesse progettuale prevalgono sedimenti argillosi, potenti alcune centinaia di metri, riconducibili in massima parte ai depositi postorogeni miocenici della facies *Terravecchia*, quindi sedimenti plastici impermeabili o pressoché impermeabili.

La Fm. *Terravecchia,* che in altre zone della provincia di Trapani mostra un maggiore assortimento litologico virando localmente e secondo interstratificazioni confinate a conglomerati poligenici e sabbie, nei dintorni di Dattilo e Napola, procedendo verso l'alto, evolve ad arenarie risalenti al tardo Miocene, stratificate in livelli sottili il cui spessore complessivo raggiunge qualche decina di metri.

Tali affioramenti rigidi si rilevano in ambiti circoscritti e con estensione assai modesta, relegati quasi esclusivamente alle porzioni più elevate dei rilievi collinari come, nel caso specifico, in corrispondenza della parte apicale dell'altura che sovrasta il pendio in esame dove se ne rilevano modeste tracce.

Trattasi in ogni caso di superfici decisamente limitate e arealmente subordinate al resto degli affioramenti plastici con un peso e un significato quasi trascurabile in termini di permeabilità complessiva.

Poi, lungo il pendio, in prossimità della superficie topografica e per spessori di pochi metri (vedi indagine "Baiata"), si rilevano terreni recenti di origine eluvio-colluviale derivanti dall'alterazione e dall'erosione operata dalle acque di ruscellamento.

Questi sedimenti depositatisi sul versante, stante le proprietà della roccia originaria da cui provengono, mantengono una struttura e tessitura di tipo argilloso con un comportamento di tipo spiccatamente *pseudo-coesivo* con evidenti riflessi in termini di estese e scarse condizioni di permeabilità.

Infine, nel fondo valle, per sviluppi areali considerevoli ma per spessori molto contenuti e comunque al di fuori dell'area in oggetto, si rinvengono depositi alluvionali a maggiore assortimento granulometrico e litologico con un comportamento ora granulare, ora *pseudo-coesivo* o intermedio.

2.4 Idrogeologia

La realtà geologica descritta nel precedente paragrafo consente di affermare che non esistono le condizioni per una raccolta, in termini *canonici*, delle acque di pioggia nel sottosuolo dell'area.

La matrice prettamente argillosa dei sedimenti affioranti, riconducibili alla coltre *elu-colluviale* di versante, offre doti di scarsa permeabilità inibendo significative infiltrazioni per la fase fluida così come il suo stoccaggio e la sua migrazione in profondità.

Ancora più in basso, la presenza delle argille di base, praticamente impermeabili, inibisce in maniera categorica ulteriori sviluppi in tal senso a maggiori profondità.

Possono realizzarsi, tutt'al più, vaste saturazioni di suolo prossime alla superficie e, in taluni casi, modestissime ed effimere concentrazioni idriche localizzate strettamente legate agli sviluppi spazio temporali degli eventi meteorologici.

I tributi idrici che giungono al suolo, pertanto, in massima parte defluiscono in superficie allontanandosi rapidamente verso valle dapprima ruscellando in maniera diffusa e successivamente incanalate nei thalwegs presenti sul versante, agevolate in tale processo dal suo andamento clivometrico.

Nella contrada, i rari pozzi qui presenti, di modestissima profondità e pressoché asciutti per gran parte dell'anno confermano il modello idrogeologico e le peculiarità litologico-idrauliche descritte nel presente paragrafo denunciando la penuria di acque nel sottosuolo e la trascurabile potenzialità in tal senso di questa porzione di territorio.

Ulteriori e probanti testimonianze derivano dalle esperienze maturate dal Dottor G. Baiata nel corso degli accertamenti geologici a supporto del progetto di realizzazione del cimitero,

accertamenti che non hanno individuato acque sotterranee nel sottosuolo in questione ne le condizioni potenziali per una loro presenza.

3 CLIMATOLOGIA

3.1 Generalità

Nell'ambito del presente studio un fattore imprescindibile nella definizione degli aspetti idraulici che caratterizzano il territorio è costituito dall'andamento climatico e, in primo luogo, dalla conoscenza degli apporti pluviometrici.

Fermo restando che il clima di una regione è fondamentalmente condizionato dalla collocazione dell'intorno in questione nel contesto geografico generale, in primis dalla sua latitudine, occorre precisare che i relativi elementi che lo rappresentano, come è ovvio, non sono costanti nel tempo ma variano alla luce degli accadimenti su scala globale.

Ciò si può costatare per quanto accaduto in questi ultimi decenni stante la costante deriva e le prospettive circa l'evoluzione dei futuri scenari prefigurabili sia nell'entità dei singoli fattori che nelle modalità con cui gli eventi si manifestano nel corso delle stagioni.

Negli ultimi lustri, infatti, si è assistito ad una modifica degli equilibri ormai consolidatisi con un processo di riscaldamento generale che ha condotto ad una incipiente graduale *tropicalizzazione* del clima in questa fascia geografica mediterranea.

Eventi sempre più consistenti su base annuale ed estremi con concentrazioni di piogge in ristretti ambiti temporali, sono ormai divenuti rituali non solo nel pieno della stagione piovosa, ma anche e soprattutto nelle fasi avanzate del periodo caldo e in quelle autunnali così come è possibile apprezzare sia su base tabellare che graficamente nei seguenti paragrafi.

Lo sforzo prodotto dal presente studio, pertanto, è consistito nella ricerca di una banca dati quanto più aggiornata ai nostri tempi così come estesa a ritroso nel passato.

Solo in tal modo, sviluppando ricostruzioni su base statistica, è possibile tentare di risalire a dati significativi e rispondenti alla realtà in grado, una volta definito e quantificato il trend evolutivo, di simulare e prevedere lo sviluppo degli scenari futuri imposti dalla normativa.

3.2 Le Stazioni rappresentative

Il primo passo in questo approccio conoscitivo, ovviamente, è stato quello di individuare i punti di rilevamento esistenti sul territorio (Stazioni di rilievo) e di valutarne l'influenza areale nell'intorno in esame.

Quest'ultimo aspetto è di fondamentale importanza per fornire un quadro quanto più realistico della distribuzione delle piogge e poter scegliere, in tal modo, *moduli di progetto* quanto più significativi e cautelativi.

Nel caso specifico la vicinanza dei luoghi alla stazione di ***Specchia*** ha reso consequenziale ricorrere a quest'ultima per gli aspetti pluviometrici per l'intervallo temporale 1943-2001 mentre a quella di *Fulgatore* per il ventennio 2002-2022. Più precisamente per le precipitazioni critiche si è fatto ricorso all'intero intervallo temporale 1943-2022, mentre per quanto concerne quelle medie mensili e quelle annuali all'intervallo temporale 1986-2022.

Nel primo caso ricorrendo alle informazioni pubblicate dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia - Servizio 1 / Tutela delle risorse idriche e, nel secondo, dal *SIAS* Sevizio Informativo Agrometeorologico Siciliano – Assessorato Risorse Agricole e Alimentari della Regione Sicilia.

Relativamente alla stazione di Specchia si sottolinea come la serie non sia continua e completa soprattutto nei primi anni e che, laddove possibile, è stata saltuariamente integrata per i rispettivi anni mancanti con i dati delle stazioni di *Fastaia*, *La Chinea* ed, in un paio di casi, con quelle di *Diga Rubino e Borgo Fazio.*

Per quanto concerne gli aspetti termometrici, invece, ci si è riferiti alla stazione di Trapani per l'intervallo 1986-2018.

Una volta determinate le stazioni di interesse progettuale, attingendo alla banca dati degli enti sopra citati, è stata ricostruita la serie storica risalendo nel tempo sino a circa 80 anni addietro.

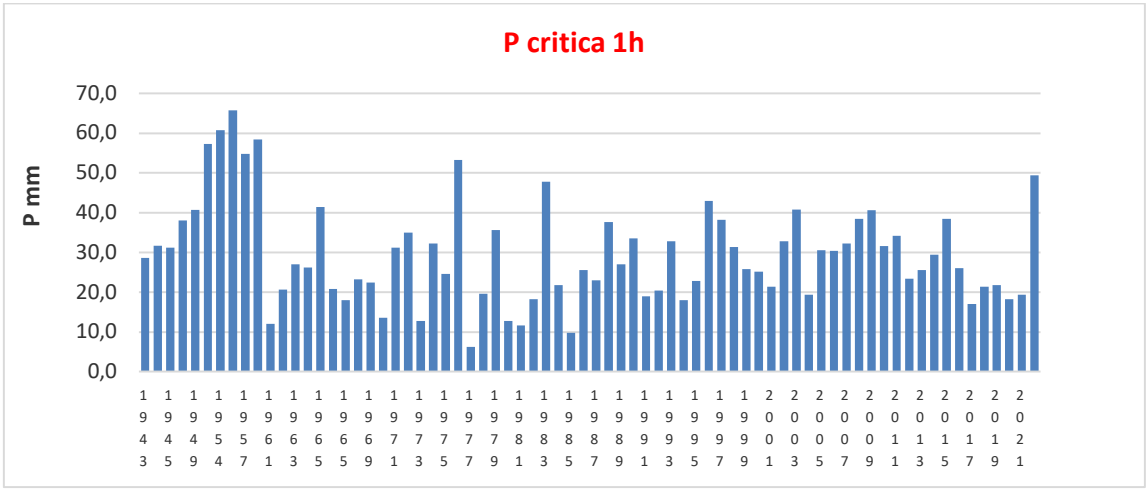
Pertanto, per l'acquisizione dei dati riguardanti i moduli pluviometrici mensili e annui e quelli termometrici, è possibile ricorrere agli istogrammi riportati nel successivo paragrafo.

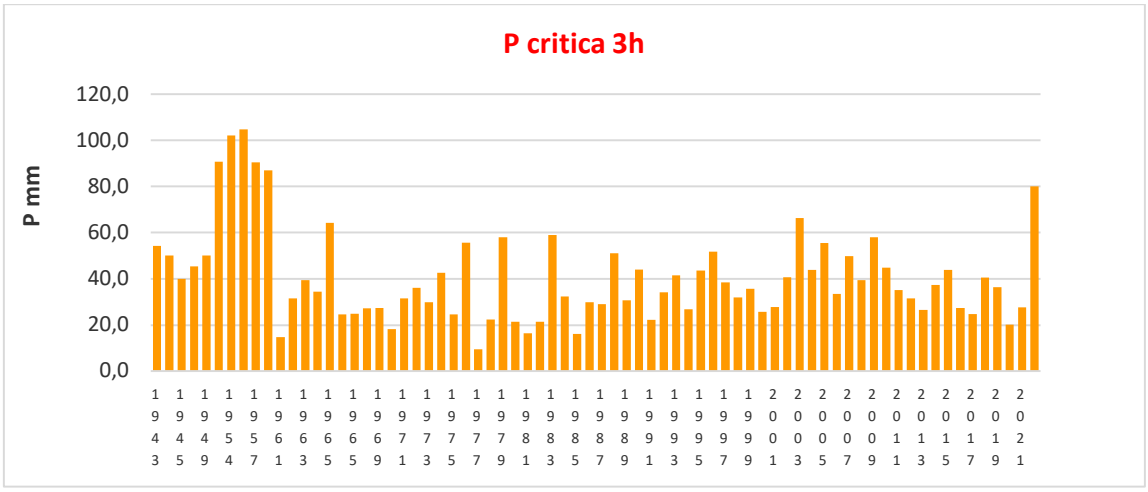
Invece, relativamente ai moduli pluviometrici riguardanti le massime precipitazioni (intervalli di 1 - 3 – 6 – 9 - 12 – 24 ore), di primaria importanza nell'ambito del presente studio, oltre alle relative rappresentazioni grafiche qui di seguito se ne espone la serie completa anche in maniera tabellare.

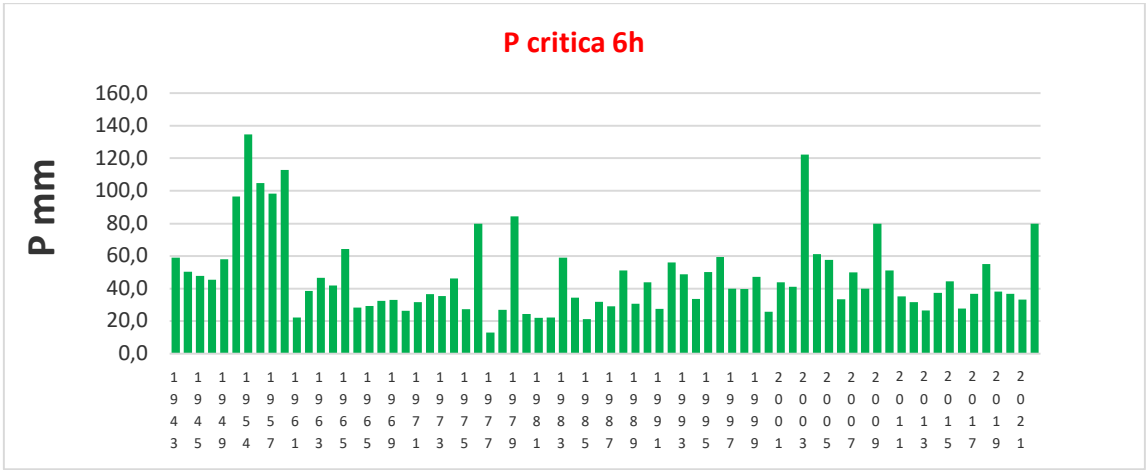
Precipitazioni di massima intensità registrate alla stazione si Specchia/Fulgatore

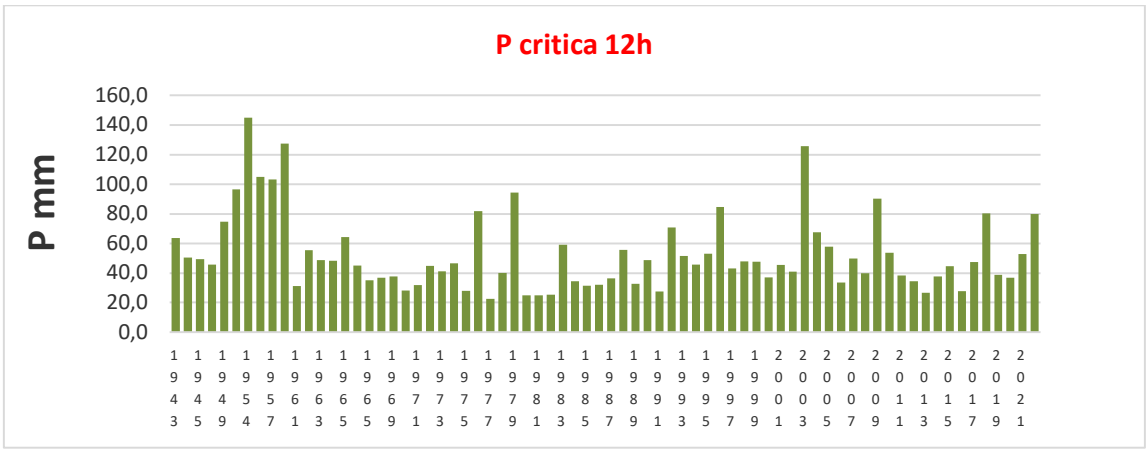
Anno	1h	3h	6h	12h	24h
1943 Specchia	28,6	54,2	59,0	63,4	63,4
1944 Specchia	31,7	50,0	50,4	50,4	50,8
1945 Specchia	31,2	40,1	47,8	49,3	51,2
1946 Specchia	38,0	45,5	45,5	45,5	47,6
1947	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-
1949 Specchia	40,7	50,0	58,0	74,7	76,7
1950 Specchia	57,3	90,8	96,6	96,6	96,6
1951	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-
1954 Specchia	60,8	102,2	134,7	145,0	148,9
1955 Specchia	65,8	104,7	104,7	105,0	117,8
1956	-	-	-	-	-
1957 Fastaia	54,8	90,5	98,3	103,3	103,3
1958 Fastaia	58,4	87,0	112,8	127,6	137,1
1959	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-
1961 Fastaia	12,0	14,8	22,4	31,0	40,0
1962 Fastaia	20,6	31,6	38,6	55,2	71,2
1963 Fastaia	27,0	39,4	46,6	48,8	48,8
1964 Specchia	26,2	34,4	41,8	48,3	48,3
1965 Fastaia	41,4	64,2	64,2	64,4	64,4
1966 Fastaia	20,8	24,6	28,2	45,0	65,6
1967 Fastaia	18,0	25,0	29,4	35,0	35,0
1968 Fastaia	23,2	27,2	32,4	36,8	47,0
1969 La Chinea	22,4	27,4	33,0	37,6	41,4
1970 Fastaia	13,6	18,2	26,4	28,2	28,2
1971 Specchia	31,2	31,6	31,6	31,6	31,6
1972 Specchia	35,0	36,2	36,6	44,8	53,2
1973 Specchia	12,8	29,8	35,4	41,2	60,2
1974 Specchia	32,2	42,6	46,2	46,4	46,6
1975 Specchia	24,6	24,6	27,2	27,8	33,2
1976 Specchia	53,2	55,8	80,0	81,8	84,8
1977 Specchia	6,2	9,4	13,0	22,4	23,0
1978 Specchia	19,6	22,4	27,0	40,2	58,0
1979 Specchia	35,6	58,0	84,4	94,2	99,6
1980 Specchia	12,8	21,4	24,4	25,0	25,2
1981 Specchia	11,6	16,4	22,2	25,0	39,4

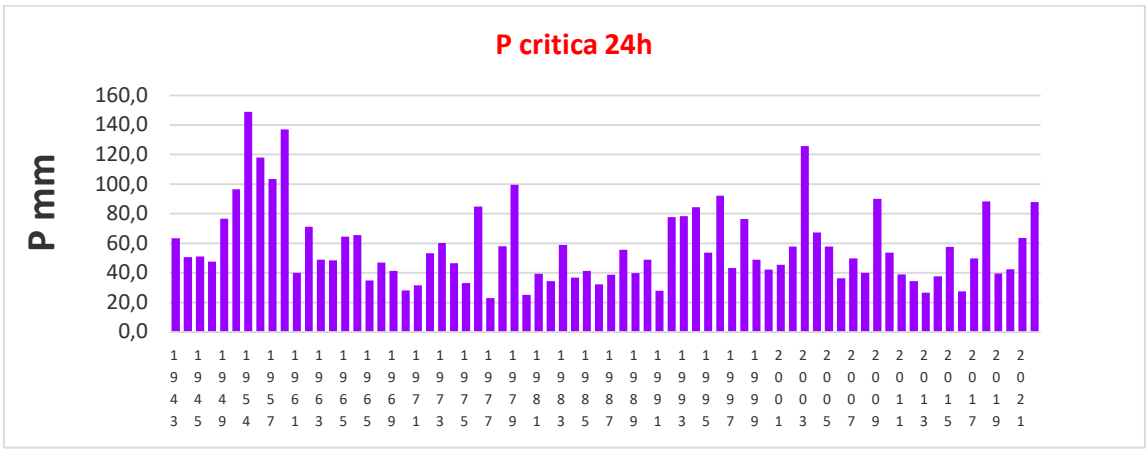
1982 Fastaia	18,2	21,4	22,4	25,4	34,6
1983 Specchia	47,8	59,0	59,0	59,0	59,0
1984 Specchia	21,8	32,4	34,4	34,4	36,8
1985 Specchia	9,8	16,2	21,2	31,2	41,4
1986 Specchia	25,6	29,8	31,8	32,2	32,2
1987 Fastaia	23,0	29,0	29,2	36,4	38,8
1988 Fastaia	37,6	51,2	51,2	55,6	55,6
1989 Specchia	27,0	30,8	30,8	32,8	39,8
1990 Specchia	33,6	44,0	44,0	48,8	48,8
1991 Fastaia	19,0	22,2	27,4	27,4	28,0
1992 Specchia	20,4	34,2	56,0	70,6	77,6
1993 Specchia	32,8	41,6	48,8	51,4	78,2
1994 Specchia	18,0	26,8	33,6	45,6	84,4
1995 Fastaia	22,8	43,6	50,2	53,0	53,6
1996 Fastaia	43,0	51,8	59,4	84,6	92,2
1997 Diga Rubi	38,2	38,4	40,0	43,0	43,4
1998 Specchia	31,4	32,0	39,8	47,6	76,4
1999 Fastaia	25,8	35,8	47,2	47,4	48,8
2000 Specchia	25,2	25,8	25,8	37,0	42,2
2001 Specchia	21,4	27,8	44,0	45,4	45,4
2002 Fulgatore	32,8	40,8	41,0	41,0	57,8
2003 Fulgatore	40,8	66,4	122,4	125,6	125,6
2004 Fulgatore	19,4	43,8	61,2	67,4	67,4
2005 Fulgatore	30,6	55,6	57,8	57,8	57,8
2006 Fulgatore	30,4	33,4	33,4	33,6	36,4
2007 Fulgatore	32,2	49,8	49,8	49,8	49,8
2008 Fulgatore	38,4	39,4	40,0	40,0	40,0
2009 Fulgatore	40,6	58,0	80,0	90,2	90,2
2010 Fulgatore	31,6	44,8	51,2	53,6	53,6
2011 Fulgatore	34,2	35,2	35,2	38,2	39,0
2012 Fulgatore	23,4	31,6	31,6	34,4	34,6
2013 Fulgatore	25,6	26,6	26,6	26,6	26,6
2014 Fulgatore	29,4	37,4	37,4	37,6	37,6
2015 Fulgatore	38,4	43,8	44,6	44,6	57,6
2016 Fulgatore	26,0	27,4	27,6	27,6	27,6
2017 Fulgatore	17,0	24,8	36,8	47,2	49,8
2018 Fulgatore	21,4	40,6	55,0	80,4	88,2
2019 Fulgatore	21,8	36,4	38,2	38,6	39,6
2020 Fulgatore	18,2	20,2	36,8	36,8	42,6
2021 Fulgatore	19,4	27,6	33,2	52,8	63,6
2022 Fulgatore	49,4	80,0	80,0	80,0	87,8


P critica 1h
P mm
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
1943 1945 1949 1954 1957 1961 1963 1965 1969 1971 1973 1975 1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021


P critica 3h
P mm
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
1943 1945 1949 1954 1957 1961 1963 1965 1969 1971 1973 1975 1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021


P critica 6h
P mm
160,0
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
1943 1945 1949 1954 1957 1961 1963 1965 1969 1971 1973 1975 1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021

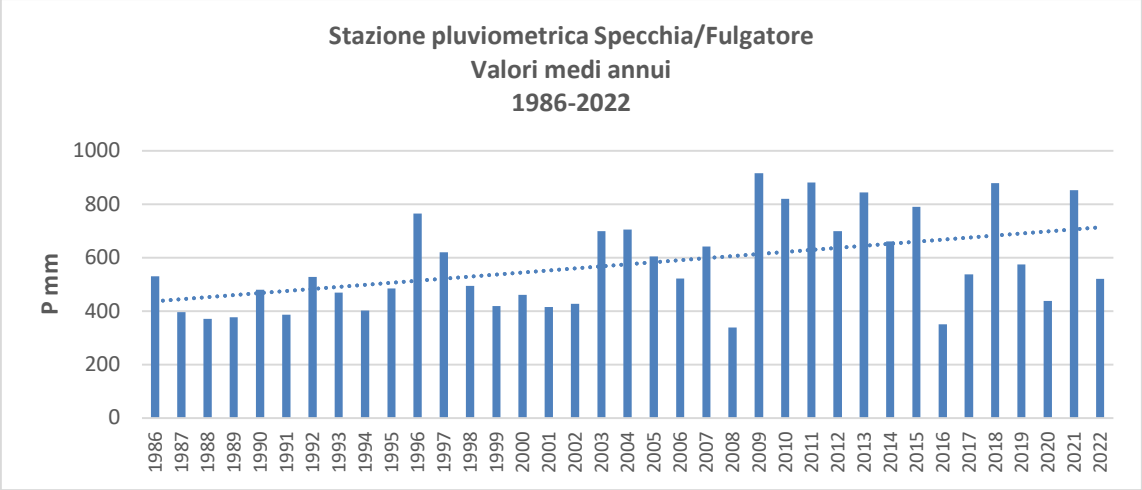

P critica 12h
P mm
160,0
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
1943 1945 1949 1954 1957 1961 1963 1965 1965 1969 1971 1973 1975 1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021


P critica 24h
P mm
160,0
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
1943 1945 1949 1954 1957 1961 1963 1965 1965 1969 1971 1973 1975 1977 1979 1981 1983 1985 1987 1989 1991 1993 1995 1997 1999 2001 2003 2005 2007 2009 2011 2013 2015 2017 2019 2021

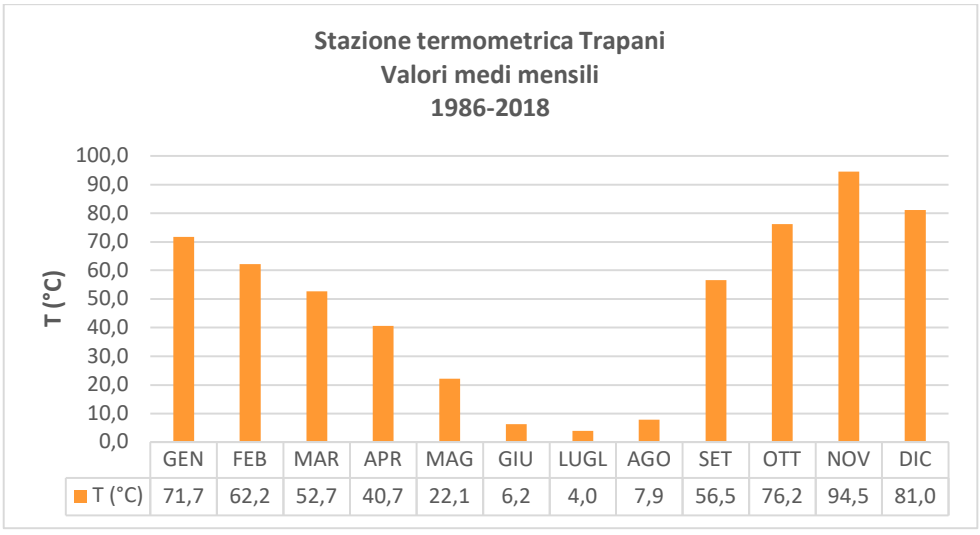
3.3 Andamento climatico

Nel presente paragrafo si analizzano i principali indicatori generali del clima di quest'area geografica del trapanese facendo riferimento per i riscontri grafici agli allegati elaborati ritenuti significativi per illustrare i rapporti termo-pluviometrici allestiti interfacciando i dati relativi alle stazioni di Trapani e Specchia rispettivamente per gli aspetti termometrici e pluviometrici.

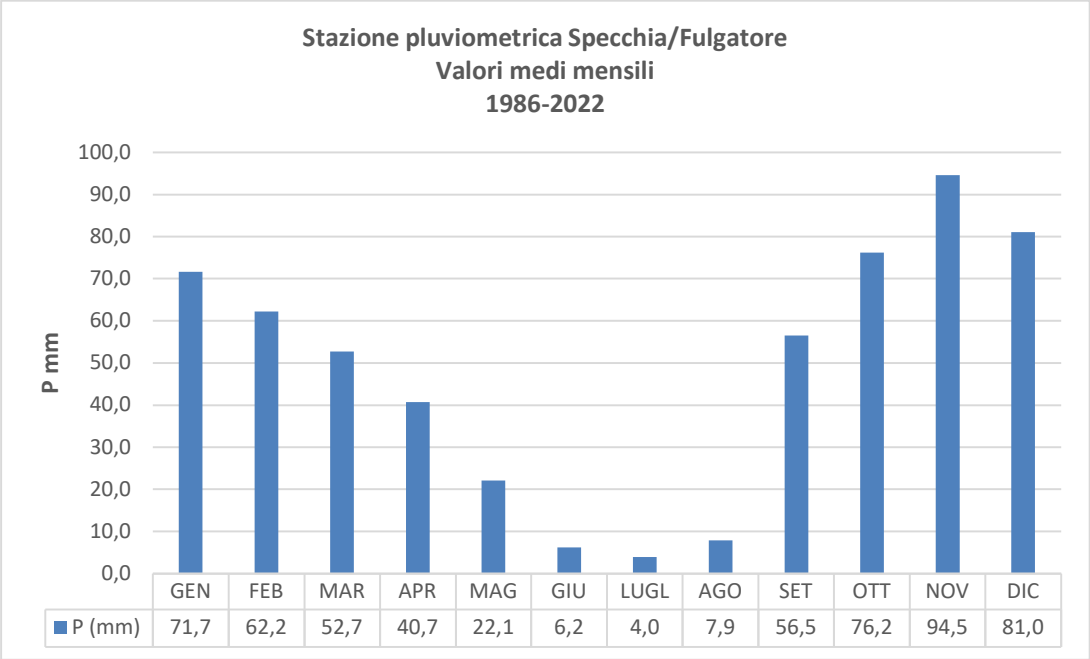
Il seguente istogramma sintetizza lo sviluppo dei moduli pluviometrici annui nell'intervallo 1986-2022 testimoniando un deciso trend di crescita con sensibile incremento a partire dai primi anni del 2000.

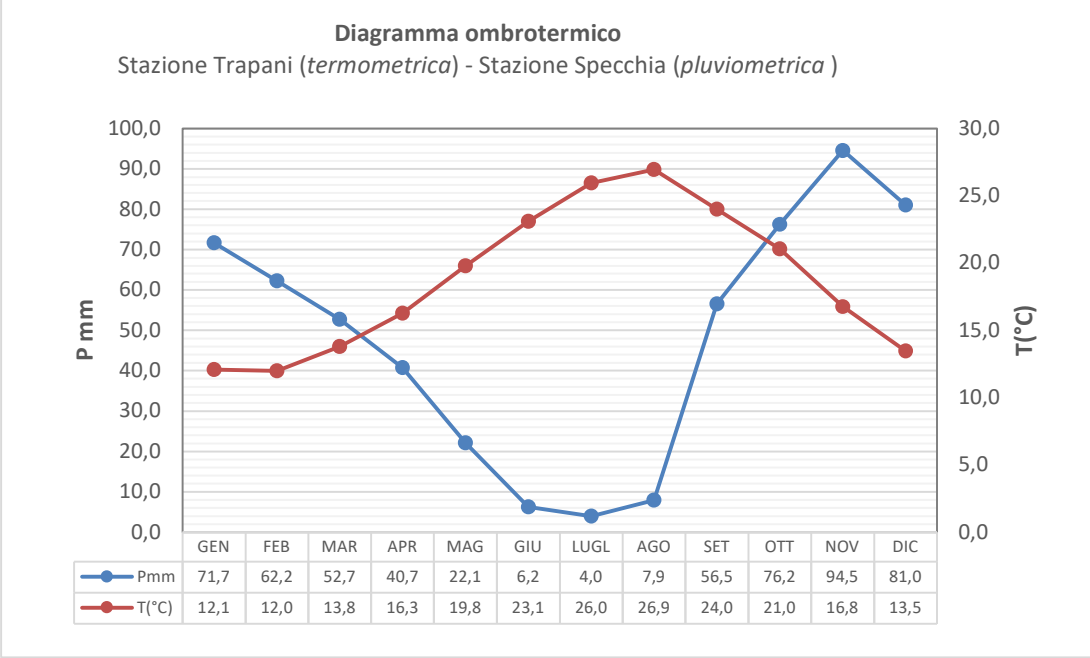


A seguire si riportano gli istogrammi termometrici e pluviometrici per i valori medi mensili e il diagramma ombrotermico che mette in relazione le due grandezze considerate.



	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
T (°C)	71,7	62,2	52,7	40,7	22,1	6,2	4,0	7,9	56,5	76,2	94,5	81,0





Come è possibile dedurre dai citati grafici si osserva che il territorio in studio è caratterizzato da fasi piovose che registrano un massimo di precipitazioni nei mesi invernali ed altre calde con picchi massimi di temperatura nei mesi estivi, condizioni queste che riconducono ad un clima mediterraneo collinare temperato.

Le stagioni intermedie registrano fenomeni decisamente subordinati in intensità e frequenza con sporadici eventi estremi in termini di piogge, almeno secondo i rilevamenti pluridecennali e le esperienze passate.

Recentemente, soprattutto nell'ultimo decennio, come già accennato, questi ultimi appaiono più frequenti e di notevole intensità, spesso concentrati in un arco temporale assai contenuto.

Gli effetti divengono allora dirompenti mettendo a dura prova il reticolo idrografico e gonfiando rapidamente le aste principali con tutte le ripercussioni sui terreni limitrofi e le infrastrutture e insediamenti antropici che vi si trovano laddove sono presenti criticità di fondo.

3.4 La "pioggia rappresentativa"

Utilizzando la serie storica dei dati di massima intensità della stazione di *Specchia/Fulgatore* risalenti all'intervallo temporale compreso tra il 1943 ed il 2022 (vedi § 3.2) e studiandone i *tempi di ritorno* ai 30, 50 e 100 anni, si è risaliti ai seguenti moduli di pioggia rappresentativa:

Tempo di ritorno [anni]	**$h_{0.0}$ [mm]**	**h_1 [mm]**	**h_2 [mm]**	**h_3 [mm]**	**h_4 [mm]**
30	0,0	11,41	14,91	17,43	19,48
50	0,0	12,45	16,28	19,03	21,27
100	0,0	13,87	18,12	21,19	23,68

4 USO DEL TERRITORIO E RISVOLTI IN TERMINI IDRAULICI

L'areale individuato per l'insediamento del nuovo cimitero comunale trovasi in un ambito collinare a vocazione quasi esclusivamente agricola e pastorale.

Vi si riscontrano sparute concentrazioni di alberi ad alto fusto (eucalipti, ulivi, etc.) nella porzione apicale delle alture, appezzamenti coltivati con vigneti ad alberello ed altri volti alle attività cerealicole.

Altre porzioni di terreno *scapole* si ritiene che possano essere destinate alla pastorizia.

Relativamente agli insediamenti antropici si osserva che appaiono riconducibili a vie secondarie di comunicazione e a rare ed isolate unità abitative ormai da svariati decenni disabitate e spesso in stato di completo abbandono.

Le acque di deflusso interferiscono marginalmente con queste strutture creando solo in ambiti locali ed estremamente circoscritti ostacoli per il loro smaltimento verso valle

(attraversamento e superamento stradelle di accesso) e, complessivamente, appaiono modeste se non trascurabili le ripercussioni sul territorio.

Le tipologie colturali descritte e la presenza di notevoli superfici prive di vegetazione lasciano intuire moti di corrivazione diffusi ed arealmente estesi non in grado di rallentare e regolare significativamente il deflusso.

Questo si sviluppa per gran parte in maniera disordinata e selvaggia negli affioramenti plastici favorendo, di conseguenza, i processi erosivi e il trasporto solido fattori che appaiono di rilievo nell'economia dell'equilibrio idrodinamico complessivo dei luoghi in esame e, più in generale, dell'intero bacino idrografico del Lenzi.

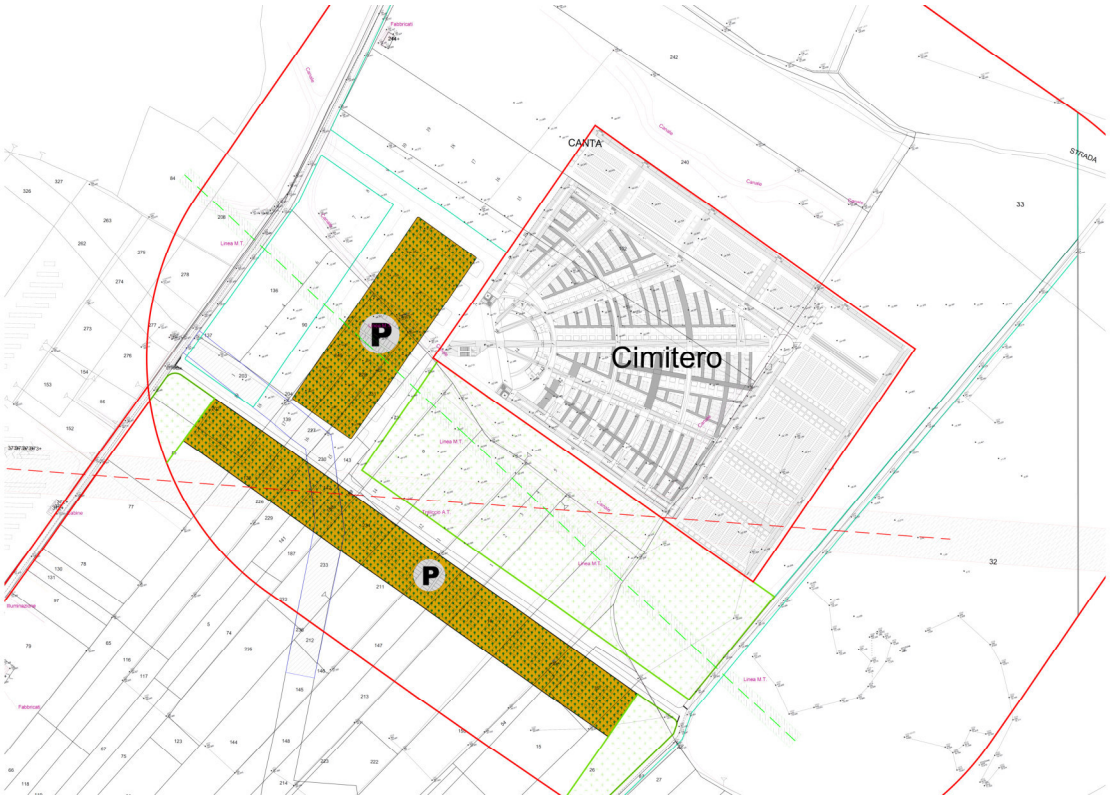
Infatti, i suoli prevalentemente argillosi, poco protetti per la generale mancanza di vegetazione erbacea ed arbustiva, si prestano ad essere erosi e scalzati dalle acque che piombano violentemente al suolo in occasione di fenomenologie estreme.

In tal modo i sedimenti, liberati dalla roccia madre, vengono convogliati negli alvei e nell'asta principale di fondo valle e qui trasportati dalle acque incanalate in soluzione e sospensione relativamente alla frazione fine e per rotolamento e trascinamento per quanto riguarda i materiali più grossolani.

L'ingente contenuto solido aumenta i volumi complessivi della massa d'acqua defluente rendendola al tempo stesso più densa e pesante e aumentando l'energia del mezzo con gli ovvi risvolti in termini di capacità di trasporto erosione e danneggiamento di tutto ciò con cui impatta durante il suo decorso nell'ambito dell'intero bacino del *Lenzi*.

5 PREVISIONI DI PROGETTO

L'intervento di realizzazione del nuovo cimitero prevede l'impegno di un'area estesa complessivamente poco meno di 50 ha secondo una superficie a sviluppo sub rettangolare (vedi tavola allegata).



All'interno di tale areale, nella sua parte centrale, verrà insediato il vero e proprio cimitero a pianta rettangolare che avrà una copertura prossima a 6 ha.

Questa porzione di territorio destinata alle sepolture verrà completamente recintata da un muro perimetrale che isolerà il sito da deflussi esterni ed interessata unicamente dalle acque di pioggia che vi insisteranno direttamente al suo interno.

L'insediamento è concepito secondo una suddivisione in settori circolari adiacenti con ripetuti salti di quota e gradonature il cui sviluppo complessivo del tipo circolare conferirà all'insediamento una classica morfologia ad anfiteatro.

Più precisamente, dal centro di una piazza di forma semicircolare, sita all'ingresso della struttura, si dipartiranno n°5 percorsi disposti a raggiera per raggiungere le varie zone dell'anfiteatro e quindi i luoghi di sepoltura quali tombe gentilizie, sarcofaghi e colombai, nonché tutte le opere a servizio della struttura cimiteriale.

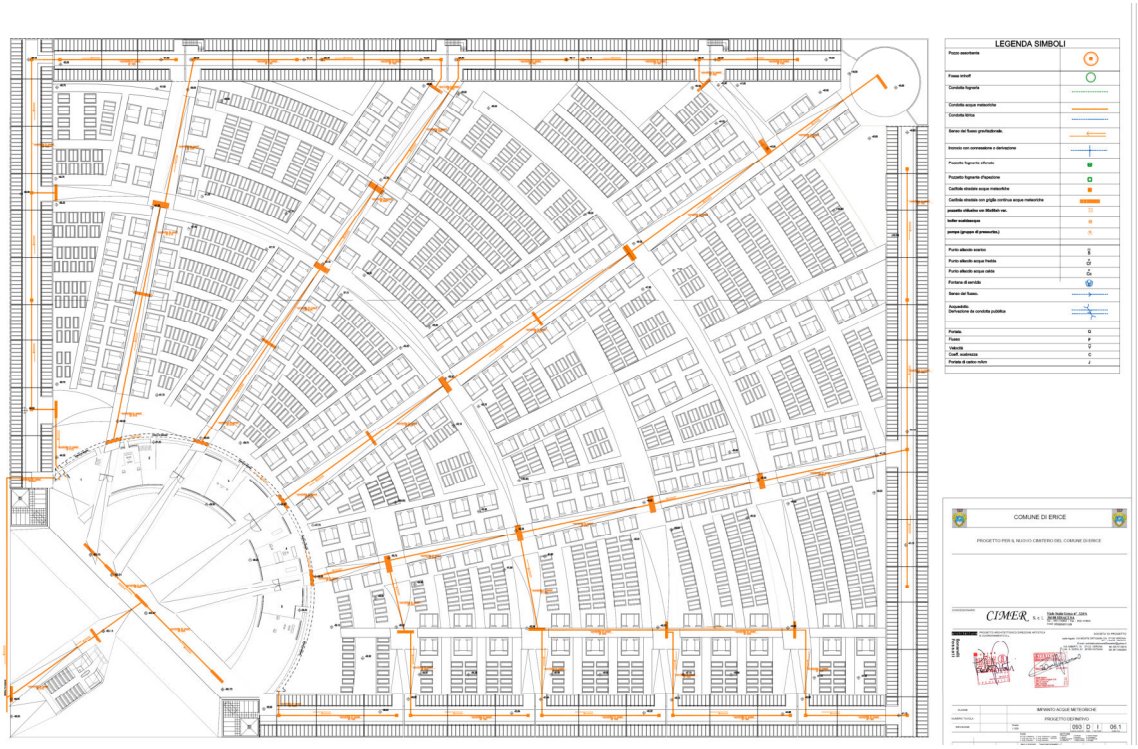
Questi percorsi che, procedendo dalle quote inferiori a quelle più elevate dell'insediamento, consentiranno il collegamento ed il travaso tra i settori circolari posti a varie quote superando un dislivello totale pari a circa 25 mt, avranno superfici pavimentate rigide.

Dall'osservazione del progetto (vedi planimetrie allegate), si deduce che una porzione dell'intera area (circa il 60%), cioè quella impegnata dalla piazza, dai percorsi a raggiera,

dalle opere sepolcrali e dalle annesse strutture di salvaguardia, ricoprirà il suolo impermeabilizzandolo con tutte le ripercussioni del caso.

I tributi idrici che vi insisteranno saranno convogliati in un circuito idraulico di raccolta con caditoie e tombini convergenti in apposite tubazioni e canalette.

Queste strutture, sfruttando le condizioni altimetriche dei luoghi, garantiranno lo smaltimento dell'afflusso idrico per gravità alla sezione di sbocco in prossimità della piazzetta di cui sopra (v. tavola seguente).



-

La restante parte di questi spazi (40%), invece, sarà costituita da aiuole recintate destinate al *verde*, da realizzare con modalità ed accorgimenti tali da renderne permeabili le superfici e determinare nel relativo sottosuolo la presenza di considerevoli volumi di materiale drenante.

Quest'ultimo sarà apposto in sostituzione del terreno naturale qui presente e per colmare i vuoti che si verrebbero a creare a retro dei muri di contenimento che caratterizzeranno ripetutamente l'anfiteatro lungo i salti di quota nei vari emicicli.

Tali superfici e volumi drenanti delle aiuole saranno in continuità idraulica con il sistema di drenaggio delle suddette strutture di sostegno e, a seguire, con le relative tubazioni di

allontanamento garantendo, anche in questo caso, lo smaltimento a valle di questi apporti pluviometrici.

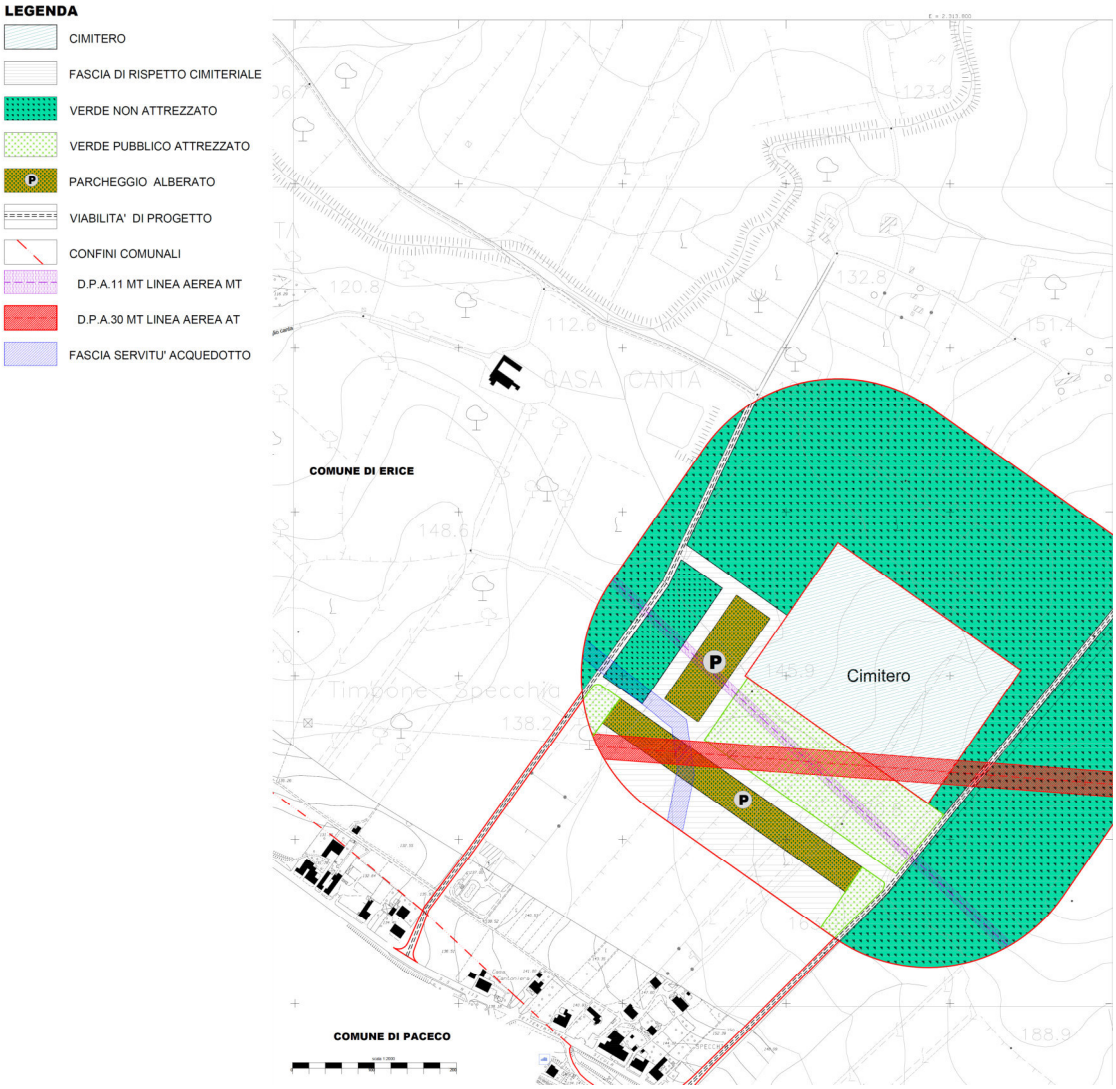
Essi, senza interferire, lungo il loro percorso, con le altre reti di canalizzazione preposte allo smaltimento degli afflussi meteorici, seguiranno, in corrispondenza di ciascun emiciclo, un percorso circolare convergendo precipuamente sul confine nord-occidentale dell'area cimiteriale e, da qui, sempre per gravità, alla *sezione di chiusura*.

Tutto intorno, poi, sarà garantita un'estesa fascia di rispetto che circonderà l'insediamento cimiteriale, area preposta anche ad ospitare la viabilità esterna e le ampie superfici destinate ai parcheggi.

Le pavimentazioni delle stradelle di accesso e dei parcheggi, appositamente concepite per il drenaggio delle acque di pioggia, saranno realizzate con utilizzo di idonei materiali e sistemi operativi in grado di intercettare e smaltirne adeguatamente le acque che vi si raccoglieranno orientando il relativo deflusso verso il corpo ricettore rappresentato dal *thalweg meridionale*.

Poi, in ambiti circoscritti dell'intero areale verranno progettati interventi di rimboschimento e rinverdimento volti all'abbellimento corografico, all'attenuazione dell'impatto visivo e alla mitigazione degli effetti morfogenetici sui terreni qui affioranti.

Infine si sottolinea che l'area è interessata da due linee ad alta (AT) e media tensione (MT) così come da un acquedotto (cod. PGRA 19TP00AQ0005), le cui fasce di rispetto sono contemplate nella relativa tavola di zonizzazione a supporto del P.R.G. del Comune di Erice (v. tavola seguente).


LEGENDA
CIMITERO
FASCIA DI RISPETTO CIMITERIALE
VERDE NON ATTREZZATO
VERDE PUBBLICO ATTREZZATO
PARCHEGGIO ALBERATO
VIABILITA' DI PROGETTO
CONFINI COMUNALI
D.P.A.11 MT LINEA AEREA MT
D.P.A.30 MT LINEA AEREA AT
FASCIA SERVITU' ACQUEDOTTO
COMUNE DI ERICE
COMUNE DI PACECO
Cimitero
P
P

6 VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA

6.1 Premesse

L'*Invarianza Idraulica*, come è noto, rappresenta quel concetto di base da rispettare secondo il quale gli interventi antropici da realizzare sul territorio non dovrebbero determinare un'alterazione quali-quantitativa nel deflusso delle acque di pioggia.

Risulta ovvio, infatti, che un suolo permeabile è in grado di trattenere, a seguito di infiltrazione in profondità, un'aliquota delle acque di pioggia riducendo le portate complessive dei corsi d'acqua che si ramificano all'interno dei bacini idrici.

Ne segue che eventuali successive coperture impermeabilizzanti di origine antropica determinerebbero un maggior deflusso e quindi un aumento delle portate con tutti i risvolti del caso.

Parimenti, è evidente che più un suolo si configura come un mezzo di bassa permeabilità meno influenza avranno detti interventi di copertura capaci di ostacolare la dispersione per adsorbimento nel suolo delle acque di pioggia.

Lo studio, richiesto dalla vigente normativa, permette di definire e valutare questi aspetti onde garantire lo sviluppo urbanistico senza creare emergenze ambientali nella realtà idraulica dei bacini esistenti e, nel caso in cui se ne ravvisasse un aggravio, dovrà contemplare tutti gli accorgimenti necessari per consentire adeguato smaltimento degli eventuali esuberi idrici per laminazione.

In tal modo con opportune misure compensative si dovrà garantire la capacità di regolare lo smaltimento delle piene da parte dei corsi d'acqua che drenano il territorio mantenendo rassicuranti condizioni di sicurezza all'interno dei relativi bacini.

Come anticipato, le valutazioni comprenderanno non solo eventuali variazioni quantitative rispetto alla condizione *ex ante* ma anche quegli aspetti in grado di modificare, peggiorandolo, il regime dei corsi d'acqua con aumento della velocità di *corrivazione,* focalizzazione e concentrazione del deflusso, tutto ciò a favore del contenimento nel tempo di dannose esondazioni, di fenomenologie erosive, di indesiderate invasioni di aree private e pubbliche, etc.

6.2 Analisi quantitativa per la stima della "pioggia utile"

6.2.1 Considerazioni generali

Come risaputo, gli effetti sul territorio degli eventi pluviometrici ed in particolare di quelli estremi, dipendono essenzialmente dalle condizioni al contorno, prima fra tutte il

concomitante riscontro termico e, a seguire, gli aspetti vegetazionali e l'uso antropico del territorio.

Aspetti che vanno a sovrapporsi alle condizioni di fondo che regolano la natura litologico-strutturale dei terreni e la morfologia della superficie topografica concorrendo al modello idrogeologico e, nello specifico, alla capacità dei suoli ad essere coinvolti dalle acque di pioggia.

Queste ultime, essenzialmente, secondo il classico bilancio idrogeologico che rapporta gli afflussi alle *perdite*, come risaputo, si disperderebbero in varie aliquote.

Per *evapotraspirazione* nell'aere, in parte per *infiltrazione efficace* nel suolo mentre la rimanenza per deflusso superficiale dapprima *ruscellante* e successivamente, a seguito convogliamento progressivo nelle aste secondarie e principali, di tipo *incanalato* sino allo sbocco nel corpo ricettore finale generalmente costituito dal mare come nel nostro caso.

A parità di fenomeni precipitativi per modulo così come per intensità, concentrazione ed estensione temporale degli eventi, infatti, gli effetti saranno tanto più dirompenti quanto più elevato appare il gap termico dell'ambiente, meno diffusa e presente la copertura vegetale, più estesa e caotica l'ingerenza antropica, più movimentato e acclive il tratto morfologico così come meno permeabile la roccia affiorante.

Da quanto sommariamente esposto ci si rende conto della complessità della problematica stante l'infinità di variabili che regolano nel dettaglio il meccanismo con cui si articolano le fenomenologie descritte.

Conseguentemente, in funzione delle varie finalità e degli specifici settori di applicazione verrà adottato un metodo di approccio ed un grado di approssimazione consono ed in linea con le aspettative progettuali.

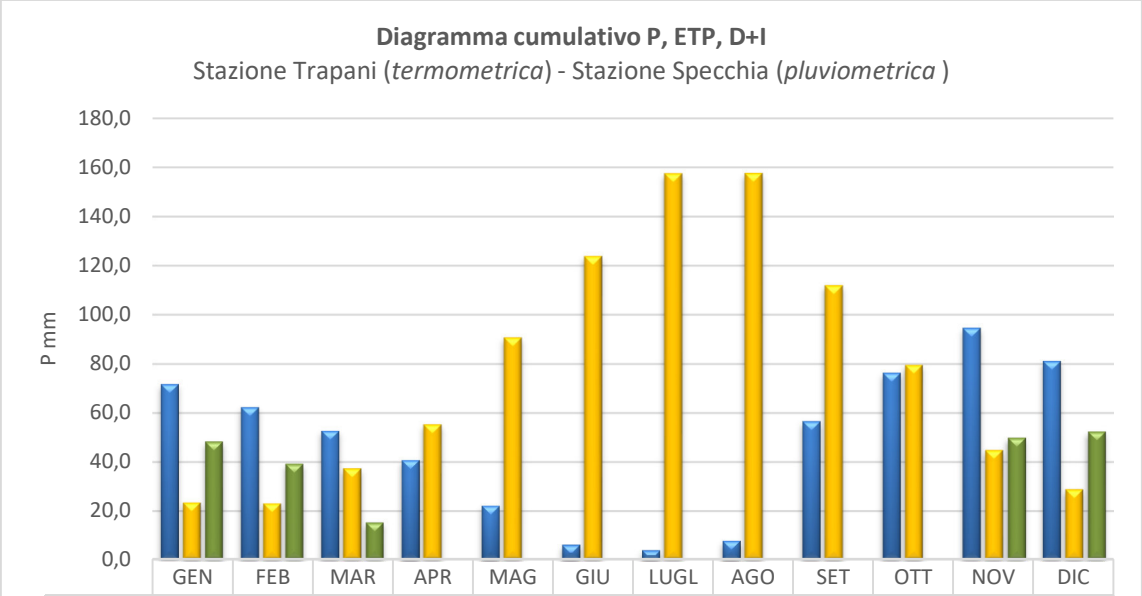
Il diagramma cumulativo appresso riportato, relativo alle stazioni di *Specchia/Fulgatore e Trapani*, sintetizza la situazione per l'areale in studio.

Esso, infatti, congloba e rapporta nell'ambito del bilancio idrogeologico e per l'intero anno, mese per mese, gli *apporti* pluviometrici, le *perdite* per evapotraspirazione e le aliquote inerenti al deflusso e all'infiltrazione.

Dalla sua osservazione si evince come il *surplus* in termini di deflusso si concretizzi nell'intera fase invernale e al termine di quella autunnale quando, tra l'altro, si verificano su base statistica gli eventi estremi cui si è assistito negli ultimi lustri.

Nelle restanti fasi dell'anno coincidenti, con l'innalzamento termico e la riduzione degli apporti pluviometrici che si azzerano o quasi nel pieno della stagione calda, invece, le

aliquote riconducibili all'evapotraspirazione, almeno in via teorica, superano agevolmente sia le infiltrazioni che il deflusso il cui deficit diviene assoluto nei mesi estivi.



	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
P (mm)	71,7	62,2	52,7	40,7	22,1	6,2	4,0	7,9	56,5	76,2	94,5	81,0
ETP	23,5	23,1	37,3	55,3	90,7	123,8	157,4	157,5	111,9	79,4	44,8	28,8
D+I	48,1	39,1	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,7	52,2

Nell'ambito del presente studio le valutazioni che hanno riguardato il *peso* dei vari fattori nell'economia del bilancio sono state improntate alla massima cautela come sotto elencato.

Riguardo le *perdite* in grado di condizionare il deflusso e di ridurne l'entità, si osserva:

Infiltrazione efficace

- Il territorio è caratterizzato da affioramenti in massima parte impermeabili per intrinseche proprietà litologiche ed idrauliche essendo essi rappresentati da sedimenti prevalentemente argillosi. Le poche aree in cui affiorano terreni rigidi permeabili o semipermeabili, oltre ad avere estensioni assai esigue, si trovano lungo gli spartiacque e in ogni caso laddove le pendenze risultano più accentuate. Quest'ultimo aspetto concorre nel ridurre i tempi di permanenza al suolo di dette acque di pioggia che, per ovvi motivi gravitativi, migrano più velocemente verso valle privilegiando il deflusso superficiale rispetto all'infiltrazione, e ciò è tanto più realistico quanto più bruscamente, in maniera violenta e quantitativamente significativa si realizza l'evento atmosferico. Ciò, può ragionevolmente determinare con facilità la completa saturazione del deposito *eluvio-colluviale* di versante nei periodi in cui le precipitazioni si manifestano cospicue, nonché ripetute e frequenti, in ristretti intervalli di tempo. In tali situazioni estreme, anzi, paradossalmente, si potrebbero concretizzare cessioni idriche da tali sedimenti ai thalwegs che drenano il pendio. Ne

segue che, nell'ambito del bilancio, queste aliquote di piogge riconducibili all'infiltrazione efficace, appaiono quantitativamente poco significative se non trascurabili.

Evapotraspirazione

- Per quanto concerne questa aliquota delle *perdite* complessive si sottolinea il fatto che essa manifesta i minimi annuali proprio in concomitanza con gli eventi pluviometrici invernali e di fine autunno. Infatti, l'andamento stagionale delle temperature, fattore di primaria importanza nei fenomeni evapotraspirativi, subisce una decisa flessione proprio in questi mesi. Come per l'infiltrazione, l'aliquota di pioggia destinata a disperdersi nell'atmosfera appare modesta a tutto vantaggio del deflusso superficiale. Anche qui, poi, se si dovesse valutare la sua entità nell'ambito di un periodo particolarmente piovoso con frequenti attività pluviometriche in brevi spazi di tempo, questa aliquota, per cautela, potrebbe essere conveniente sovrastimarla considerando possibili durature condizioni di soprassaturazione dell'aria. Concorre in questa valutazione la specificità della copertura vegetale oltre che per i risvolti di tipo traspirativo anche per ciò che concerne l'azione ritardante ed il contenimento delle acque di corrivazione. I suoli, infatti, sono precipuamente impegnati da colture viticole, cerealicole, e in parte incolti o dedicati alla semplice pastorizia. In netto subordine, solo in ristrette aree e soprattutto nella porzione apicale delle alture lungo lo spartiacque, si rilevano alberature di alto fusto. Ne segue che, le aliquote riconducibili alle *perdite* per traspirazione, allo stesso modo di quelle per evaporazione, appaiono assai modeste e poco influenti nello sviluppo del deflusso superficiale non in grado di modificarne sostanzialmente l'entità.

Le considerazioni esposte mettono in evidenza le difficoltà nella stima delle aliquote nette che, nell'ambito del bilancio complessivo, vanno attribuite all'entità del solo deflusso superficiale.

Partendo, però, da esse vedremo nel paragrafo seguente come è possibile valutarle facendo ricorso ad apposite tabellazioni scaturenti da esperienze dirette consolidate nel tempo ed estesamente utilizzate in ambito regionale per analoghe problematiche.

6.2.2 La "pioggia utile"

Con il termine "*pioggia utile*" si intende quella parte di precipitazione meteorica che, giungendo al suolo, scorre sulla superficie del versante fino ad immettersi nella rete idrografica del bacino del *Lenzi*.

Stante i riflessi attesi sul territorio, è d'obbligo optare per approcci estremamente cautelativi evidenziando le condizioni al contorno di volta in volta più penalizzanti.

Quindi, oltre agli aspetti morfologici, litologici ed idrogeologici si terrà conto delle caratteristiche del territorio per quanto riguarda il suo sfruttamento antropico descritte nel capitolo § 4.

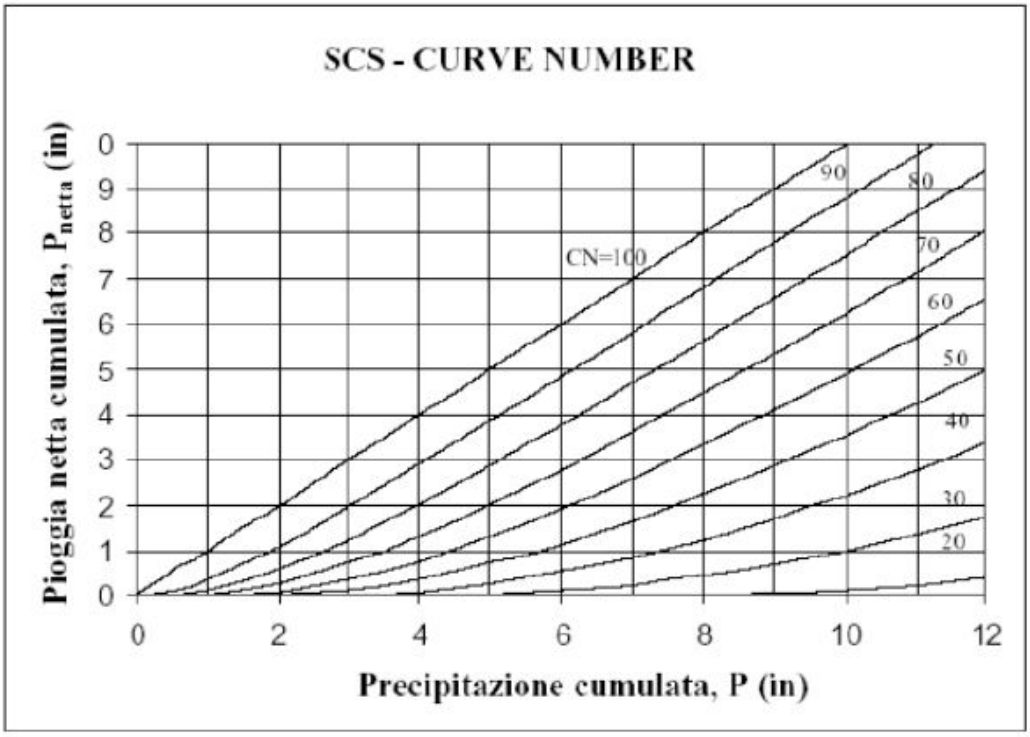
Ciò premesso, per gli scopi prefissati si propone l'applicazione del metodo afflussi/deflussi ***SCS*** (*soil conservation Service*) che stima il coefficiente riduttivo ***CN*** (*curve number*) per ottenere la stima dei deflussi superficiali ("*pioggia netta*").

Il parametro ***CN*** è un numero adimensionale che varia tra **100** (per suoli completamente impermeabili) e circa **30** per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione.

Con valori di ***CN*** uguali o prossimi allo 0, si è in presenza di una superficie assimilabile alla perfetta "spugna" dove viene assorbita e trattenuta la totalità o quasi della precipitazione.

Di contro, con valori di ***CN*** uguali o prossimi a 100, siamo in presenza di terreni o superfici impermeabili dove la precipitazione si trasforma interamente in deflusso.

Nella figura successiva si può osservare in che modo la pioggia cumulata si trasforma in pioggia netta in relazione al valore di CN.



Il CN è essenzialmente legato a:

- natura **litologica del suolo**;
- tipo di copertura (**uso del suolo**);
- condizioni iniziali di **umidità del suolo antecedenti** un evento meteorico;
- **stagione** di riposo o crescita della vegetazione.

L'agenzia del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) Natural Resources Conservation Service (NRCS), precedentemente nota come Soil Conservation Service, ha fornito nel 1972 delle tabelle per facilitare la determinazione del parametro CN suddividendo, poi, il suolo in quattro classi in base alla capacità di assorbimento come sotto riportato:

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Una volta determinata la classe del suolo si consultano specifiche tabelle dove, per tali gruppi, sono riportati i valori del parametro ***CN*** in relazione al tipo di copertura (uso del suolo) che per i casi applicativi di interesse nell'ambito del territorio siciliano risultano essere:

CN_{II}	CATEGORIA DEL SUOLO			
Uso del suolo e copertura vegetale	**A**	**B**	**C**	**D**
Pascolo in cattive condizioni (copertura vegetale < del 50% ed elevato sfruttamento)	68	76	86	89
Pascolo in discrete condizioni (copertura vegetale tra il 50% ed il 75%, modesto sfruttamento)	49	69	79	84
Pascolo in buone condizioni (copertura > del 75% sfruttamento saltuario)	39	61	74	80
Prato protetto dal pascolo e soggetto a fienagione	<=30	58	71	78
Sterpaglie in cattive condizioni (copertura < del 50%)	48	67	77	83
Sterpaglie in discrete condizioni (copertura tra il 50% ed il 75%)	35	56	70	77
Sterpaglie in buone condizioni (copertura > del 75%)	30	48	65	73
Bosco in cattive condizioni (sottobosco scarso)	45	66	77	83
Bosco in discrete condizioni (presenza di sottobosco anche soggetto a sfruttamento ma al riparo da incendi)	36	60	73	79
Bosco in buone condizioni (presenza di sottobosco protetto)	25	55	70	77
Aree industriali con permeabilità inferiore al 72%	81	88	91	93
Aree residenziali con impermeabilità media > del 65%	77	85	90	92
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 65% ed il 60%	57	72	81	86
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 60% ed il 20%	51	68	79	84
Suolo coltivato con trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Suolo coltivato senza trattamenti	62	71	78	81

Tabella illustrante l'uso del suolo in ambito regionale siciliano valida per medie condizioni di imbibizione preventiva del suolo AMC II

I valori di CN riportati nella tabella, inoltre, dipendono dallo stato di saturazione del terreno all'arrivo di un evento di precipitazione ***AMC***, fattore di fondamentale importanza per una corretta interpretazione e stima dei dati.

Il metodo esprime lo stato di saturazione attraverso le **condizioni di umidità del terreno antecedenti l'inizio dell'evento (AMC, Antecedent Moisture Condition)**.

L'SCS individua tre classi, ***AMC I, AMC II*** e ***AMC III***, in relazione al valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei **5 giorni precedenti l'evento meteorico**.

L'attribuzione della classe AMC si basa sui criteri riportati nella Tab:

Classe *AMC*	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 12.7 mm	<35.5 mm
II	12.7-28.0 mm	35.5-53.3 mm
III	>28.0 mm	>53.3 mm

Per condizioni antecedenti l'evento molto umide, AMC III, o molto asciutte, AMC I, si possono derivare i relativi valori di CN, determinati con le tabelle del precedente paragrafo e riferiti ad una condizione media di umidità (classe II) usando rispettivamente:

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

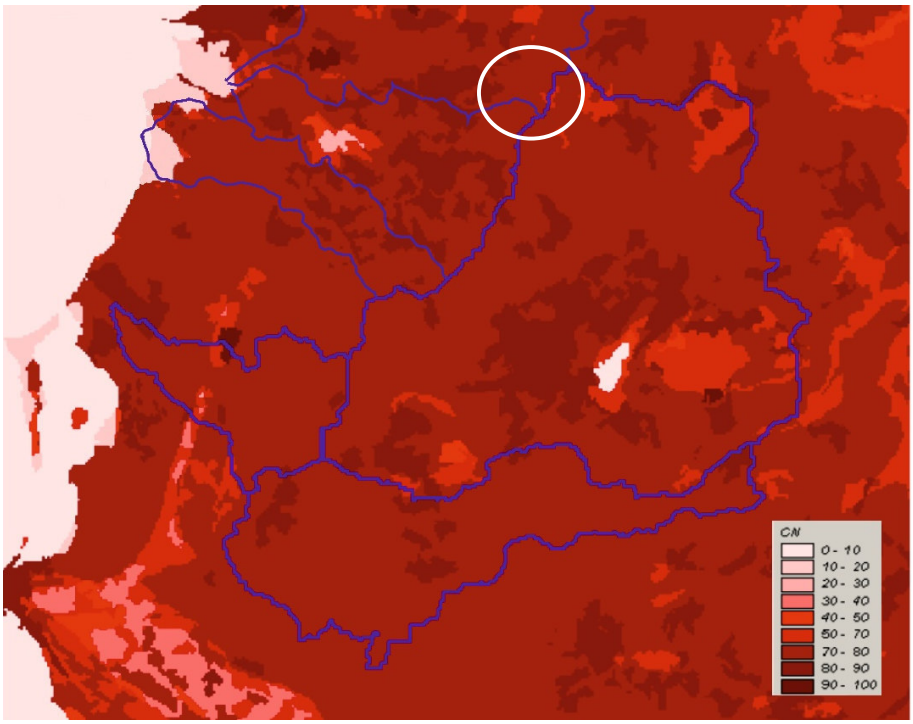
$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0{,}13CN(II)}$$

Utilizzando queste espressioni, pertanto, è possibile determinare i valori di CN nelle varie condizioni.

Nell'ottica di una valutazione adeguatamente cautelativa, pertanto, i valori di CN elencati nella tabella sopra riportata, che illustra una condizione di imbibizione media AMC II, possono essere agevolmente inaspriti e ricondotti a AMC III, quindi ad una condizione di estrema saturazione preventiva dei terreni con gli ovvi risvolti che ne seguono.

Per quanto esposto e sulla scorta di precedenti esperienze maturate in occasione di analoghe problematiche su terreni e condizioni al contorno similari al caso in oggetto, per il nostro areale sembrerebbe ragionevole e sufficientemente cautelativo proporre un valore di CN pari a circa l'80%.

Il valore stimato si colloca nella mappa riportata nel rapporto del PAI relativamente al bacino del Birgi, e qui allegata che illustra Il DTM (Digital Terrain Model) con la distribuzione del parametro ***CN*** nelle aree di interesse progettuale.



Pertanto, utilizzando il modulo di "*pioggia rappresentativa*" (§ 3.4) per un tempo di ritorno pari a 30/50/100 anni, si ottiene un valore di "*pioggia netta*" pari a:

CN	S_0	S	Ia
80	254	63,5	12,7

Parametri metodo SCS-CN

Tempo di ritorno [anni]	**$h_{0.0}$ [mm]**	**h_1 [mm]**	**h_2 [mm]**	**h_3 [mm]**	**h_4 [mm]**
30	0,0	0,00	2,40	7,79	12,20
50	0,0	0,0009	3,23	9,24	14,01
100	0.0	0,0210	4,47	11,26	16,48

Altezze di pioggia netta ex ante per singolo intervallo, valutate per vari tempi di ritorno T, Sottobacino Area cimiteriale.

6.3 VERIFICHE E ANALISI

Lo studio analitico di *Invarianza Idraulica* è stato redatto dalla *Cappello Engineering Srl* e risulta compiegato alla presente.

Per l'acquisizione di ogni dettaglio ed approfondimento riguardante le metodologie utilizzate nelle calcolazioni idrauliche così come i risultati numerici ottenuti ed ivi esposti si rimanda a questo specifico rapporto.

Nel presente paragrafo, invece, vengono fornite alcune considerazioni che concorrono ad una valutazione favorevole circa l'impatto che il futuro insediamento cimiteriale andrà a generare sulle aree all'uopo individuate.

Più precisamente, premesso che la *drenanza* dei terreni appare assai modesta (suoli poco permeabili o impermeabili) e che in una situazione *ex ante* gran parte delle piogge qui insistenti viene già convogliata a valle, si osserva quanto appresso:

Area centrale destinata alle sepolture

I quantitativi idrici da smaltire sono legati esclusivamente alle piogge che vi insistono direttamente risultando l'area completamente delimitata da un muro perimetrale e quindi esente da altri apporti esterni provenienti da monte.

Qui le superfici impermeabili, riconducibili ai percorsi e ai tetti di gran parte delle strutture, costituiranno un'aliquota pari al 60% (33.540 mq) rispetto all'area totale (53.900 mq).

La restante porzione del 40% (20.360 mq), invece, sarà rappresentata da aiuole con superfici permeabili.

Gli apporti meteorici complessivi, attraverso la rete di captazione e convogliamento, verranno recapitati per gravità alla sezione di chiusura in prossimità della piazzetta dell'insediamento sul suo margine nord-occidentale.

Come anticipato nei precedenti capitoli il valore di CN *ex ante* è stato stimato pari a 80% mentre il CN *ex post* di progetto, scaturente da media ponderale all'uopo eseguita per ambedue le superfici sopra individuate, si è valutato complessivamente pari a 86%.

Pertanto, per i vari tempi di ritorno, si ottengono i seguenti valori di altezze di pioggia netta *ex post* (di progetto):

CN	S_0	S	Ia
86	254	42,87	8,57

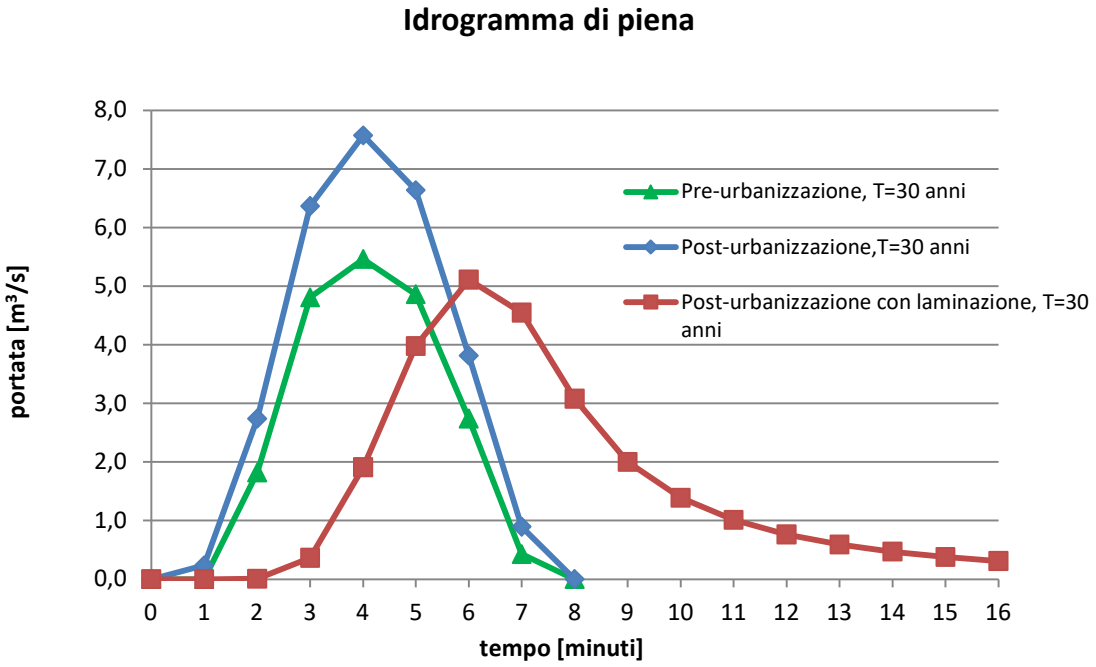
Tabella 1. Parametri metodo SCS-CN

Tempo di ritorno [anni]	**$h_{0.0}$ [mm]**	**h_1 [mm]**	**h_2 [mm]**	**h_3 [mm]**	**h_4 [mm]**
30	0,0	0,18	5,02	10,66	14,78
50	0,0	0,32	6,12	12,27	16,66
100	0.0	0,58	7,69	14,47	19,20

Ne scaturisce un idrogramma di piena (v. tavola successiva) per il quale tra le due condizioni *ex ante* ed *ex post* emergerebbe un surplus idrico di circa **2 mc/s** con un tempo di corrivazione similare per le due condizioni e pari a 4 minuti.

Appare evidente che l'intervento progettuale **non garantisce condizioni di *invarianza idraulica*** e quindi occorre attuare soluzioni compensative in grado di superare tale criticità.

Pertanto, onde garantire un corretto deflusso delle acque di piena sino al ricettore finale, cioè il thalweg *meridionale*, sarà necessario creare una camera di smaltimento per laminazione in cui immettere sempre **per gravità** tali tributi.



In tal modo si riuscirà a stemperare gli effetti dell'onda di massima piena equiparandola, con il processo di laminazione, a quella del deflusso attualmente prevedibile così come illustrato graficamente nell'idrogramma allegato.

A vantaggio di sicurezza occorre osservare come il sistema di drenaggio con cui le aiuole risultano in *continuità idraulica* rappresenterebbe un'ulteriore garanzia per quanto riguarda il differimento temporale nell'arrivo di questi tributi nella camera di laminazione.

Essi, dapprima raccolti e frazionati nelle varie aiuole ed immessi in profondità per filtrazione del suolo godranno del sensibile rallentamento all'interno della massa drenante il cui volume assumerà anche il ruolo di *pseudo roccia serbatoio* con suo proficuo coinvolgimento, sino a completa saturazione, seppur temporanea, durante le fasi di *transito* dei filetti idrici.

Lo stesso dicasi per lo sviluppo dei tubi filtranti e delle condutture che aumenteranno considerevolmente il percorso di tali apporti prima di raggiungere la camera di laminazione.

Oltre tutto, la ripetuta gradonatura dell'anfiteatro ridurrà sensibilmente l'*energia del rilievo* stemperando le pendenze medie complessive e, orizzontalizzando le superfici delle aiuole, prolungando il tempo di contatto con le acque piovane che vi insistono a tutto vantaggio delle capacità di filtrazione e dell'*inerzia idraulica* dell'intero sistema.

Stradelle esterne di accesso e aree a parcheggio

Queste aree con pavimentazioni flessibili da ricavare all'interno dell'ampia corona destinata alla fascia di rispetto cimiteriale, sul suo lato meridionale, saranno realizzate adottando soluzioni volte al drenaggio delle acque di pioggia.

I tributi idrici, tra l'altro rallentati nel loro deflusso verso valle dal futuro modellamento che si conferirà al pendio, pertanto, saranno in parte immessi nel sottosuolo e in parte convogliati nel vicino thalweg (canale meridionale) dalle opere di presidio e salvaguardia di cui verranno dotati questi spazi.

Eventuali aiuole di delimitazione e abbellimento dove poter mettere a dimora specifiche essenza arbustive o arboree e poter creare ulteriori superfici permeabili, contribuiranno positivamente nell'economia generale delle problematiche affrontate.

Il tutto determinerà soddisfacenti condizioni di *invarianza idraulica* e quindi la percorribilità del progetto sotto questo punto di vista.

Area di rispetto cimiteriale

In questa estesa porzione di territorio a sviluppo sub rettangolare non saranno realizzati interventi invasivi se non la messa a dimora di essenze arboree e arbustive.

Pertanto, non si prevedono trasformazioni quali-quantitative nel deflusso superficiale che possano arrecare nocumento allo stesso.

Anzi, la presenza sui luoghi di una vegetazione attualmente inesistente e, laddove necessario un'eventuale relativa gradonatura del versante potranno significare momenti di miglioramento nel contenimento delle pendenze generali e dello scorrimento idrico a tutto vantaggio, oltretutto, delle complessive condizioni di equilibrio morfologico in qui versano attualmente i luoghi.

7 – OSSERVAZIONI E CONCLUSIONI

Il sottoscritto Dott. Giuseppe Mura, Geologo, incaricato dalla Ditta *CIMER srl*, ha redatto il presente *studio di invarianza idraulica e idrologica* nell'ambito del progetto di realizzazione del nuovo cimitero comunale di Erice che dovrà sorgere in c.da Napola – Specchia.

Come previsto dalla vigente normativa sono state attenzionate le variazioni che il futuro insediamento provocherà nell'assetto idraulico dell'areale direttamente interessato al fine di individuarne eventuali criticità.

Gli accertamenti hanno evidenziato che l'intervento progettuale non garantisce condizioni di *invarianza idraulica.*

Ne segue la necessità di applicare misure compensative per garantire un corretto inserimento dell'opera nel contesto ambientale prescelto e, più in generale, nell'ambito complessivo del bacino del torrente *Lenzi*, corpo ricettore dei tributi idrici provenienti da questa porzione di territorio.

Più precisamente sarà necessario immettere il deflusso convogliato dall'opera nel reticolo idrografico esistente mediante una vasca di laminazione che soddisfi un corretto smaltimento di tali tributi idrici sintetizzato nell'idrogramma di piena riportato al §6.3.

Per un'acquisizione di maggiore dettaglio, si rimanda ai vari capitoli della presente e ai relativi elaborati tra cui lo studio idraulico prodotto dalla *Cappello Engineering Srl* della cui collaborazione ci si è avvalsi per i dovuti approfondimenti e determinazioni analitiche.

Al fine di ottimizzare il nuovo regime idraulico indotto dai futuri interventi, inoltre, ci permettiamo di evidenziare e suggerire quanto appresso:

- la realizzazione del muro perimetrale dell'area cimiteriale destinata alle sepolture e ai servizi annessi se per un verso non consentirà in questi spazi immissioni di acque da monte, per altro verso determinerà l'arresto di queste ultime rendendone difficoltoso il decorso verso valle. Tali acque, attualmente defluenti per ruscellamento diffuso su questa porzione del versante compresa tra lo spartiacque ed il suddetto muro, trovando tale insormontabile ostacolo, è ragionevole ipotizzare che vengano deviate e dirette in maniera concentrata a Sud verso il qui vicino thalweg. Si consiglia, pertanto, la messa in opera di un *fosso di guardia* da disporre parallelamente al muro in grado di captare e gestire adeguatamente il deflusso proveniente da monte prima che esso impatti con detto ostacolo agevolandone, poi, l'immissione nel suddetto canale;
- analogo *cunettone* di raccolta dovrà essere concepito sugli altri margini dell'area cimiteriale per la captazione dei tributi idrici nel caso in cui il loro deflusso interferisca con il suddetto muro (v. carta con ricostruzione digitale del terreno);

- come detto, per la laminazione dei quantitativi idrici provenienti dall'intera area cimiteriale si prevede la realizzazione di apposita vasca in grado di recepire **gravitativamente** il deflusso qui convogliato nell'intera area, per il cui dimensionamento e collocazione si rimanda alla fase esecutiva. Stante, però, il programma di costruzione dell'intervento che prevede più fasi di avanzamento dei lavori in funzione delle esigenze che potranno manifestarsi nel corso del tempo (richieste in aumento o riduzione dei posti disponibili), anche la realizzazione della vasca di laminazione potrebbe seguire una certa modularità realizzativa con un suo frazionamento ed aggiunte successive). Ciò attraverso un opportuno dimensionamento di ogni step realizzativo della suddetta vasca, da eseguire anch'esso in fase esecutiva, in grado di smaltire il deflusso convogliato da ciascun settore di area cimiteriale di volta in volta presa in considerazione e realizzata. La gradualità con cui si procederebbe nell'accrescimento dell'insediamento, tra l'altro, consentirebbe di valutare nel tempo la correttezza ed il riscontro delle calcolazioni eseguite potendo contare su osservazioni dirette, temporalmente più estese, circa lo sviluppo climatico generale con le ovvie ripercussioni in termini pluviometrici sui terreni in questione;
- relativamente alla *invarianza idraulica* da raggiungere in corrispondenza delle pavimentazioni flessibili rappresentate dalle stradelle di accesso e dai parcheggi, si sottolinea l'esigenza di impiegare soluzioni progettuali e materiali idonei in grado di assicurare adeguata capacità drenante;
- in questa sede si ribadisce quanto già riportato nei precedenti capitoli riguardo il favorevole ruolo delle aiuole nell'ambito del deflusso all'interno dell'area cimiteriale. Infatti occorre osservare come il sistema di drenaggio con cui le aiuole risultano in *continuità idraulica* rappresenterebbe un'ulteriore garanzia per quanto riguarda lo stoccaggio temporaneo ed il differimento temporale nell'arrivo di questi tributi nella camera di laminazione. Essi, dapprima raccolti e frazionati nelle varie aiuole ed immessi in profondità per filtrazione del suolo godranno del sensibile rallentamento e *stoccaggio* all'interno della massa drenante il cui volume assumerà anche il ruolo di *pseudo roccia serbatoio* con suo proficuo coinvolgimento, sino a completa saturazione, seppur temporanea, durante le fasi di *transito* dei filetti idrici. Lo stesso dicasi per lo sviluppo dei tubi filtranti e delle condutture che, oltretutto, aumenteranno considerevolmente il tempo di percorrenza di tali apporti prima che essi raggiungano la camera di laminazione. Ancora, la ripetuta gradonatura dell'anfiteatro ridurrà sensibilmente l'*energia clivometrica* stemperando le pendenze medie complessive e orizzontalizzando le superfici delle aiuole. Ciò prolungherà anche il tempo di contatto con le acque piovane che vi insisteranno a tutto vantaggio delle capacità di filtrazione del suolo. Dall'esame congiunto dei fattori esposti, emergerebbe in ultima analisi un complessivo consistente beneficio nelle modalità di smaltimento di tali tributi a tutto vantaggio dell'*inerzia idraulica* dell'intero

sistema. Anche per queste opere idrauliche si rimanda alla fase progettuale esecutiva per il loro dimensionamento e disposizione secondo gli step di avanzamento che verranno via via adottati nella costruzione dell'insediamento;

- onde garantire efficienza e durata dei sistemi di drenaggio se ne raccomanda particolare riguardo nella costruzione e protezione da intasamenti impiegando idonei materiali e adeguate soluzioni tecniche;
- gli accorgimenti suggeriti nella presente relazione riguardano ovviamente i casi legati a *criticità pluviometriche.* Nel caso in cui si volesse anche raccogliere l'apporto pluviometrico ordinario per scopi legati alla fruizione dell'insediamento, si consiglia la realizzazione di altre vasche opportunamente dimensionate e collegate al circuito idrico di raccolta. Ciò costituirebbe accumuli aggiuntivi separati dal sistema di laminazione e/o opportunatamente collegati ad esso, in modo tale da non comprometterne la funzionalità e la capacità di smaltimento in occasione di eventi pluviometrici di eccezionale intensità.

Infine, relativamente allo smaltimento idrico dell'intera fascia di territorio coinvolta dal futuro cimitero, pur non risultando l'argomento di stretto interesse del presente studio, non si può non evidenziare la necessità di attenzionare il deflusso nel suo insieme.

Più precisamente occorrerà provvedere all'adeguamento dimensionale dei canali e dei fossi del reticolo idrografico nonché del tombino di attraversamento della stradella che delimita ad occidente, sul suo lato vallivo, la suddetta area, punto nodale verso cui tali direttrici idriche convergono.

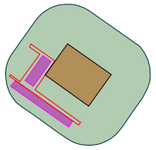
Il tombino rappresenta un punto nevralgico, infatti, in quanto preposto allo smaltimento idrico dell'intera superficie coinvolta dall'insediamento oltre che di quelle ubicate immediatamente a Nord.

Il Tecnico incaricato
Dott. Geol. Giuseppe Mura

Mura
Giuseppe
16.05.2024
15:04:32
GMT+01:00

Quadro d'insieme con ubicazione dell'area interessata
scala 1:10.000

Rappresentazione aerofotogrammetrica con gli interventi di progetto
scala 1:5.000



Ubicazione del futuro insediamento cimiteriale

CARTA TEMATICA
scala 1:10.000

Ubicazione del futuro insediamento cimiteriale

Spartiacque morfologico

Reticolo idrografico

Bacino del torrente Lenzi

Area interessata dal bacino del torrente *Lenzi*

Bacino del torrente *Baiata*

Area interessata dal bacino del torrente *Baiata*

Torrente Lenzi

Bacino del torrente Lenzi

Bacino del torrente *Baiata*

Bacino del torrente Lenzi

Bacino del torrente *Baiata*

Stralcio portale WebGis Regione Siciliana riportante indicazioni del PAI

