

**COMUNE DI TERRASINI
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO**



Oggetto: PIANO DI LOTTIZZAZIONE “Case Cusumano” PER INSEDIAMENTI STAGIONALI AD USO TURISTICO.

Proprietà: G.I.G.A. S.r.l.

STUDIO SULL’INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Ddg n.102 del 23/06/2021

ALLEGATI:

- ELABORATI GRAFICI

DATA

Cinisi Settembre 2024

IL GEOLOGO



1.Premessa

Il sottoscritto Dott. Geologo Vito Gaglio, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia con il n.1406, ha eseguito lo studio di invarianza idraulica ed idrologica relativo ad un'area del Comune di Terrasini, Contrada Agliandroni, nella quale si prevede un Piano di lottizzazione denominato "Case Cusumano" per insediamenti stagionali ad uso turistico ; esso è stato predisposto su incarico della Ditta: - **G.I.G.A. Costruzioni s.r.l.** Negli ultimi decenni, l'intensa urbanizzazione ha portato ad un'eccessiva impermeabilizzazione del territorio che negli anni si è tradotto in un aumento della vulnerabilità dei sistemi ambientali. Questo, come riportato nella circolare del 11/10/2019 dell'Autorità di Bacino del distretto Idrografico della Sicilia, ha avuto essenzialmente i seguenti effetti sul territorio:

- ha ridotto sensibilmente i tempi di corrivazione intensificando i fenomeni alluvionali;
- ha ridotto l'infiltrazione efficace e quindi la naturale ricarica delle falde sotterranee;
- ha aumentato lo scorrimento superficiale e quindi l'erosione dei suoli ed il trasporto solido.

La Regione Sicilia, in seguito all'approvazione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia (PdG) e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), ha individuato una serie di interventi atti a ridurre i carichi derivanti dal ruscellamento e dall'erosione secondo la seguente tabella:

ID KTM	Descrizione KTM	Cod. Azione	Misura	Tipologia di misura	Azione
KTM17	Misure per ridurre i carichi di sedimenti dovuti all'erosione del suolo e al deflusso superficiale	E22St	Tutela ambientale	Strutturale	Mantenimento della permeabilità dei suoli e della capacità di invaso
KTM17	Misure per ridurre i carichi di sedimenti dovuti all'erosione del suolo e al deflusso superficiale	C1Re	Ridurre i carichi puntuali	Regolamentazione	Definizione norme edilizie ed urbanistiche, per i nuovi insediamenti, per l'applicazione di criteri costruttivi volti alla limitazione delle superfici impermeabilizzate
KTM17	Misure per ridurre i carichi di sedimenti dovuti all'erosione del suolo e al deflusso superficiale	E7In	Tutela ambientale	Incentivazione	Incentivazione delle operazioni di riqualificazione delle aree urbane degradate al fine di ridurre il consumo di suolo

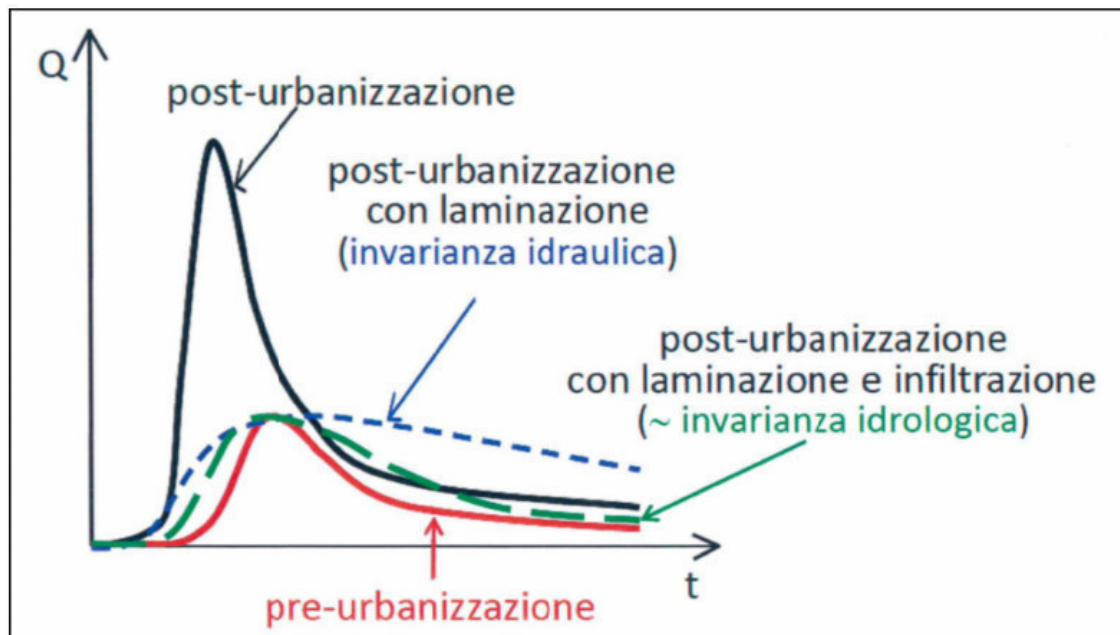
Il PGRA, in questo contesto, costituisce lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le misure

finalizzate a garantire, per l'ambito territoriale costituito dal distretto idrografico della Sicilia, il perseguimento degli scopi e degli obiettivi di cui alla direttiva n. 2007/60/CE e al decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49. A tal fine, in questo contesto, vengono inseriti i concetti di invarianza idraulica ed idrologica di cui di seguito sono riportate le definizioni:

a) invarianza idraulica: principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate o di nuova urbanizzazione nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;

b) 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;

c) drenaggio urbano sostenibile: sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo "alla sorgente" delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque. Solo a titolo di esempio, si riporta il grafico che è presente nella circolare, in cui vengono riportati i diversi idrogrammi di piena di un bacino prima che vengano eseguiti gli interventi di urbanizzazione e dopo, nonché gli effetti di invarianza idraulica e di invarianza idrologica:



Per dare attuazione a quanto riportato nel PGRA, è stata prevista una misura di regolamentazione finalizzata all'attuazione del principio di invarianza e/o idrologica delle trasformazioni urbanistiche e all'adozione delle tecniche di drenaggio urbano sostenibile descritte più avanti.

I principi di invarianza idraulica e/o idrologica vanno sempre considerati in tutte quelle situazioni in cui le trasformazioni del territorio comportano modifiche alle condizioni naturali del regime idrologico che hanno come effetto un aumento delle portate recapitate ai corpi idrici recettori, siano questi naturali e/o artificiali, per cui vanno sempre applicati per le:

- a) trasformazioni urbanistico – edilizia;
- b) infrastrutture di trasporto.

In tal senso occorre evidenziare che l'incremento delle aree urbanizzate che si è registrato negli ultimi 40 anni in Sicilia, soprattutto con riferimento alle aree costiere, ha prodotto una significativa crescita del grado di impermeabilizzazione del territorio e spesso un'integrazione nel tessuto urbano delle reticolo idrografico naturale che è stato in genere oggetto d'interventi di artificializzazione (tombamento) ed è stato utilizzato come recapito della rete fognaria di drenaggio urbano delle acque meteoriche. Una maggiore incidenza delle superfici impermeabili in un bacino urbanizzato si traduce, come già precedentemente scritto, nell'incremento delle portate al colmo di piena e dei volumi di

piena scaricate sul reticolo idrografico dalle fognature per acque meteoriche, generando situazioni di pericolosità e di rischio. Per tali situazioni il Piano prevede come misura l'adozione di sistemi di drenaggio urbano sostenibile noti nella letteratura anglosassone con gli acronimi di SUDS, (Sustainable Urban Drainage Sistem), o NWRM (Misure di Ritenzione Naturale delle Acque in Europa). Questi sistemi si fondano sull'idea di recuperare le funzioni idrologiche naturali del suolo e ridurre le alterazioni al ciclo dell'acqua provocate dall'impermeabilizzazione dei suoli. Per garantire da un lato un'efficace difesa idraulica del centro abitato, dall'altro un controllo sulla qualità degli scarichi dei reflui nei corpi idrici. Il sistema di drenaggio urbano sostenibile è composto da una serie di strutture fisiche e tecniche finalizzate a ricevere le acque del deflusso di scorrimento superficiale delle acque piovane (principalmente attraverso processi di infiltrazione e detenzione). Nell'ambito del sistema le vasche di laminazione e i canali di gronda sono finalizzati a regolare gli afflussi al reticolo idrografico che interessa i centri abitati.

I Sistemi di Drenaggio Urbano sostenibile (SUDS) assolvono diverse funzioni , in particolare:

- gestioni delle portate idriche (laminazione, ritenzione, infiltrazione);
- miglioramento della qualità delle acque.

In questo contesto normativo si inserisce il presente lavoro



Schema funzionamento SUDS (Ciria 2015).

2. Riferimenti Normativi;

- L. R. 27 dicembre 1978, n. 71 e successive modifiche ed integrazioni;
- L.R. n. 3/2016, n. 44/1991, n. 5/2011 e n.22/2008;
- D.P.R.S. n. 23 de 108.07.2014;
- D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.;
- L.R. n. 16/2016, che ha recepito con modifiche il D.P.R. 380/01 Testo Unico dell'Edilizia; – D.Lgs n. 33/2013 es.m.i.;
- circolare regionale n. 1/2015 prot. 11642 de 119.05.2015;
- Dlgs 18/08/2000 n. 267 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.C.M. del 7 marzo 2019 con il quale è stato approvato il nuovo Piano Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Sicilia;
- Ordinanza Sindacale n. 10/OS del 28/01/2019.
- Circolare 6834 del 11/10/2019 Autorità di Bacino Distretto Idrografico della Sicilia
- DDG 102 del 23/06/2021

3.Topografia e Geomorfologia

L'area di studio della presente indagine geologica ricade nel comune di Terrasini in c/da Agliandroni, a circa 2,6 Km a sud-ovest dal centro abitato, sul pendio a bassa inclinazione che raccorda il versante Nord Occidentale di Monte Palmeto alla falesia di contrada Roccavoli, confina ad ovest con via Caporama e dai restanti lati con proprietà aliene in parte edificate. Al fondo si accede sia dalla strada via Caporama che da via dei Gerani.

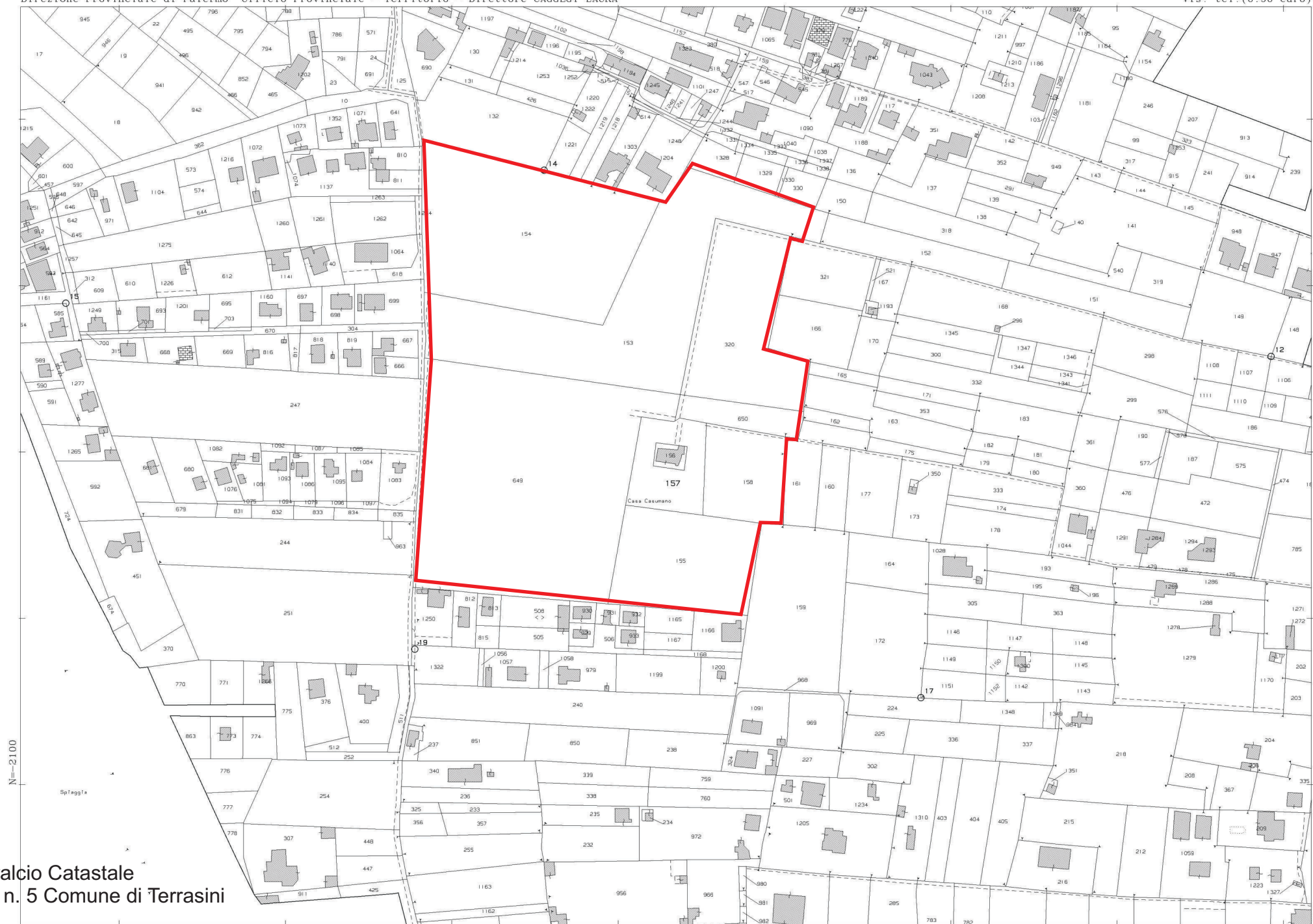
Si rileva di forma irregolare e con lieve pendenza verso il mare, posta ad una quota media sul livello del mare pari a mt. 35 . E' censita al Fg 5 p.lle 155-156 f.r.-157-158-649-650- 153-154-320 del N.C.T. di Terrasini , per una superficie complessiva di progetto di mq. 56.152,00;

Per quanto concerne il P.R.G. l'area in esame ricadente in Zone omogenee per insediamenti stagionali "C6" art. 33 N.T.A.

L'area interessata inoltre insiste sulla Tavoletta topografica in scala 1\25000 "Capo Rama" Fg. 249 III N.O. della carta edita dall' Istituto Geografico Militare e sulla C.T.R. sez. 594050

Le coordinate geografiche (WGS84) sono : Lat. 38°.135059 N Long. 13°.06002 E.

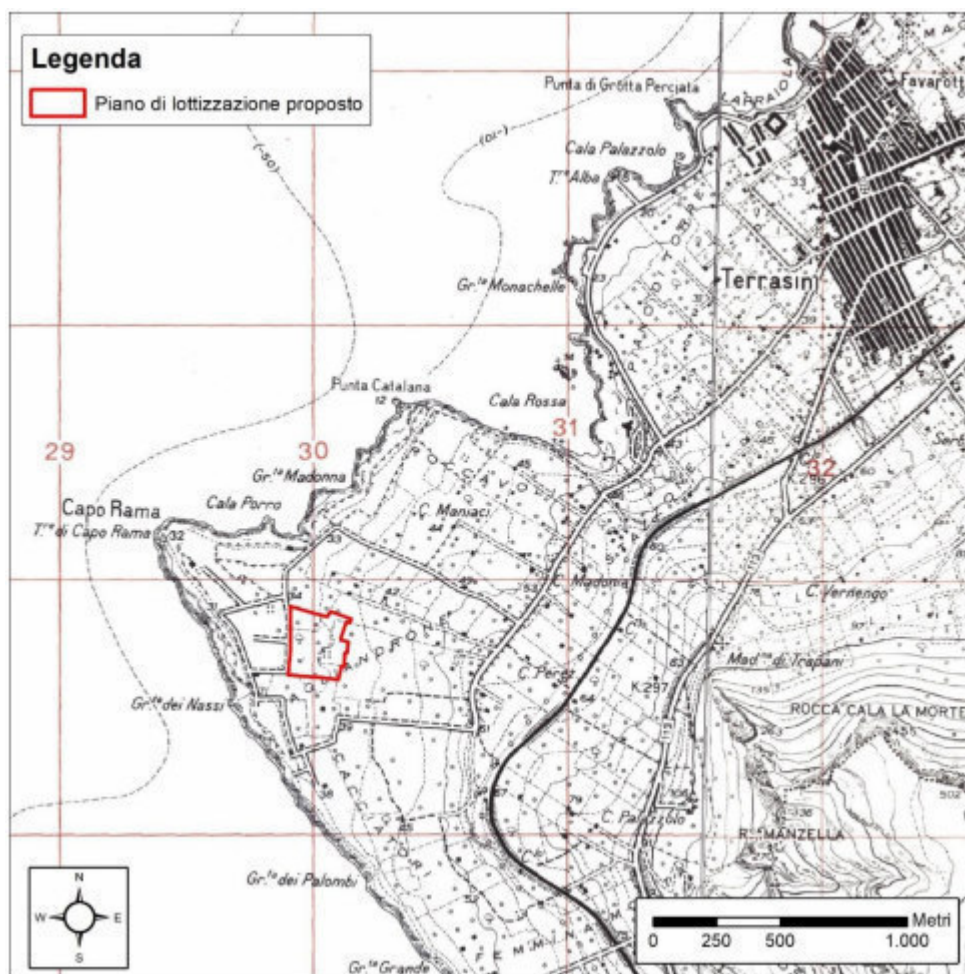
Stralcio Catastale
Fg n. 5 Comune di Terrasini



Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 776.000 x 552.000 metri

Comune: TERRASINI
Foglio: 5

24-Dic-2018 9:47:39
Prot. n. 113959/2018



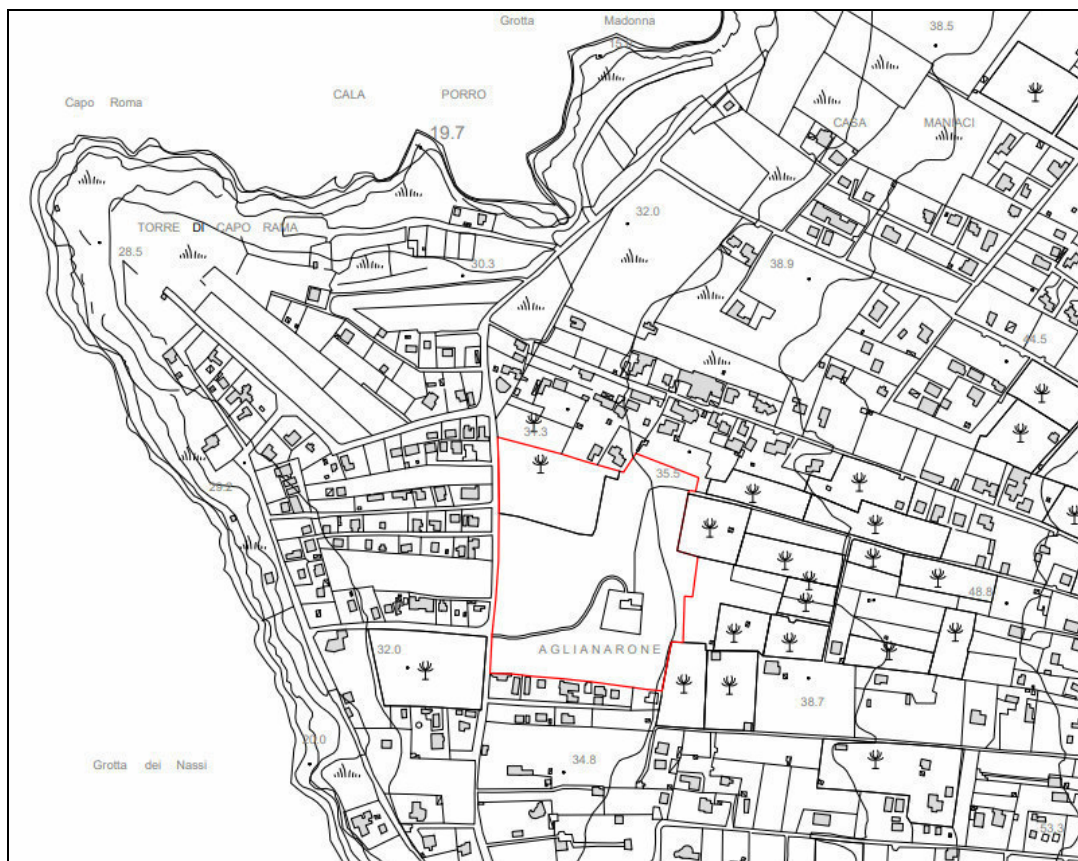
Stralcio Tavolella I.G.M. "Capo Rama" con ubicazione lotto

All'esame morfologico è caratterizzata da un andamento sub-pianeggiante (pendenza media $< 5\%$) che contrasta con quella che è la più saliente caratteristica morfologica della zona Nord-Occidentale del territorio isolano, ovvero un andamento plano-altimetrico vario per eccellenza in dipendenza degli affioramenti calcarei del Mesozoico. Anche nei ristretti limiti del lotto in esame l'andamento è assimilabile ad un pianoro sub-orizzontale all'interno del quale non si osserva alcun tipo di dissesto o di cedimento in atto.

Gli aspetti morfologici che caratterizzano l'area in studio sono legati, alla orogenesi quaternaria; infatti nel quaternario antico la linea di costa in questa zona si trovava in una posizione più avanzata rispetto a quella odierna e la piana su cui sorge oggi l'abitato di Terrasini era costituita da fondali marini bassi a scarsa energia. In tale ambiente inizia a partire dal piano Siciliano, la sedimentazione di materiale detritico proveniente dalla

erosione dei rilievi carbonatici retrostanti e da frammenti di gusci di micro e macro organismi di ambiente di mare basso ; nel corso di questo periodo a seguito del progressivo blando “sollevamento” della fascia costiera la linea di costa è arretrata via via fino alla posizione attuale , facendo affiorare i suddetti depositi che hanno così dato origine a una serie di spianate morfologiche.

Vista la generale stabilità geologica e geomorfologica dei terreni indagati, il sito direttamente interessato può ritenersi **privo di evidenti dissesti, di forme d'erosione accelerata e di qualunque caratteristica morfologica definibile come “emergenza”**, che possano in qualche modo precludere o complicare la realizzazione delle opere previste in progetto, infatti i siti di imposta si pongono al di fuori delle aree in dissesto di cui al Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico (P.A.I.) Area territoriale tra Punta Raisi e Fiume Nocella (041) ultimo aggiornamento con DSG n.394 anno 2021.



Stralcio C.T.R. sez. 594050 con ubicazione lotto

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana

Presidenza della Regione Siciliana
Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

Servizio 2 "ASSETTO DEL TERRITORIO"
Unità Operativa 2.1

Aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
(Art. 68 commi 4bis e 4 ter del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e ss. mm. ii.)

Conferenza Operativa del 09/11/2021
(Art.13, comma 3 L.R. n. 8 del 08/05/2018)

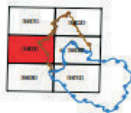
Delibera n. 45 del 17/11/2021

Area Territoriale tra Punta Raisi e il bacino del Fiume Nocella (041)
Bacino Idrografico del Fiume Nocella ed area territoriale tra il
bacino del Fiume Nocella e il bacino del Fiume Jato (042)

GEOMORFOLOGIA
COMUNE DI TERRASINI

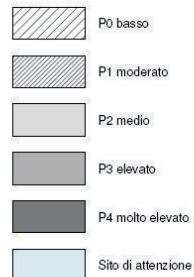


594050 - SCALA 1:10.000
CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO

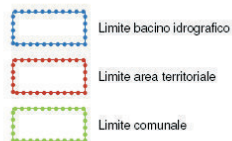
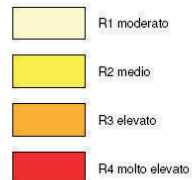


LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'



LIVELLI DI RISCHIO



Ubicazione
area in esame



4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il terreni che affiorano nell'area interessata sono i litotipi calcareo e in subordine silico carbonatici appartenenti alle Unità Stratigrafico Strutturale "Monte Gallo-Monte Palmeto". Questa Unità deriva dalla deformazione del margine della piattaforma carbonatica Panormide (parte esterna della laguna di retroscogliera , scogliera , avanscogliera e del bordo marginale) e l'età è compresa tra il Trias sup. e l'Eocene sup. Le osservazioni geologiche di campagna unitamente ai dati bibliografici esistenti hanno consentito di redigere una carta geologica ed una idrogeologica in scala 1/10.000 sia dell'area interessata dall'opera in progetto , sia delle zone circostanti . Dall'osservazione di questa si evince che il sottosuolo dell'area in esame è costituito, dal basso verso l'alto da:

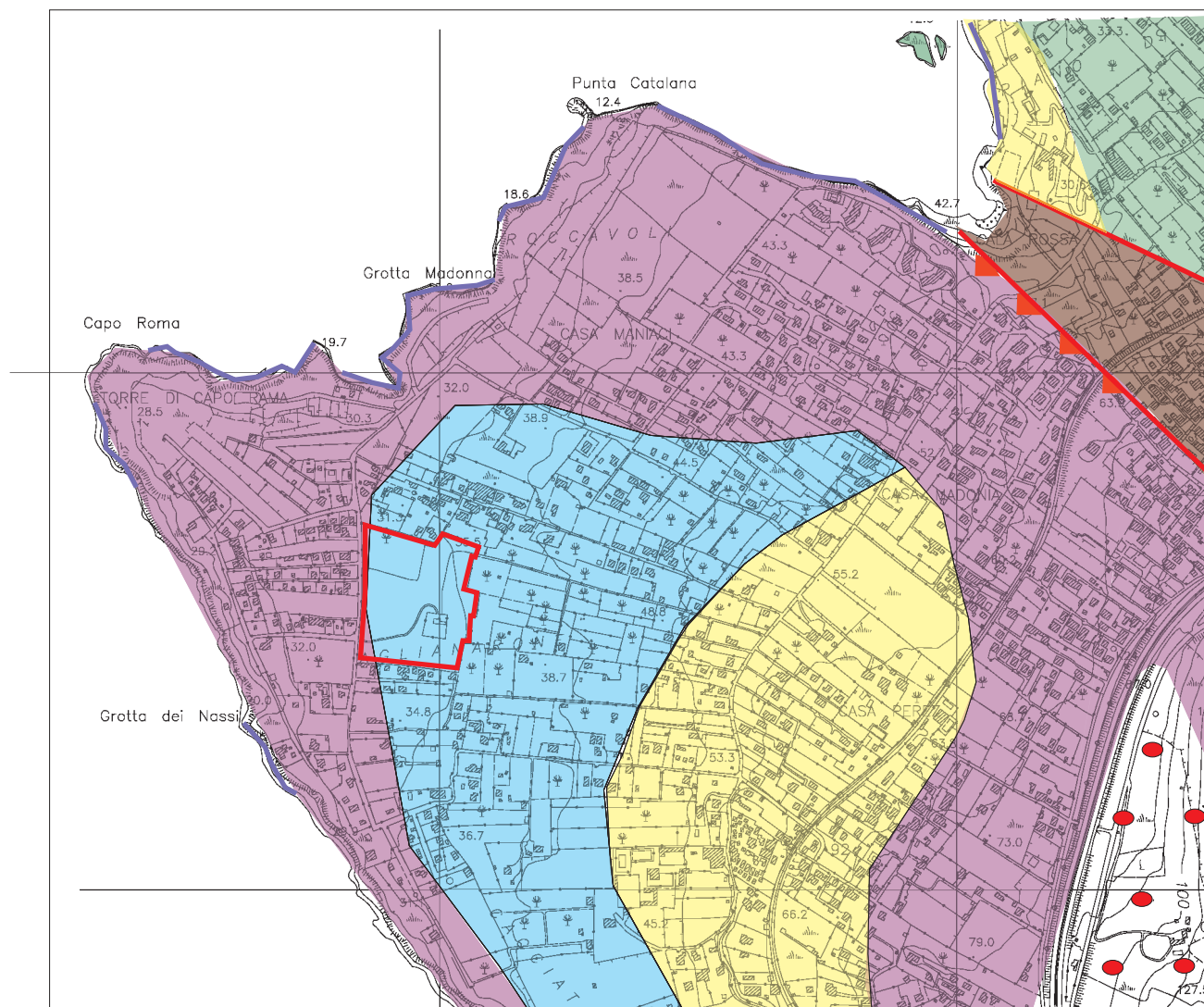
Calcarei a Megalodonti, calcari stromatolitici talvolta intercalati da calcari dolomitici del Trias sup.-Lias. Essi affiorano estesamente a SO dell'abitato di Terrasini immergendo verso Nord con pendenza superiore ai 40°.

Seguono le **Calciluti con Calpionelle** compatte, in grossi strati, di colore grigio, intercalate, talvolta, a biocalcareni risedimentate (Giura sup.-Cretaceo inf.). Esse affiorano sia a Nord che ad Est dell'abitato di Terrasini con una notevole estensione ed immergendo verso SW con una pendenza di circa 35°.

Argilliti più o meno siltose alternate localmente a sottili straterelli quarzarenitici a disposizione prevalentemente caotica ed arenarie gradate con brecciole a Lepidocicline ; la porzione argillosa di tale formazione presenta un colore giallastro in superficie con inclusioni di argille color bruno mentre in profondità diventa compatta assumendo una colorazione grigio - scuro , la stratificazione è praticamente assente. (Flysh Numidico) (Langhiano inf. - Oligocene sup.).

- **Calcarenite bioclastica** dell'Emiliano e Siciliano. Si tratta di una calcarenite organogena abbastanza compatta con livelli ciottolosi e di colore giallastro. Essa ha una giacitura sub-orizzontale con pendenza verso mare, con spessore variabile poggiante in discordanza sui terreni sottostanti.

- **Sabbie quarzose Eoliche** ; la genesi di queste sabbie e da ricondurre a una fase morfoclimatica freddo arida durante la quale una porzione dell' attuale fondo marino del Golfo di Castellammare doveva essere emersa e costituire l' area di alimentazione di tali sabbie. I depositi eolici raggiungono spessore di qualche decina di metri e si presentano stratificati , a luoghi a stratificazione incrociata , ed intercalati a brecce di pendio



CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA SCALA 1:10.000

LEGENDA



DETRITO DI FALDA



SABBIE QUARZOSE EOLICHE (OLOCENE)



CALCARENITI BIOCLASTICHE PLEISTOCENE INF.



ARGILLE E QUARZARENITI (FLYSH NUMIDICO) LANGHIANO SUP.-OLIGOCENE



CALCILUTITI E MARNE A PLANTONICI (SCAGLIA) CRETACEO SUP.-EOCENE INF.



CALCARI STROMATOLITICI E LOFERITICI (LIAS INF. - TRIAS SUP.)



FAGLIA



SOVRASCORRIMENTO

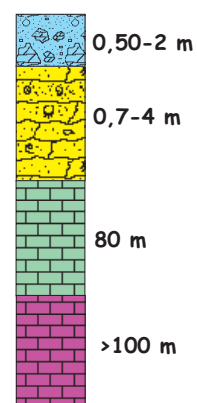


ORLO DI FALESIA IN ARRETRAMENTO



UBICAZIONE SITO DI PROGETTO

Colonna stratigrafica



variamente cementate ed a livelli pedogenizzati. In alcuni settori sono presenti resti di corpi dunari , ove sono visibili le caratteristiche strutture sedimentarie.

Infine, notevoli quantità di **detrito di falda**, ricoprono per una notevole estensione, le pendici dei rilievi che circondano gli abitati di Cinisi e Terrasini. Tale successione viene ricoperta da una coltre di degradazione dello spessore di circa 0.30 - 0.50 mt.

Dal punto di vista tettonico l'area è stata interessata dalla deformazione miocenica dell'originario margine meridionale della piattaforma carbonatica Panormide , in seguito una fase tettonica disgiuntiva riferita al Pliocene sup. - Quaternario ha dato origine all'attuale assetto dell'edificio strutturale.

La realizzazione di due pozzetti esplorativi effettuati a mezzo di escavatore meccanico, denominati P1 e P2 , di profondità tale da poter consentire il raggiungimento delle rocce del substrato di fondazione, ha permesso di riconoscere la seguente successione stratigrafica:

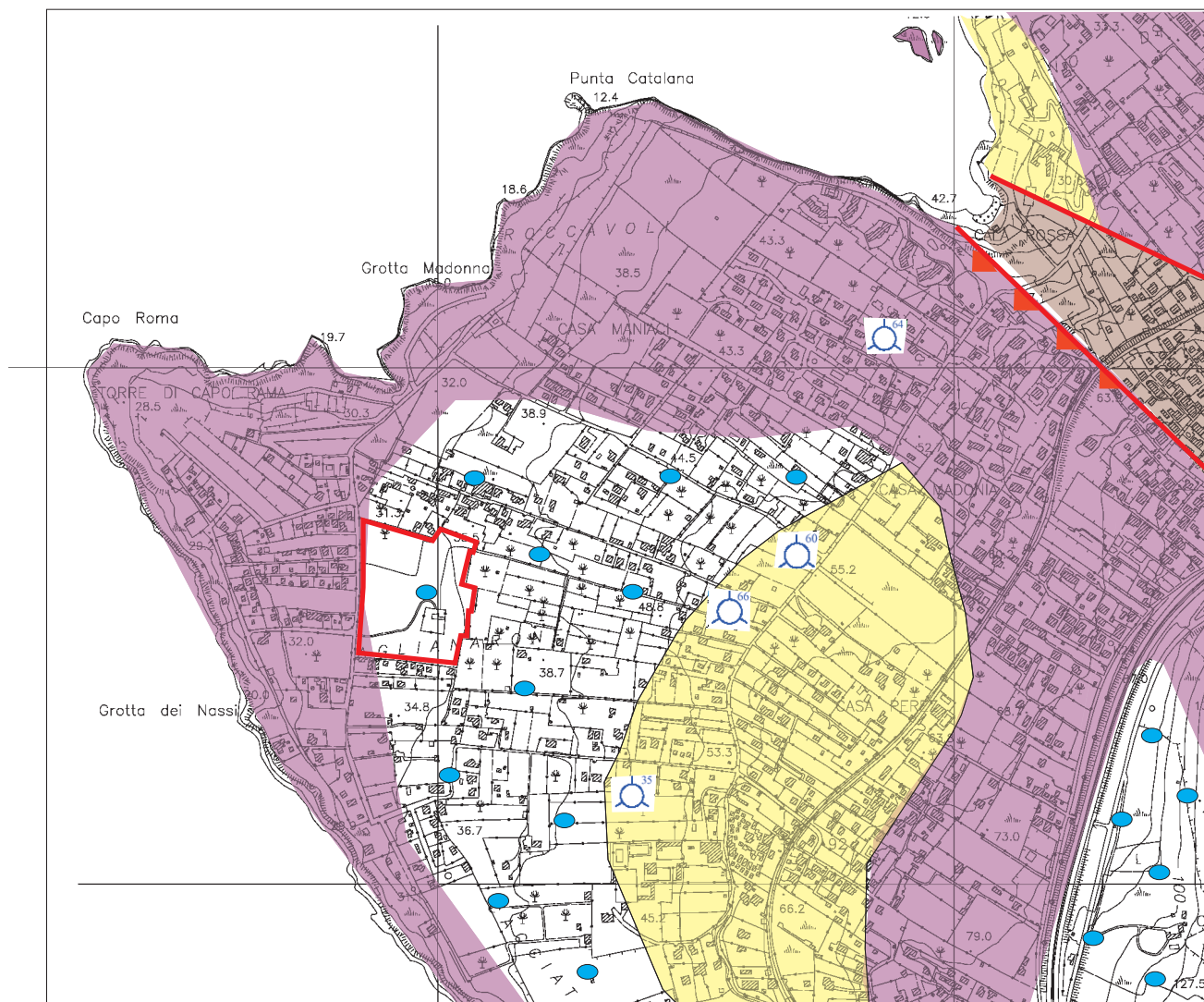
A - Terreno di copertura

-Sabbie quarzose eoliche e terre rosse per uno spessore di circa 20-60 cm

B - "Formazione Calcarenitica" databile Pleistocene inf.

Tale Formazione in loco è costituita da rocce mediamente cementate e da nuclei calcarenitici ben cementati e da taluni strati di brecce conchigliari. Questi litotipi che assumono di regola colore bianco nelle superfici fresche di scavo manifestano una grana uniforme negli affioramenti litoidi e distribuzione regolare del cemento o della matrice ; grani cemento e matrice sono prevalentemente carbonatici , raramente silicei. Talvolta presentano addensamenti di macrofauna fossile a cui si accompagnano "cariatature" da dissoluzione di gusci , ma mostrano sempre una notevole quantità di frammenti fossili minuti . Spessore 0,70 mt

C- Calcari a Megalodonti, calcari stromatolitici talvolta intercalati da calcari dolomitici del Trias sup.-Lias. Inf. Trattasi di una roccia carbonatica di genesi sedimentaria formata essenzialmente da elementi clastici cementati con dimensioni inferiori al 1/16 di millimetro. Di colore biancastro grigio a stratificazione massiva , l'ammasso ha consistenza lapidea con buone caratteristiche geomeccaniche talora è interessato da fratture piu' o meno accentuate dai processi di dissoluzione del CaCO₃. Presenta una rottura scheggiata con un evidente grado di tenacità e fenomeni di ricristallizzazione



CARTA IDROGEOLOGICA SCALA 1:10.000

LEGENDA



Terreni sciolti ,variamente addensati in parte cementati a permeabilità elevata o medio-elevata per porosità



Rocce carbonatiche a permeabilità medio-elevata in parte per fratturazione e per carsismo subordinatamente per porosità



Rocce sciolte o variamente cementate a permeabilità variabile da medio alta a medio bassa per porosità e subordinatamente per fessurazione



Rocce argillose ed argillitico siltose con livelli di quarzareniti , impermeabili o scarsamente permeabili per fessurazione e per fratturazione



Pozzo per acqua con indicazione della profondità in m del livello idrico (tratto da" Studio idrogeologico finalizzato all'individuazione di nuove possibili fonti di approvvigionamento idropotabile da realizzare nel settore settentrionale del comune di Terrasini 2004" a cura del Dott. Geologo A. Gallo)



FAGLIA



SOVRASCORRIMENTO

UBICAZIONE SITO DI PROGETTO

secondaria del carbonato di calcio .

Attraverso i dati di rilevamento di superficie , sono stati distinti i caratteri prevalenti delle rocce del comprensorio in esame in tipo e grado di permeabilità.

Classe I - Rocce permeabili per fratturazione e carsismo.

Appartengono a tale classe tutte le formazioni carbonatiche .

Classe II - Rocce permeabili per porosità.

Anch' essi permeabili , ma per porosità , risultano i materiali di copertura costituite dalle estese coltri di detrito di falda i cui valori di infiltrazione potenziale risultano però minori di quelli dei complessi calcarei da cui esse si originano, le calcareniti organogene affioranti nelle aree costiere e le sabbie quarzose eoliche.

- Alla prima classe appartengono le rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico "Formazione di Capo Rama", in quanto interessate da un diffuso, esteso e talora piuttosto intenso stato di fessurazione, che conferisce loro un grado di permeabilità mediamente piuttosto elevato ($K \approx 10^{-1} \div 10^{-2}$ m/s). Si tratta di una permeabilità definita "secondaria", in quanto non legata a quelli che sono i caratteri tessiturali originari della roccia (porosità efficace), bensì acquisita in un secondo tempo con il concorso di fattori esterni (sollecitazioni tettoniche, carsismo). La permeabilità dei litotipi calcarei, già piuttosto elevata, può risultare localmente accentuata da un cospicuo sviluppo di fenomeni carsici, che si manifestano con le tipiche strutture di superficie (doline, inghiottitoi), collegate a loro volta ad un diffuso reticolo di condotti e cavità ipogee. D'altronde, lo sviluppo dei fenomeni carsici è strettamente connesso con lo stato di fratturazione degli ammassi rocciosi carbonatici, in quanto i processi chimici che determinano la dissoluzione del carbonato di calcio si impostano sempre lungo direttrici preferenziali costituite da piani di debolezza strutturale, come appunto le fratture. Lo stato di fessurazione viene pertanto ad essere di norma accentuato, progressivamente nel tempo, dagli effetti del carsismo.

- Permeabili prevalentemente per porosità interstiziale (permeabilità "primaria") sono invece le calcareniti plio-pleistoceniche ("Calcarenite di Marsala"), che manifestano in genere una permeabilità medio-alta ($K \approx 10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s).

La gentile collaborazione offerta al sottoscritto dalla Sezione Acque dell'Ufficio del Genio

Civile di Palermo , dati di pozzi idrici contenuti nello Studio Idrogeologico finalizzato all'individuazione di nuove possibili fonti di approvvigionamento idropotabili da realizzare nel settore settentrionale del comune di Terrasini , 2004” del Dott. Geologo A. Gallo , unitamente all’esperienza acquisita nel corso di precedenti lavori eseguiti su terreni analoghi di aree limitrofe, ha permesso di fare una stima senz’altro attendibile della profondità dell’acquifero salmastro che, nel sottosuolo del lotto della committenza, è prossima a -35 m dal p.c.

Nell’area rilevata non è stata riscontrata la presenza né di pozzi, né di sorgenti utilizzati per l’approvvigionamento idrico comunale.

Il comportamento idrogeologico dei sedimenti studiati è in stretta relazione sia con la morfologia dell’ area sia con i caratteri strutturali e tessiturali dei sedimenti medesimi. Le sabbie quarzose eoliche e le coperture detritiche , per la loro conformazione petrografica, tendono ad assorbire notevoli quantitativi d’acqua superficiale, trasferendola verso i terreni a permeabilità relativa maggiore.

La sovrapposizione di un acquifero poroso rappresentato dalla coltre che ricopre le litologie carbonatiche, consente da un lato un rapido assorbimento delle acque di infiltrazione, dall’altro permette l’esistenza di un consistente circuito idrico sotterraneo non immediatamente superficiale ed il cui deflusso sotterraneo non è ben definibile in quanto influenzato da una rete di fessurazione che determina delle cadute brusche delle piezometriche.

Attualmente il drenaggio naturale del terreno avviene con andamento da Est verso Ovest Est con preferenza alle aree a verde interne al lotto. Non esiste di fatto una rete sviluppata di canali per il collettamento delle acque della pioggia e in caso di precipitazione il flusso viene normalmente smaltito per ritenzione sotterranea direttamente dalla superficie del terreno.

5. Metodologia di calcolo per l'invarianza idraulica ed idrologica.

Il lotto in esame è interessato dal “Piano di lottizzazione denominato “Case Cusumano” per insediamenti stagionali ad uso turistico” che inevitabilmente porterà ad una trasformazione dell’area; sono previste 66 unità abitative di piano composte da n° 33 edifici bifamiliari a due elevazioni fuori terra, per una superficie di mq 108,30 ciascuno,

per un un totale di superficie coperta di piano pari a mq. 3.573,90 ; di seguito vengono riportati lo stato originario e la planimetria di progetto.

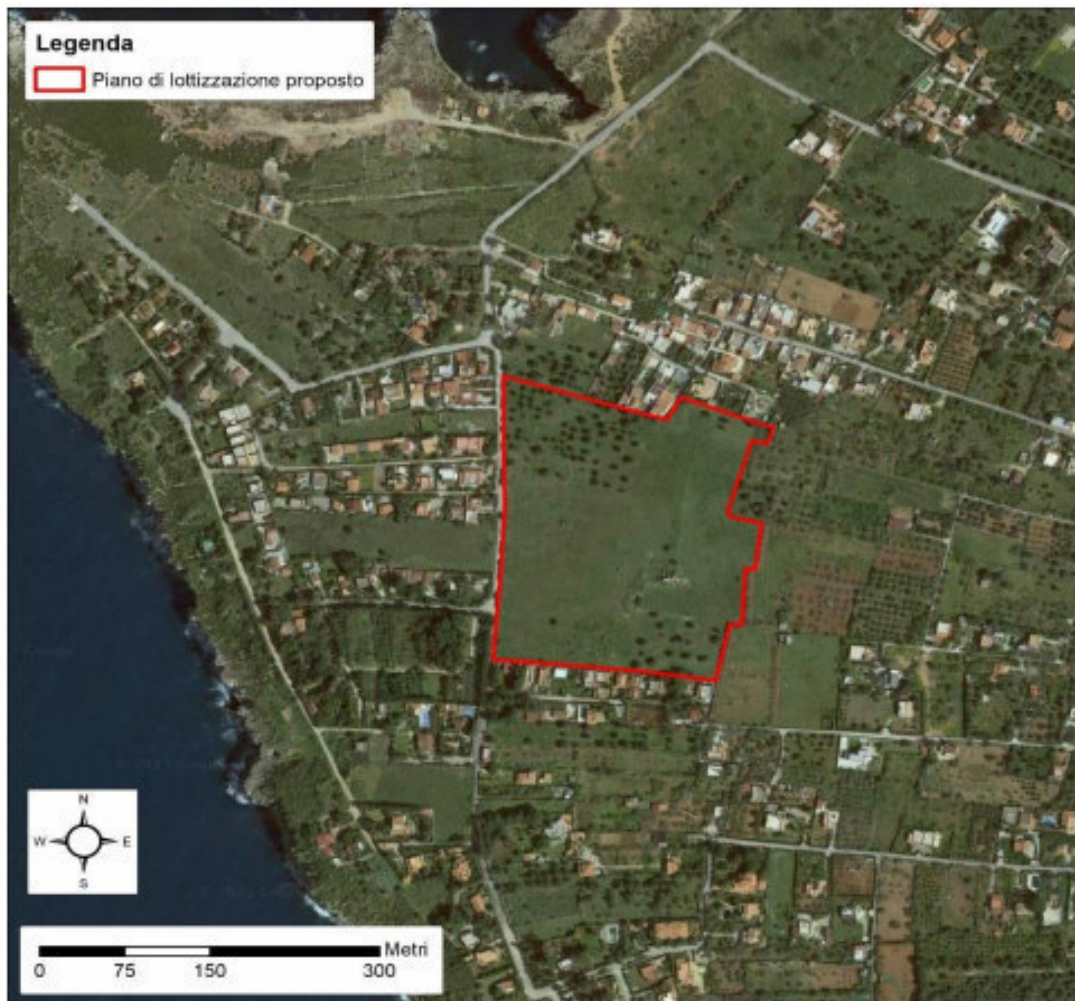


Fig. 1 Stato originario



Fig. 2 Stato di progetto

5.1 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, si applicano i requisiti minimi per la realizzazione di sistemi di raccolta, infiltrazione e/o laminazione delle acque piovane.

A. 2. Per gli interventi con superficie maggiore di 10.000 m² si dovrà elaborare lo studio sull'invarianza idraulica e idrologica.

Nei calcoli idrologici, finalizzati alla determinazione degli idrogrammi netti, la valutazione delle perdite idrologiche può essere effettuata in via semplificata adottando i noti metodi di trasformazione afflussi-deflussi (metodo razionale, metodo SCS, metodo del CN, ecc.) per

quelle trasformazioni a basso coefficiente di deflusso medio ponderale post intervento ($\phi_t < 50\%$), ossia per aree trasformate complessivamente permeabili, o attraverso metodi da modellazione numerica (SWMM, HEC-HMS, ecc.) per i casi di alto coefficiente di deflusso medio della trasformazione ($\phi_t > 50\%$), ossia per aree ad elevata impermeabilizzazione del suolo.

Il tempo di ritorno delle piogge da adoperare nel calcolo dei volumi (laminazione/infiltrazione) è pari a 30 anni, nel rispetto dei franchi di sicurezza, mentre, il tempo di ritorno di 50 anni dovrà essere utilizzato per la verifica delle opere in condizioni limite e per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.

Nei calcoli idraulici, lo studio dei corpi idrici superficiali e il dimensionamento dei canali di drenaggio potrà essere sviluppato in via semplificata adottando il moto uniforme solo nei casi più elementari mentre, per i casi più complessi e comunque per quelli in aree con alto coefficiente di deflusso medio ponderale ($\phi_t > 50\%$), si adotterà il calcolo in condizioni di moto permanente anche con ausilio di modellazione numerica (HEC-RAS, SWMM, ecc.). Nell'applicazione del principio di invarianza idraulica è necessario fare sempre ricorso ai Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SUDS) ottemperando alle seguenti condizioni:

1. Mantenimento in condizioni di permeabilità naturale della porzione più ampia possibile della superficie oggetto di trasformazione, privilegiando lo sviluppo in verticale delle costruzioni e minimizzazione della costipazione del suolo naturale rimodellato.

2. Riutilizzo delle acque di pioggia defluite dalle coperture, tenendo conto dei reali fabbisogni e dei vincoli di qualità per gli usi compatibili quali: irrigazione, innaffiamento giardini, acque grigie e lavaggio pavimentazioni esterne e autoveicoli.

3. Infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del suolo, compatibilmente con le caratteristiche del suolo ed escluso in caso di presenza di falde freatiche poco profonde;

4. Scarico in corpo idrico superficiale, naturale o artificiale entro i limiti della sua capacità di portata, previa eventuale laminazione e trattamento di depurazione.

La presenza di una vasca per l'accumulo e il trattamento delle acque di "prima pioggia", ossia quelle cadute nei primi minuti di un evento meteorico che risultino cariche di inquinanti a causa del dilavamento delle superfici inquinate, è sempre necessaria a valle delle aree che raccolgono i deflussi di strade, piste, rampe e piazzali con transito, sosta o parcheggio di automezzi o di aree di deposito e/o movimentazione di sostanze pericolose. Il suo volume verrà sottratto ai volumi da laminare/infiltrare.

La Regione Sicilia ha fornito, con il DDG 102 del 23/06/2021, i dettagli su come eseguire i calcoli. Il criterio di calcolo adottato prevede che ogni cambiamento dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale sia compensato da un volume d'invaso, in modo che il coefficiente udometrico resti costante e che quindi la portata al colmo di piena risultante rimanga costante a seguito della trasformazione proposta.

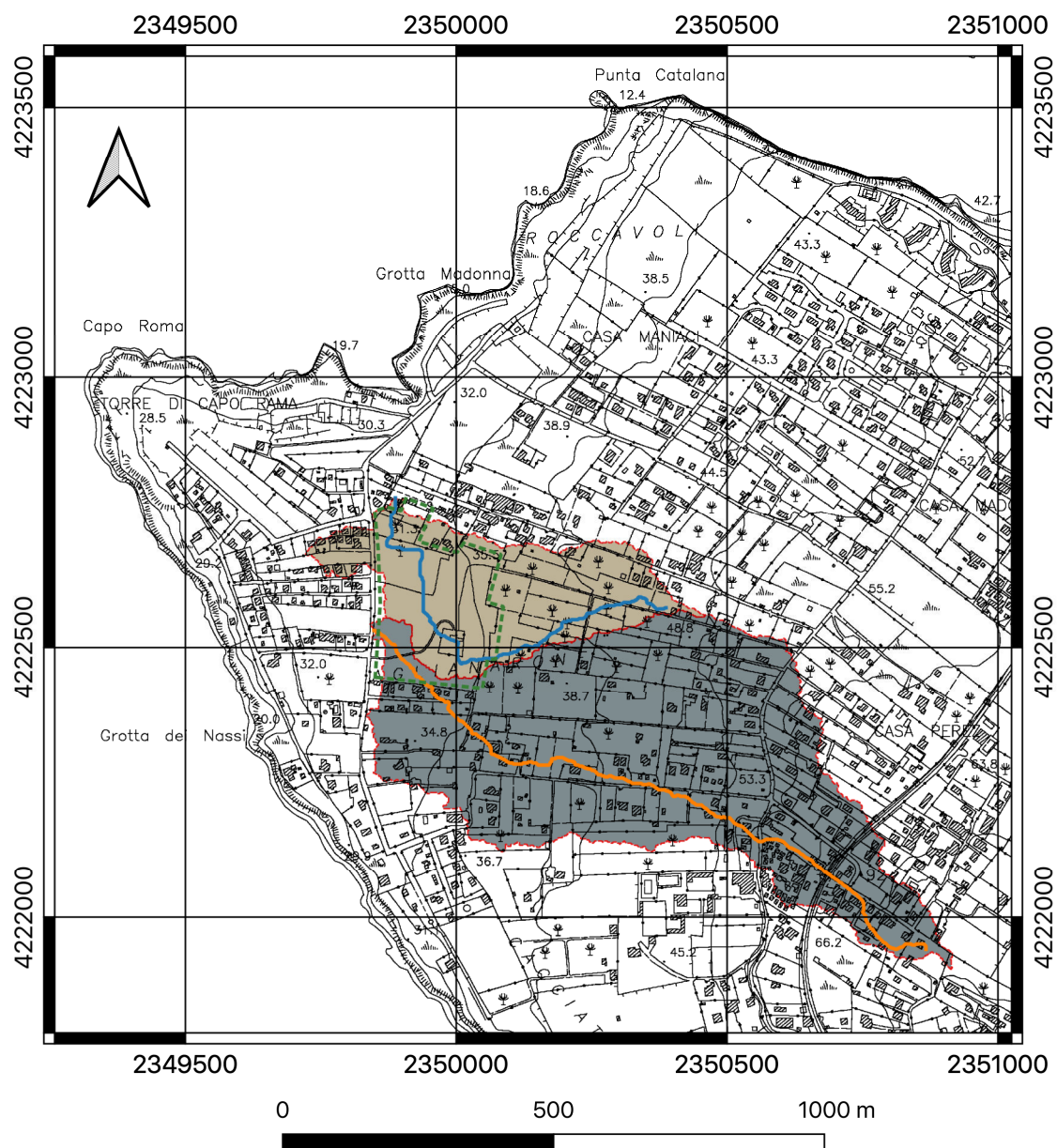
5.2 ANALISI IDROLOGICA

Per lo studio idrologico ed idraulico sono stati utilizzati supporti cartografici in formato digitale e cartaceo, forniti dalla Committenza e dagli altri Tecnici incaricati per gli elaborati propedeutici, dal sito del SITR della Regione Sicilia e/o in possesso dello Scrivente. Nello specifico, al fine di delimitare il Dominio di calcolo è stato necessario individuare la morfologia del territorio, le pendenze ed eventuali ostacoli fisici al naturale deflusso delle acque. A seguire, per poter descrivere il fenomeno fisico del ruscellamento delle acque, sia sulla viabilità locale, sia sui terreni limitrofi, sono stati utilizzati:

- > Corografia IGM 1:25.000;
- > Immagini satellitari di Google Earth;
- > Documentazione fotografica del sito.
- > Digital Elevation Model 2x2 m.

Con l'ausilio del software QGis, a partire dal D.T.M a 2 m della Regione Sicilia, sono stati ricavati i reticoli idrografici, in un intorno adeguato dal sito di progetto, che hanno permesso l'identificazione di due sottobacini insistenti nei lotti interessati dall'intervento denominati rispettivamente *Bacino Sud* e *Bacino Nord* con le loro rispettive aste fluviali principali. Da entrambi i bacini è stato possibile estrapolare i dati necessari per i calcoli

idrologici come la quota massima, la quota alla sezione di chiusura, lunghezza dell' asta principale, pendenze medie ,ecc., che hanno permesso, per i due sottobacini individuati, di calcolare le Portate, gli ietogrammi Chicago e gli idrogrammi di piena sia attraverso l'analisi probabilistica dei dati pluviometrici con il metodo TCEV (Two Component Extreme Value Distribution). Tale modello permette di determinare le altezze di pioggia "h" e relative intensità "i" seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI (Valutazione Piene).



Legenda

- Lotti di progetto
- BACINO NORD alla sezione di chiusura
- Asta Principale reticolo Nord
- Bacino SUD alla sezione di chiusura
- Asta Principale reticolo Sud

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche. La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia. In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

Per la ricostruzione della pioggia di progetto si ricorre alla curva di probabilità pluviometrica. Essa fornisce, per fissati tempo di ritorno T e durata t , l'altezza di pioggia, h , caduta su un bacino. Tale curva può essere determinata attraverso la scelta della legge di distribuzione di probabilità che meglio si adatta a una serie storica di dati pluviometrici attraverso il metodo di regionalizzazione proposto dal progetto VAPI, basato sul modello TCEV. Il Progetto VAPI (VALutazione Piene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

5.2.1 SOTTOBACINO SUD – METODO TCEV

Tale modello permette di determinare le altezze di pioggia " h " e relative intensità " i " seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI (Valutazione Piene).

Il metodo TCEV richiede il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica a tempo di ritorno pari a 10, 50, 100 e 300 anni. Per quanto riguarda i coefficienti iniziali di a ed n si è individuato il bacino a monte della sezione di chiusura prevista e si sono stimati i valori dei

coefficienti utilizzando le carte rese disponibili dall'assessorato in cui sono stati calcolati i valori di a ed n (rispettivamente il coefficiente e l'esponente della curva interpolante delle medie campionarie):

$$\mu(h_t) = a \cdot t^n$$

Ricordando poi il calcolo del coefficiente di crescita secondo le sottozone idrologiche della regione, è stato possibile calcolare i quantili:

$$h_{t,T} = x'_{t,T} \cdot \mu(h_t)$$

Per comodità si riportano le equazioni dei coefficienti di crescita per le tre sottozone e la mappa delle sottozone (Fig.6):

Sottozona A

$$x'_{t,T} = 0.5391 - 0.001635 \cdot t + (0.0002212 \cdot t^2 + 0.00117 \cdot t + 0.9966) \log T$$

Sottozona B

$$x'_{t,T} = 0.5135 - 0.002264 \cdot t + (0.0001980 \cdot t^2 + 0.00329 \cdot t + 1.0508) \log T$$

Sottozona C

$$x'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516 \cdot t + (0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.1014) \log T$$

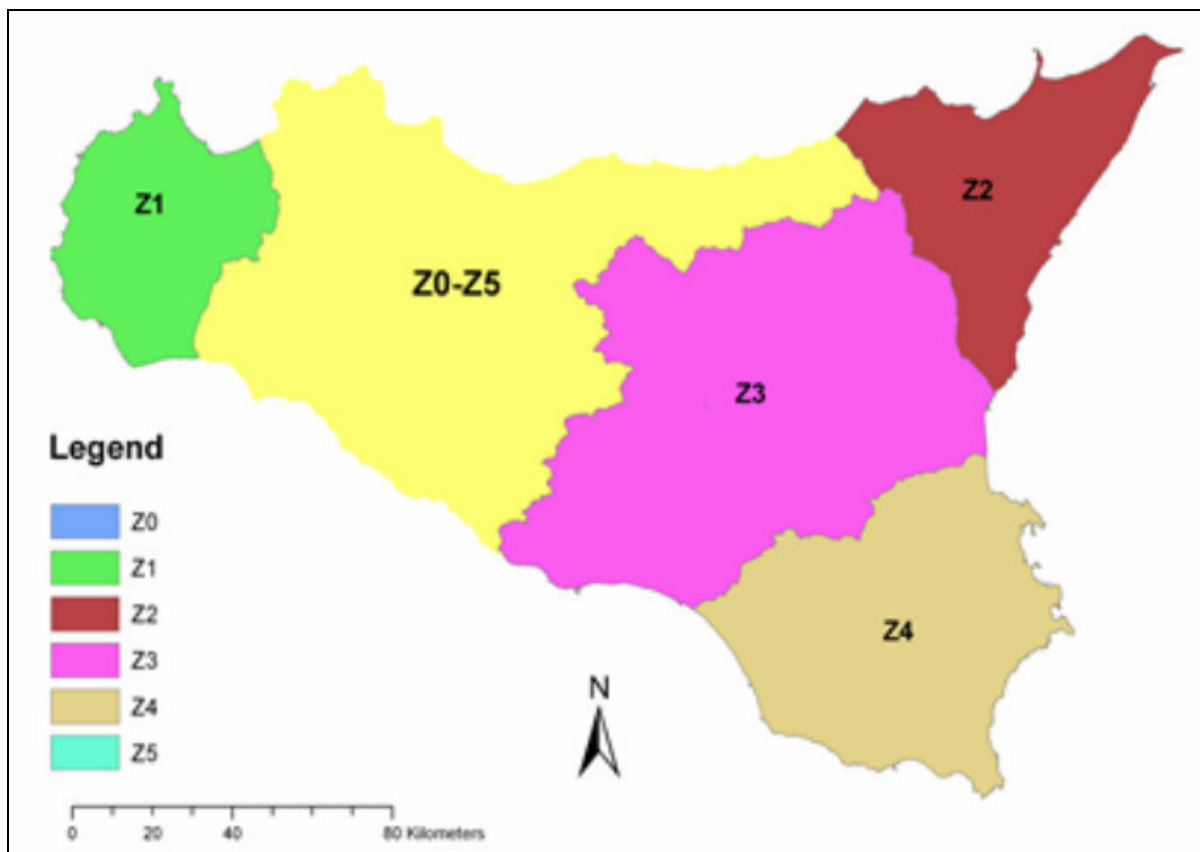


Fig. 4 - Suddivisione della Sicilia in sottozone idrologiche omogenee secondo il metodo TCEV

$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

L=lunghezza asta principale

un Tempo di corrivazione pari a 0,564 h

SOTTOZONA A

Tr	10		
t	x'(t,T)	μ(t)	h(t,T)
1	1.535456	26	39.92186
3	1.536296	36.77905	56.5035
6	1.540873	45.77577	70.53466
12	1.561973	56.97323	88.99064
24	1.651951	70.90976	117.1395

Tr	50	0.00117	0.9966
t	x'(t,T)	μ(t)	h(t,T)
1	2.232049706	25.94	57.89936938
3	2.232889306	36.65388649	81.84407118
6	2.237466706	45.58838111	102.0024849
12	2.258566306	56.70068555	128.0622579
24	2.348544706	70.52164749	165.6232419

Tr	100		
t	x'(t,T)	u(t)	h(t,T)
1	2.5320562	25.94	65.68153783
3	2.5328958	36.65388649	92.84047515

6	2.5374732	45.58838111	115.6792953
12	2.5585728	56.70068555	145.0728318
24	2.6485512	70.52164749	186.7801941

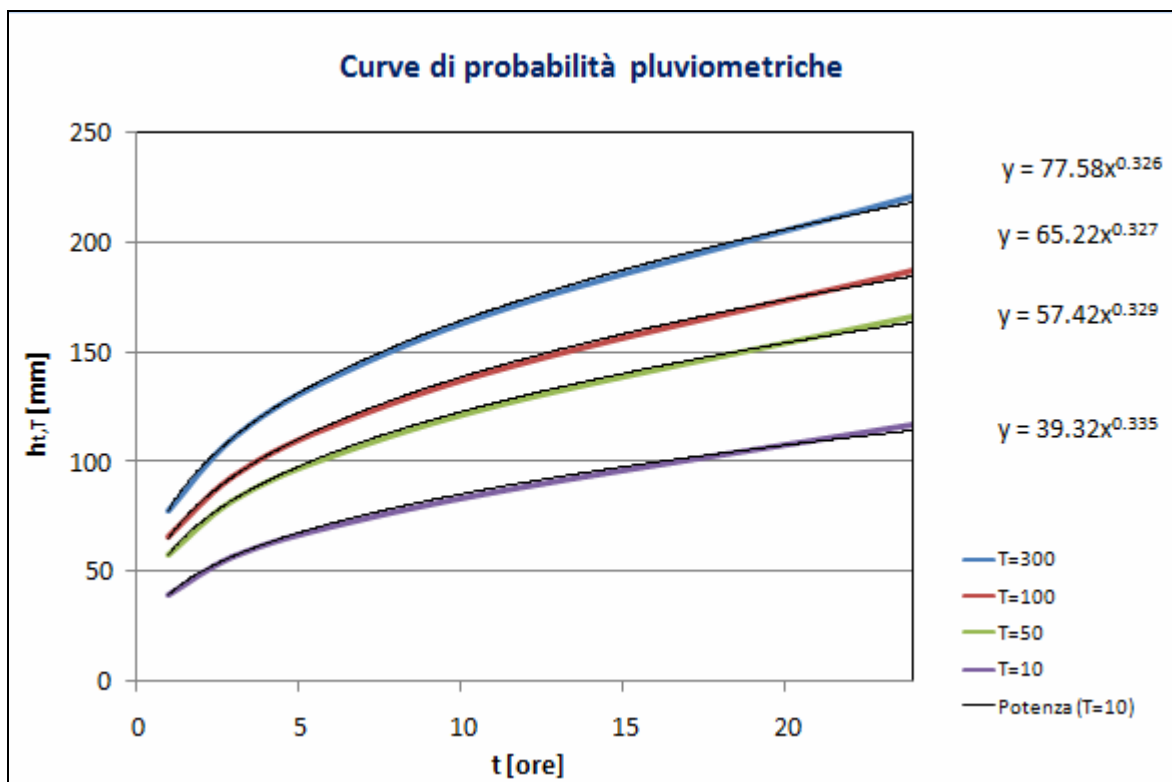
Tr	300		
t	x'(t,T)	u(t)	h(t,T)
1	3.007555242	25.94	78.01598299
3	3.008394842	36.65388649	110.2693631
6	3.012972242	45.58838111	137.3565269
12	3.034071842	56.70068555	172.0339535
24	3.124050242	70.52164749	220.3131699

Considerando i valori di “a” e “n” consultabili in allegato alla Relazione Generale del P.A.I

TCEV

a	n
25.94	0.3147
	tc [ore]
	0.564

Si ottengono così le relative Curve di Probabilità Pluviometrica



Da queste si ricavano i valori di intensità di pioggia e i relativi ietogrammi per singolo tempo di ritorno con le formule:

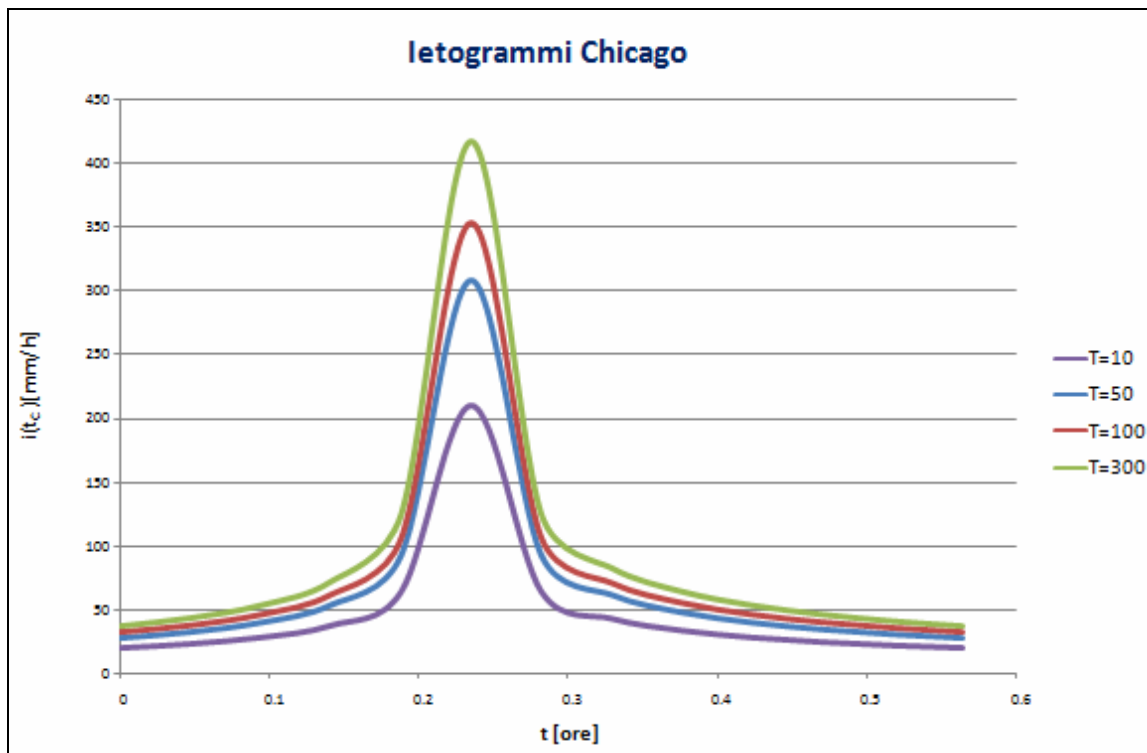
$$\begin{cases} i_1(t) = na \left(\frac{t_r - t}{r} \right)^{n-1} & t < \frac{t_r}{r} \\ i_2(t) = na \left(\frac{t - t_r}{1-r} \right)^{n-1} & \frac{t_r}{r} < t \end{cases}$$

Considerando $r = 0,4$ e i seguenti valori di “a” e “n” ottenuti dalle CPP

T	a	n
10	39.32	0.3305
50	57.292	0.3285
100	65.072	0.3269
300	77.404	0.325

Δtc [h]	Δtc [min]	i (tc) T10 [mm/h]	i (tc) T50 [mm/h]	i (tc) T100 [mm/h]	i (tc) T300 [mm/h]
0	0	19.07	27.65	31.28	37.03
0.047	2.82	22.30	32.35	36.61	43.36
0.094	5.64	27.36	39.71	44.96	53.28
0.141	8.46	36.77	53.42	60.53	71.80
0.188	11.28	63.29	92.09	104.48	124.12
0.235	14.10	210.04	306.73	351.76	415.99
0.282	16.92	63.29	92.09	104.95	124.12
0.329	19.74	42.18	61.30	69.71	82.44
0.376	22.56	32.82	47.66	54.13	64.02
0.423	25.38	27.36	39.71	45.06	53.28
0.470	28.20	23.71	34.40	39.01	46.13
0.517	31.01	21.08	30.57	34.64	40.97
0.564	33.83	19.07	27.65	31.31	37.03

	hT10 [mm/h]	hT50 [mm/h]	hT100 [mm/h]	hT300 [mm/h]
Σi (tc)	25.63	41.60	47.39	56.09
a*tn	32.54	47.46	53.96	64.25
P	27.69	40.30	45.92	54.35



5.2.2 VALUTAZIONE DELLE PERDITE IDROLOGICHE CON IL MODELLO SCS-CN (SOIL CONSERVATION SERVICE – CURVE NUMBER)

Per quanto riguarda la trasformazione delle precipitazioni meteoriche in deflusso superficiale, ossia per la determinazione della pioggia netta nel caso in esame è stato utilizzato il metodo CN. Tale metodo, sviluppato dal SoilConservation Service degli USA [1972] consente la depurazione dello ietogramma sintetico a partire da un parametro detto numero di curva o CN determinato sulla base delle informazioni geopedologiche e relative all'uso/copertura del suolo contenute all'interno del database del sistema. Il metodo del CN assume che il volume specifico di deflusso superficiale Q sia proporzionale alla precipitazione cumulata lorda P , depurata dell'assorbimento iniziale I_a , secondo il rapporto tra volume specifico infiltrato F e volume specifico di saturazione del terreno S :

$$Q = (P - I_a) \frac{F}{S}$$

Se a F si sostituisce l'espressione ricavata dall'equazione di continuità

$$F = P - I_a - Q$$

si ha:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)}$$

La determinazione di S viene effettuata sulla base della:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

che riconduce la sua determinazione a quella del cosiddetto indice CN compreso tra 0 e 100 e diffusamente tabulato in letteratura.

Il parametro CN è un fattore decrescente della permeabilità: a valori bassi del CN corrispondono alti valori della permeabilità e quindi a parità di precipitazione lorda valori del deflusso superficiale bassi.

Il metodo SCS Curve Number prevede dunque la stima di due parametri, I_a e S, ovvero CN. In realtà, il termine di assorbimento iniziale I_a viene espresso solitamente come quota parte di S, ponendo cioè $I_a = cS$, dove il coefficiente c viene generalmente assunto pari a 0.2. Di conseguenza il modello si trasforma in monoparametrico con S (o CN) unico parametro da determinare mentre il coefficiente c viene usato come parametro di calibrazione.

A questo proposito è stato utilizzato uno strato informativo relativo alla copertura del numero di curva CN sull'intera regione siciliana. Conoscendo infatti la caratterizzazione geopedologica del territorio, tramite una riclassificazione dello strato informativo pedologico, è possibile definire la mappatura dello stesso nelle varie classi idrologiche A, B, C e D previste dal SoilConservation Service; inoltre dalla classificazione dello strato informativo relativo all'uso/copertura del suolo è possibile comporre una mappa che, intersecata con la prima tramite semplici operazioni GIS dette di map-algebra, consente di definire i valori del CN per le varie parti del territorio di cui si vogliono studiare i fenomeni di piena. E' possibile così individuare i valori di CN che ricadono nel bacino oggetto di studio, calcolarne la media areale e utilizzare tale valore per i calcoli successivi.

Bisogna a questo punto scegliere la classe AMC (AntecedentMoistureCondition) relativamente alle condizioni iniziali di imbibizione del terreno (AMC =1 per suolo secco; AMC =2 per suolo mediamente imbibito; AMC = 3 per suolo fortemente imbibito).

I valori di CN1 e CN3 possono calcolarsi dai valori di CN2, utilizzando le seguenti espressioni:

$$CN1 = \frac{CN2}{2.3 - 0.013CN2}$$

$$CN3 = \frac{CN2}{0.43 + 0.0057CN2}$$

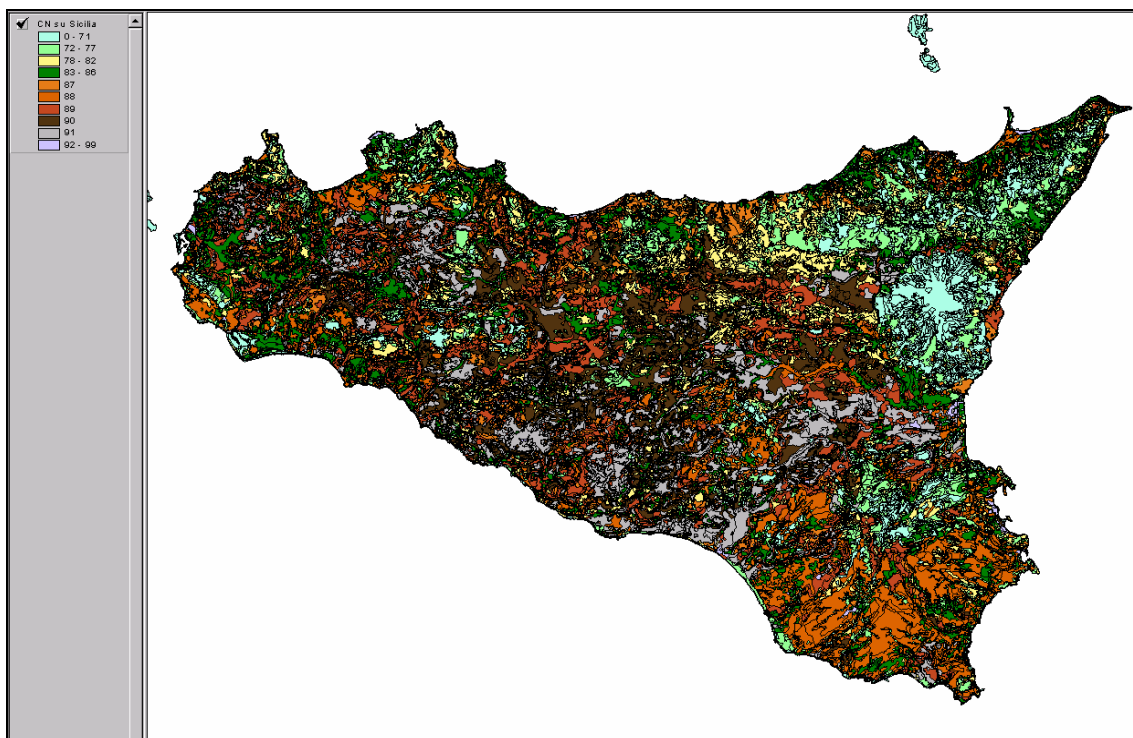


Fig. 6 – Copertura regionale del parametro CN

Per il caso qui in esame, si è adottato il metodo del CN con riferimento alla classe 3

CN-II	CN-III
75	87.4636

ottenendo i seguenti risultati per ogni determinato Tr:

TR=10

Δt_c	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.047	1.05	0	1.05	0
0.094	2.33	0	2.33	0
0.141	4.06	0	4.06	0
0.188	7.04	0.000	7.04	0.00
0.235	16.91	0.845	5.14	17.97
0.282	19.88	1.769	7.19	19.67
0.329	21.86	2.528	8.41	16.15
0.376	23.40	3.187	9.30	14.03
0.423	24.69	3.778	9.99	12.57
0.470	25.80	4.318	10.56	11.50
0.517	26.79	4.819	11.05	10.66
0.564	27.69	5.288	11.48	9.98

TR=50

Δt_c	P	Q	F	ie [mm/h]
0	0	0	0	0
0.047	1.53	0	1.53	0
0.094	3.40	0	3.40	0
0.141	5.92	0	5.92	0
0.188	10.26	0.000	10.26	0.00
0.235	24.69	3.778	9.99	80.40

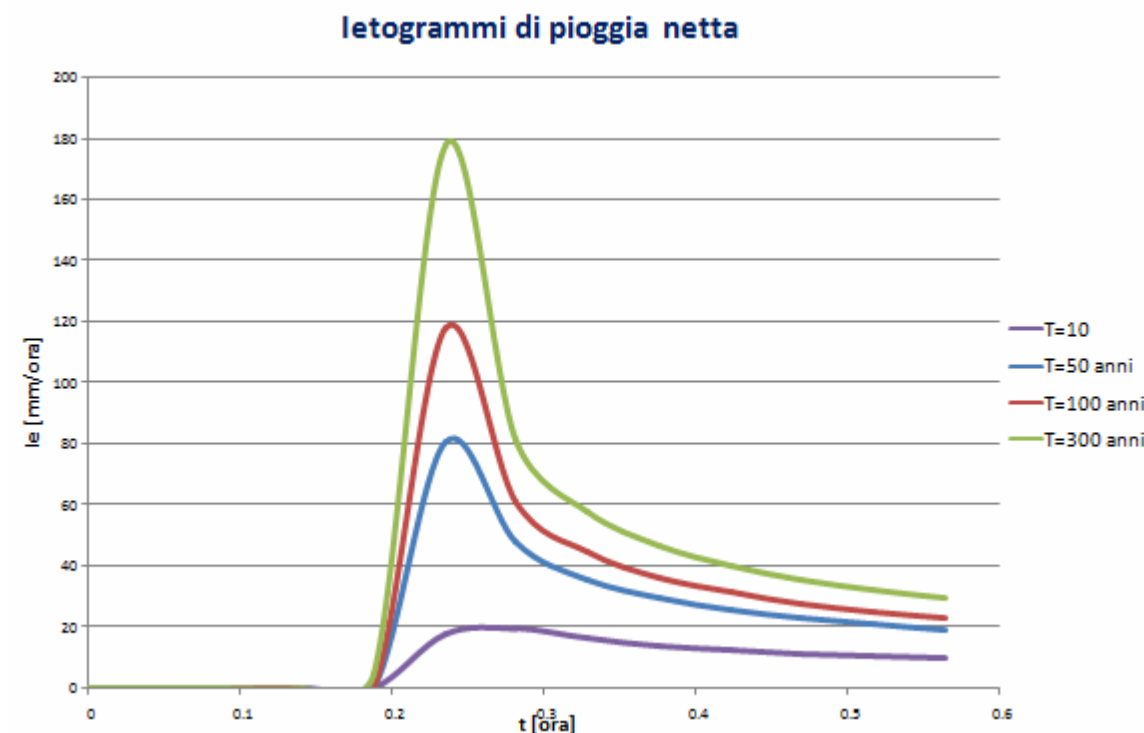
0.282	29.03	6.015	12.09	47.61
0.329	31.92	7.682	13.32	35.46
0.376	34.17	9.060	14.19	29.33
0.423	36.04	10.257	14.86	25.47
0.470	37.67	11.327	15.42	22.77
0.517	39.11	12.301	15.89	20.73
0.564	40.42	13.200	16.29	19.13

TR=100

Δt	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.047	1.73	0	1.728	0
0.094	3.85	0	3.850	0
0.141	6.71	0	6.705	0
0.188	11.63	0.014	0.694	0.29
0.235	28.18	5.550	11.708	117.81
0.282	33.13	8.412	13.792	60.91
0.329	36.41	10.499	14.994	44.40
0.376	38.97	12.204	15.842	36.29
0.423	41.09	13.674	16.499	31.27
0.470	42.94	14.979	17.035	27.78
0.517	44.57	16.162	17.487	25.18
0.564	46.05	17.250	17.878	23.14

TR=300

Δt	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.047	2.05	0	2.047	0
0.094	4.56	0	4.561	0
0.141	7.95	0.000	7.948	0.00
0.188	13.80	0.211	2.666	4.48
0.235	33.37	8.563	13.886	177.73
0.282	39.22	12.377	15.922	81.16
0.329	43.11	15.104	17.084	58.03
0.376	46.13	17.309	17.899	46.93
0.423	48.64	19.196	18.526	40.15
0.470	50.82	20.863	19.037	35.48
0.517	52.76	22.368	19.466	32.02
0.564	54.50	23.746	19.836	29.33



5.2.3 APPLICAZIONE DELLA CONVOLUZIONE PER LA STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

A partire dallo strato informativo delle isocrone, è possibile ottenere come prodotto finale una curva area/tempi; questa riporta in ascisse il valore dei tempi (espressi in ore) e in ordinata il valore delle aree che contribuiscono al deflusso superficiale (esprese in km²). Dalla curva area/tempi è immediato il passaggio all'idrogramma unitario (UH) tramite la seguente espressione:

$$U(i\Delta t) = \frac{A(i\Delta t) - A[(i-1)\Delta t]}{\Delta t}$$

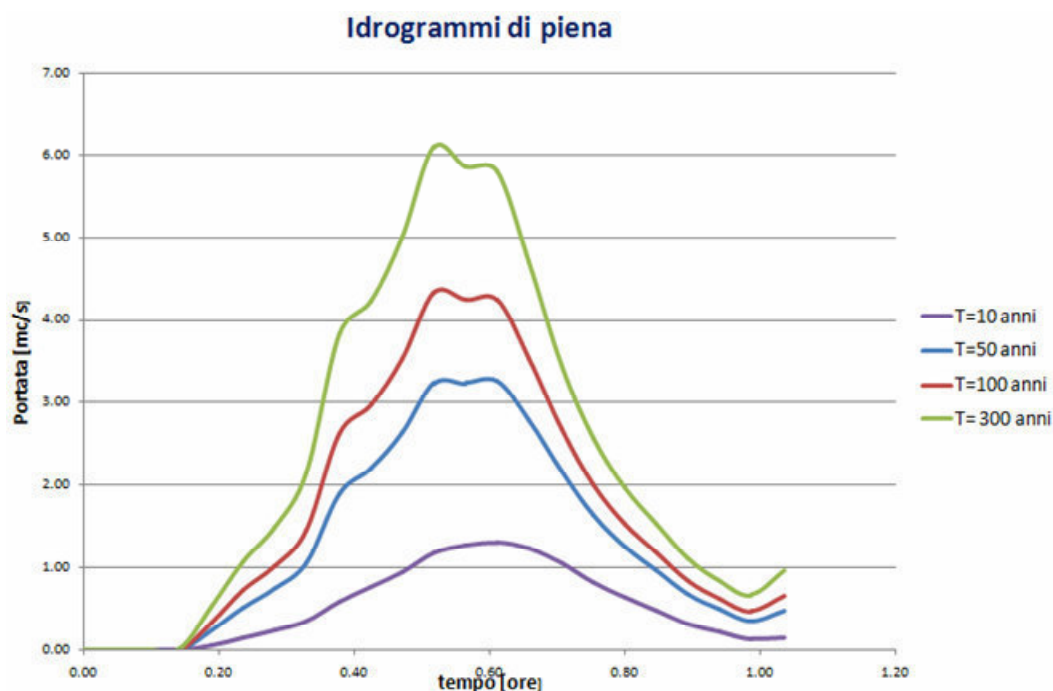
L'idrogramma uscente attraverso la sezione di chiusura del generico bacino è dato dalla sommatoria dell'intensità di pioggia netta P_i con la funzione idrogramma unitario U_i :

$$Q_n = \sum_{m=1}^n P_m U_{n-m+1}$$

Dalla convoluzione si ottengono i seguenti valori delle Portate (m³/s) e i relativi Idrogrammi di Piena

Portate (m³/s)

Δt_c	T= 10	T=50	T=100	T= 300
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
0.14	0.00	0.00	0.00	0.01
0.19	0.05	0.22	0.33	0.52
0.23	0.14	0.51	0.72	1.08
0.28	0.23	0.73	1.02	1.49
0.33	0.34	1.06	1.46	2.14
0.38	0.58	1.89	2.63	3.84
0.42	0.77	2.20	2.97	4.23
0.47	0.95	2.63	3.53	5.01
0.52	1.17	3.24	4.25	5.83
0.56	1.27	3.25	4.33	6.10
0.61	1.31	3.24	4.24	5.80
0.66	1.23	2.79	3.54	4.70
0.70	1.05	2.16	2.67	3.44
0.75	0.81	1.63	2.00	2.57
0.80	0.64	1.26	1.54	1.96
0.85	0.48	0.96	1.19	1.54
0.89	0.31	0.67	0.84	1.10
0.94	0.21	0.48	0.61	0.83
0.99	0.13	0.35	0.47	0.66
1.03	0.15	0.47	0.66	0.96



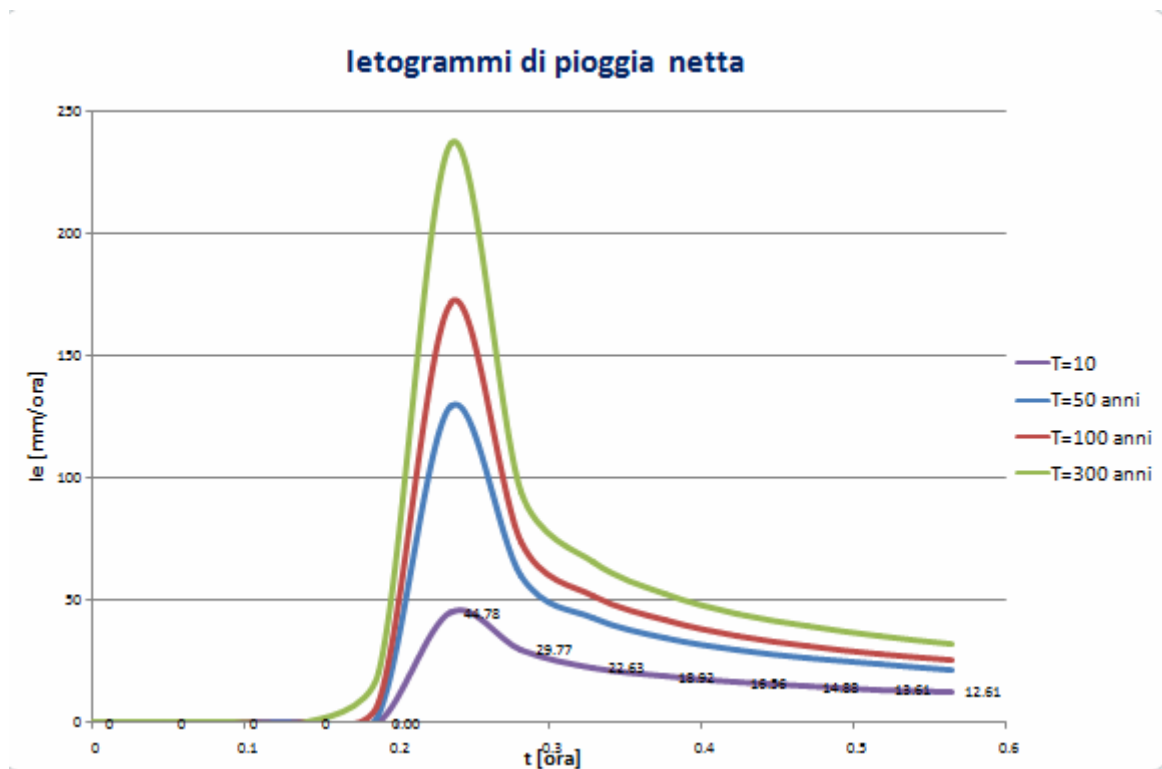
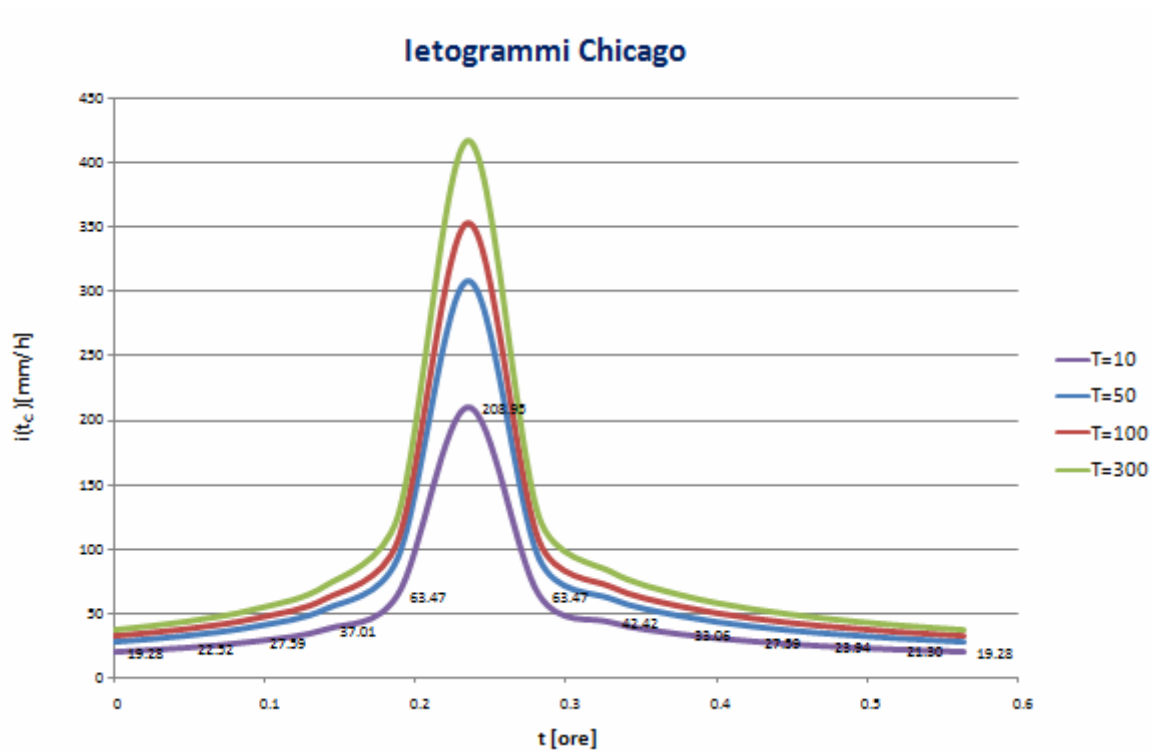
Per il calcolo delle Portate allo stato di post-intervento è stato modificato il valore del CN a causa dell'incremento di superfici impermeabilizzate. Sulla base dell'analisi delle trasformazioni previste sono state individuate diverse tipologie di copertura, ciascuna delle quali può essere realizzata utilizzando diverse categorie di superficie. Calcolando, una media pesata dei valori corrispondenti alle diverse superfici e tipi di copertura, è stato stimato il valore del CN-IIp medio dell'intero comparto nello stato di Post intervento e di conseguenza è stato possibile calcolare il CN-IIIp per il calcolo degli Idrogrammi di Piena.

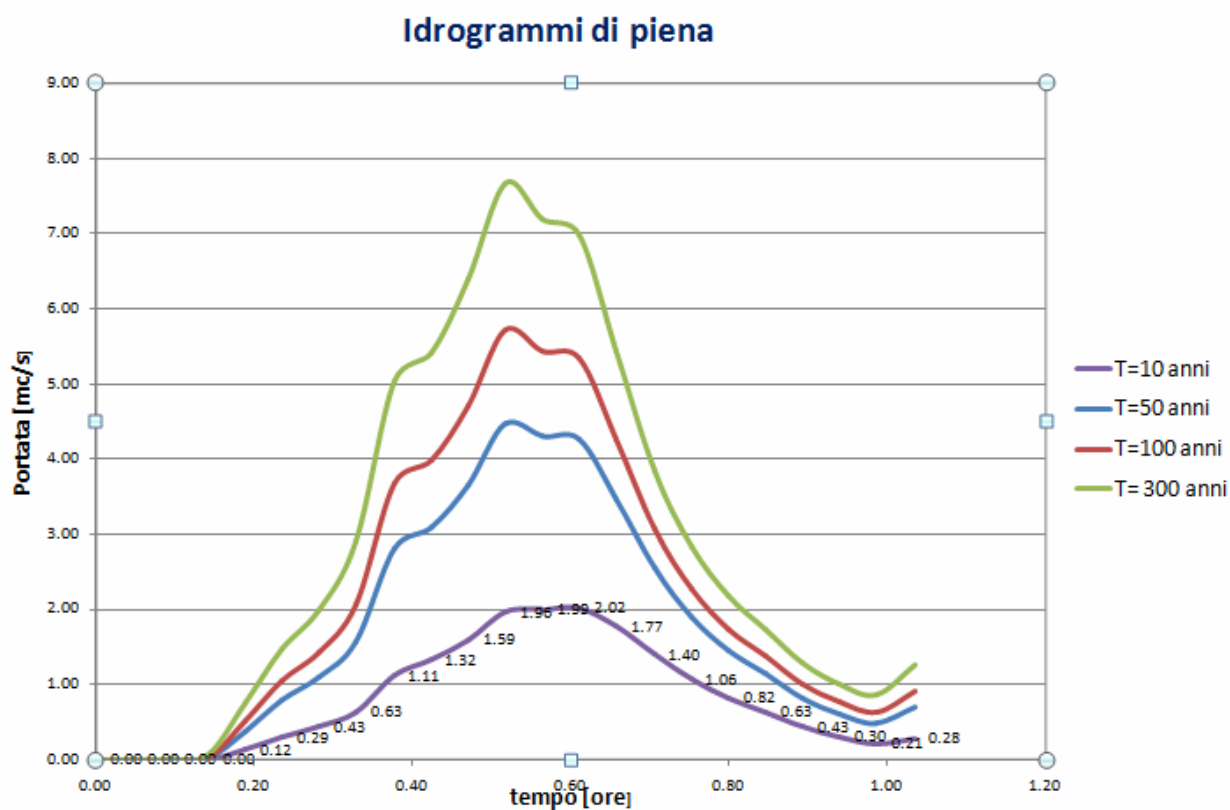
CN-IIp	CN-IIIp
80	90.2935

Ottenendo pertanto i seguenti risultati per lo stato di Post Intervento

Δt_c	T= 10	T=50	T=100	T= 300
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00

0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
0.14	0.00	0.01	0.02	0.06
0.19	0.12	0.37	0.52	0.75
0.23	0.29	0.78	1.04	1.47
0.28	0.43	1.08	1.43	1.99
0.33	0.63	1.56	2.07	2.91
0.38	1.11	2.80	3.67	5.04
0.42	1.32	3.09	3.99	5.42
0.47	1.59	3.66	4.72	6.40
0.52	1.96	4.47	5.71	7.66
0.56	2.02	4.30	5.43	7.20
0.61	1.99	4.26	5.34	6.99
0.66	1.77	3.47	4.25	5.44
0.70	1.40	2.55	3.06	3.84
0.75	1.06	1.90	2.27	2.84
0.80	0.82	1.46	1.74	2.17
0.85	0.63	1.14	1.37	1.73
0.89	0.43	0.82	1.00	1.28
0.94	0.30	0.61	0.76	1.00
0.99	0.21	0.49	0.63	0.87
1.03	0.28	0.70	0.92	1.26
MEDIA	0.80	1.72	2.17	2.88





In definitiva, per il “Bacino Sud” si può concludere quanto segue:

Tr (anni)	Portata sottobacino Sud Pre-Intervento (m ³ /s)
10	1.31
50	3.25
100	4.33
300	6.10

Tr (anni)	Portata sottobacino Sud POST-Intervento (m ³ /s)
10	2.02
50	4.47
100	5.71
300	7.66

Tr (anni)	Variazione Delta delle Portate (m ³ /s)
10	0.71
50	1.22
100	1.38
300	1.56

5.2.4 BACINO NORD – METODO TCEV

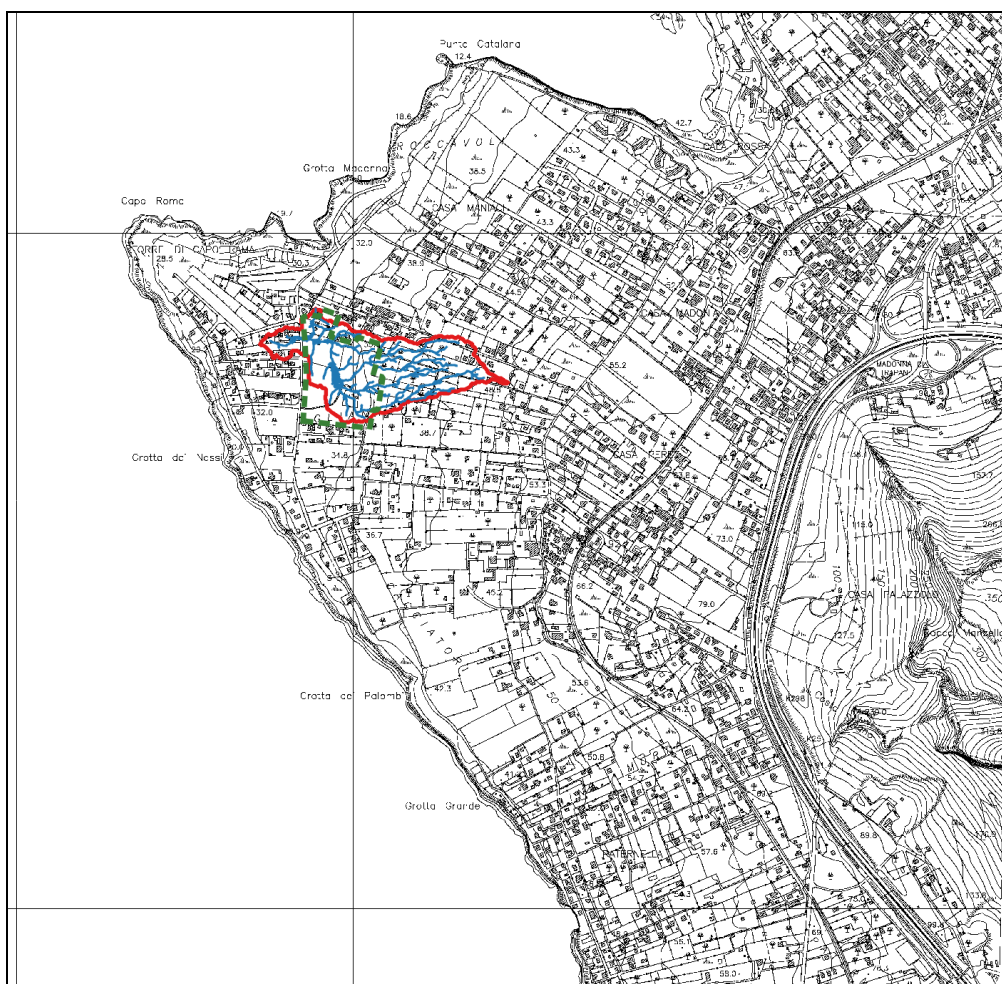


Fig.6- Area del Bacino idrografico “Nord” estratta dal D.T.M. 2X2 della Regione Sicilia

Per l'analisi idrologica dal sottobacino "Nord" è stata utilizzata la stessa metodologia descritta precedentemente e pertanto se ne riportano soltanto i risultati ottenuti.

Le caratteristiche del bacino in esame sono:

Superficie	Kmq	0,177275	s
CN-III		86,28	CN
Lunghezza max asta	Km	1.136	L
Pendenza media	%	0,042	
Perimetro	Km	3,01	

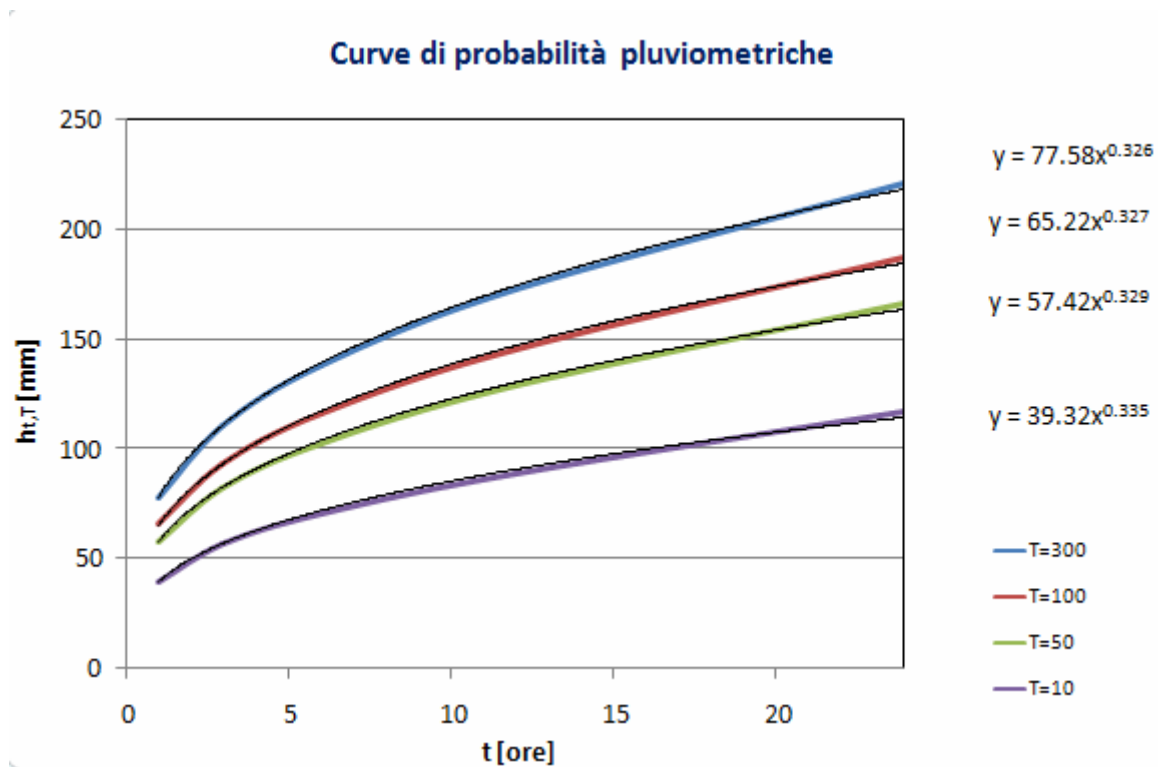
Fatto ciò si calcolano i valori di $x'(t,T)$, $\mu(t)$ e $h(t,T)$ relativi alla sottozona A per tempo di ritorno pari a 10,50, 100 e 300 anni

Ottenendo dalla Formula di Pezzoli un Tempo di corrivazione pari a 0,305 h e considerando i parametri "a" e "n" ottenuti dalla visione della cartografia della Regione Sicilia, si ha:

TCEV

a	n
26	0,3157
	tc [ore]
	0,305

E da qui le Curve di Probabilità Pluviometrica (CPP) relative al sottobacino in esame



Considerando $r = 0,4$

T	a	n
10	39.32	0.3305
50	57.420	0.3295
100	65.222	0.3279
300	77.583	0.3260

Δ	Δtc [h]	Δtc [min]	i (tc) T10 [mm/h]	i _{(tc) T50} [mm/h]	i _{(tc) T100} [mm/h]	i _{(tc) T300} [mm/h]
0	0	0	28.79	41,95	47,52	56,32
1	0,025	1,52	33.66	49,06	55,60	65,93
2	0,051	3,05	41.29	60,21	68,26	81,00
3	0,076	4,57	55.51	80,97	91,87	109,09
4	0,102	6,10	95.53	139,46	158,44	188,44
5	0,127	7,62	317.04	463,66	533,08	630,43
6	0,152	9,15	95.53	139,46	159,34	188,44
7	0,178	10,67	63.67	92,88	105,90	125,24
8	0,203	12,19	49.54	72,25	82,26	97,29
9	0,229	13,72	41.29	60,21	68,49	81,00
10	0,254	15,24	35.79	52,17	59,31	70,14
11	0,279	16,77	31.82	46,37	52,68	62,30
12	0,305	18,29	28.79	41,95	47,63	56,32

	hT10 [mm/h]	hT50 [mm/h]	hT100 [mm/h]	hT3000 [mm/h]
Σi (tc)	20.91	34.07	38.88	46.03
a*tn	26.55	38.82	44.18	52.67
P	22.60	33.00	37.67	44.60

Per il caso qui in esame, si è adottato il metodo del CN con riferimento alla classe3, ottenendo i seguenti risultati :

TR=10

Δt_c	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.025	0.86	0	0.86	0
0.051	1.90	0	1.90	0
0.076	3.31	0	3.31	0
0.102	5.74	0.000	5.74	0.00
0.127	13.80	0.067	1.61	2.63
0.152	16.22	0.379	3.73	12.27
0.178	17.84	0.710	5.01	13.04
0.203	19.10	1.028	5.95	12.54
0.229	20.15	1.331	6.70	11.92
0.254	21.06	1.620	7.32	11.34
0.279	21.87	1.895	7.85	10.83
0.305	22.60	2.158	8.32	10.37

T_R=50

Δt_c	P	Q	F	ie [mm/h]
0	0	0	0	0
0.025	1.25	0	1.25	0
0.051	2.78	0	2.78	0
0.076	4.83	0	4.83	0
0.102	8.38	0.000	8.38	0.00
0.127	20.16	1.335	6.71	52.56

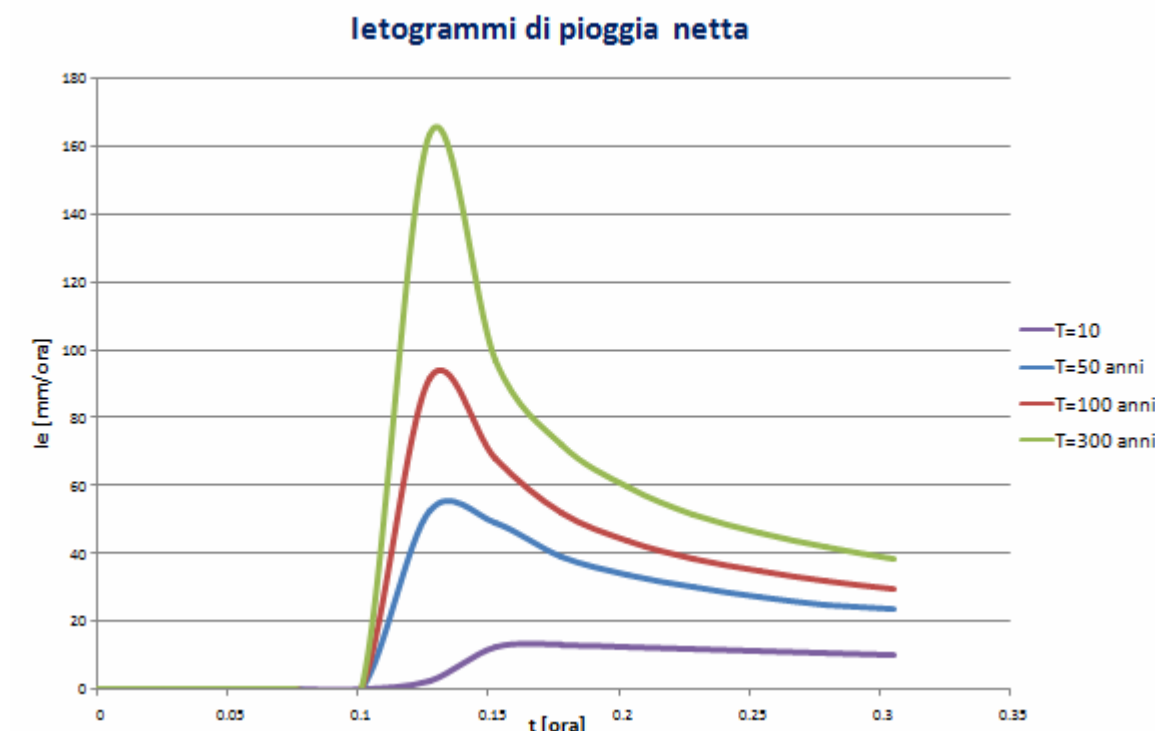
0.152	23.71	2.583	9.00	49.09
0.178	26.07	3.579	10.37	39.24
0.203	27.90	4.434	11.35	33.64
0.229	29.43	5.194	12.12	29.91
0.254	30.76	5.885	12.75	27.19
0.279	31.94	6.522	13.30	25.09
0.305	33.00	7.117	13.77	23.40

T_R=100

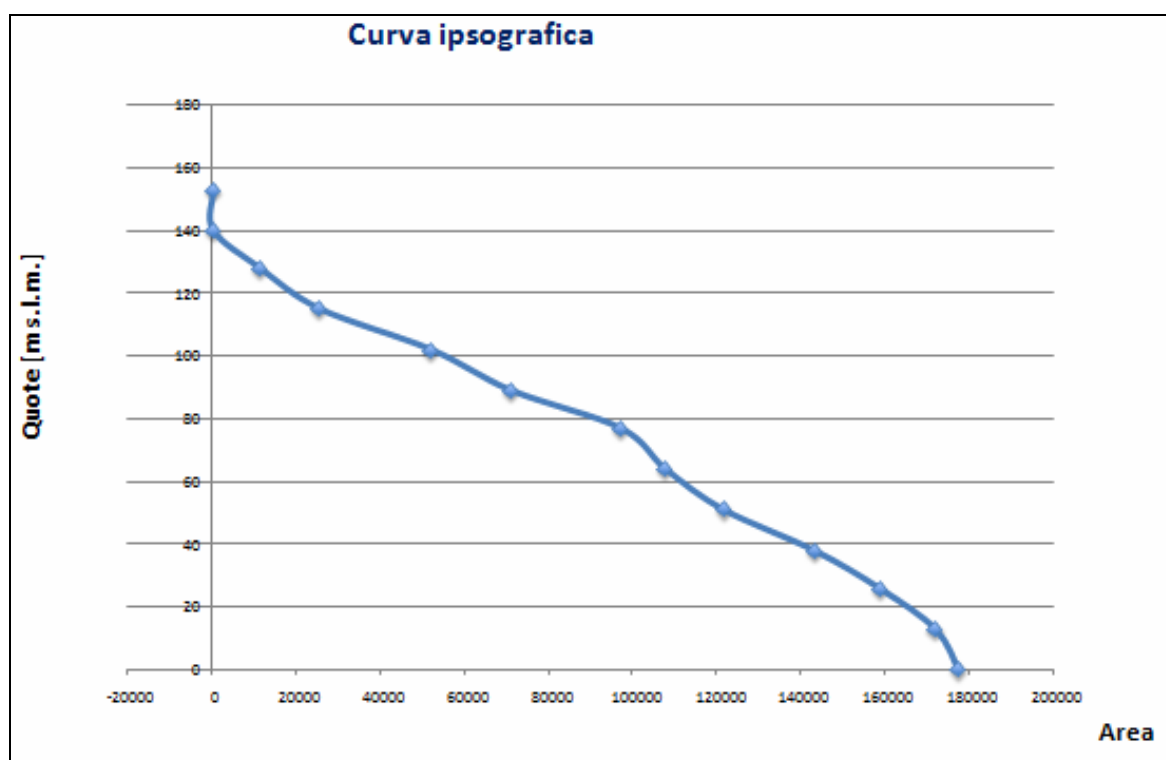
Δt	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.025	1.41	0	1.412	0
0.051	3.15	0	3.147	0
0.076	5.48	0	5.481	0
0.102	9.51	0.000	9.506	0.00
0.127	23.05	2.328	8.603	91.62
0.152	27.10	4.052	10.927	67.85
0.178	29.79	5.377	12.292	52.15
0.203	31.88	6.490	13.269	43.83
0.229	33.62	7.467	14.031	38.47
0.254	35.12	8.348	14.658	34.64
0.279	36.46	9.154	15.190	31.73
0.305	37.67	9.901	15.652	29.42

T_R=300

Δt	P	Q	F	ie [mm/h]
0.000	0	0	0	0
0.025	1.67	0	1.675	0
0.051	3.73	0	3.733	0
0.076	6.50	0.000	6.504	0.00
0.102	11.29	0.000	11.292	0.00
0.127	27.31	4.151	11.039	163.37
0.152	32.10	6.610	13.367	96.81
0.178	35.28	8.439	14.720	71.98
0.203	37.75	9.949	15.681	59.45
0.229	39.81	11.260	16.428	51.59
0.254	41.59	12.431	17.039	46.08
0.279	43.17	13.496	17.557	41.93
0.305	44.60	14.478	18.005	38.67



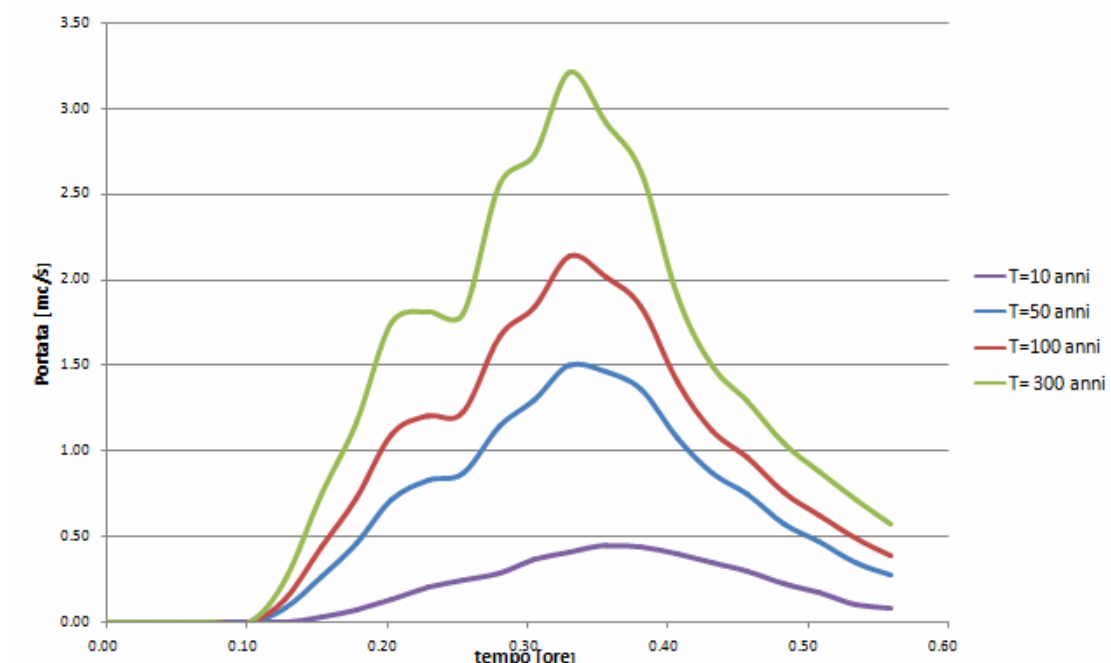
Dalla convoluzione dell' Ietogramma Efficace con la Curva Ipsometrica si ottengono i seguenti valori delle Portate (m^3/s) e i relativi Idrogrammi di Piena



Portate (m³/s)

Δt_c	T= 10	T=50	T=100	T= 300
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
0.13	0.00	0.08	0.14	0.25
0.15	0.03	0.27	0.44	0.75
0.18	0.08	0.47	0.72	1.17
0.20	0.14	0.72	1.10	1.75
0.23	0.20	0.83	1.20	1.82
0.25	0.25	0.88	1.23	1.80
0.28	0.29	1.14	1.67	2.56
0.30	0.37	1.30	1.84	2.73
0.33	0.41	1.50	2.14	3.21
0.36	0.45	1.46	2.02	2.92
0.38	0.44	1.36	1.85	2.63
0.41	0.40	1.07	1.40	1.90
0.43	0.35	0.87	1.12	1.50
0.46	0.30	0.74	0.96	1.29
0.48	0.22	0.58	0.76	1.04
0.51	0.17	0.47	0.63	0.88
0.53	0.11	0.35	0.49	0.72

Idrogrammi di piena



Tr (anni)	Portata sottobacino NORD Pre-Intervento (m ³ /s)
10	0.45
50	1.50
100	2.14
300	3.21

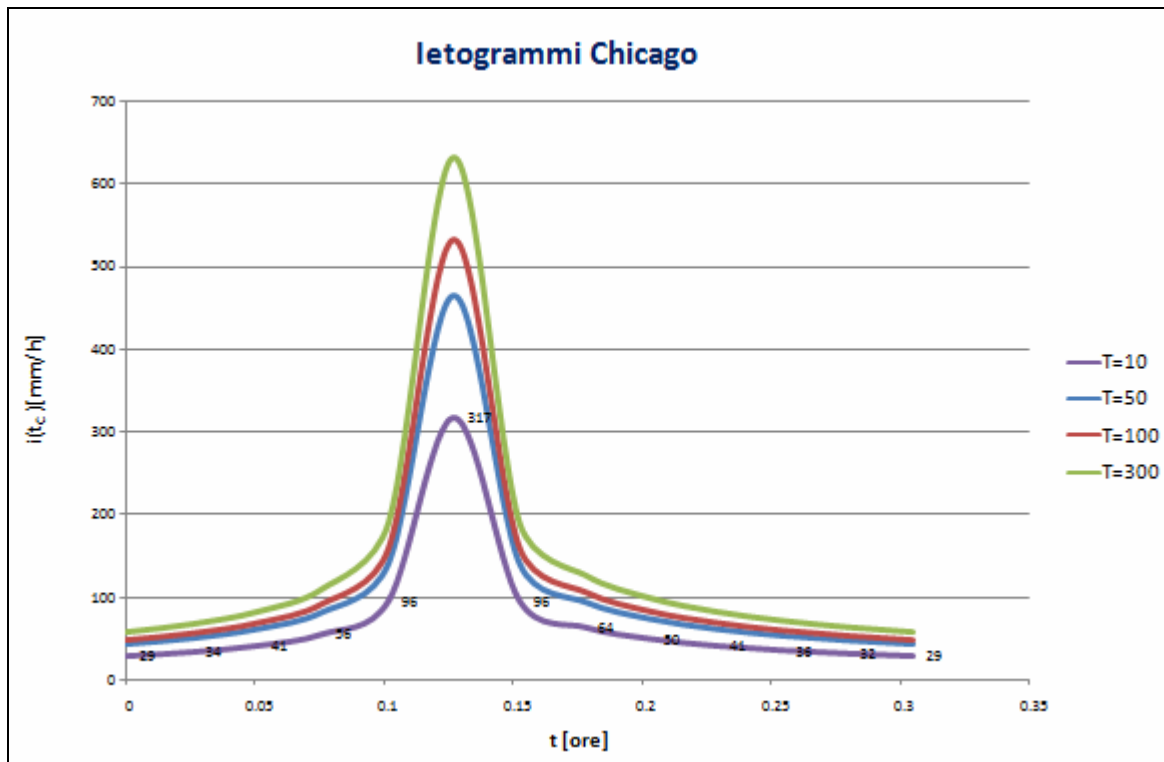
Per il calcolo delle Portate allo stato di post-intervento è stato modificato il valore del CN a causa dell'incremento di superfici impermeabilizzate. Sulla base dell'analisi delle trasformazioni previste sono state individuate diverse tipologie di copertura, ciascuna delle quali può essere realizzata utilizzando diverse categorie di superficie. Calcolando, una media pesata dei valori corrispondenti alle diverse superfici e tipi di copertura, è stato stimato il valore del CN-IIp medio dell'intero comparto nello stato di Post intervento e di conseguenza è stato possibile calcolare il CN-IIIp per il calcolo degli Idrogrammi di Piena.

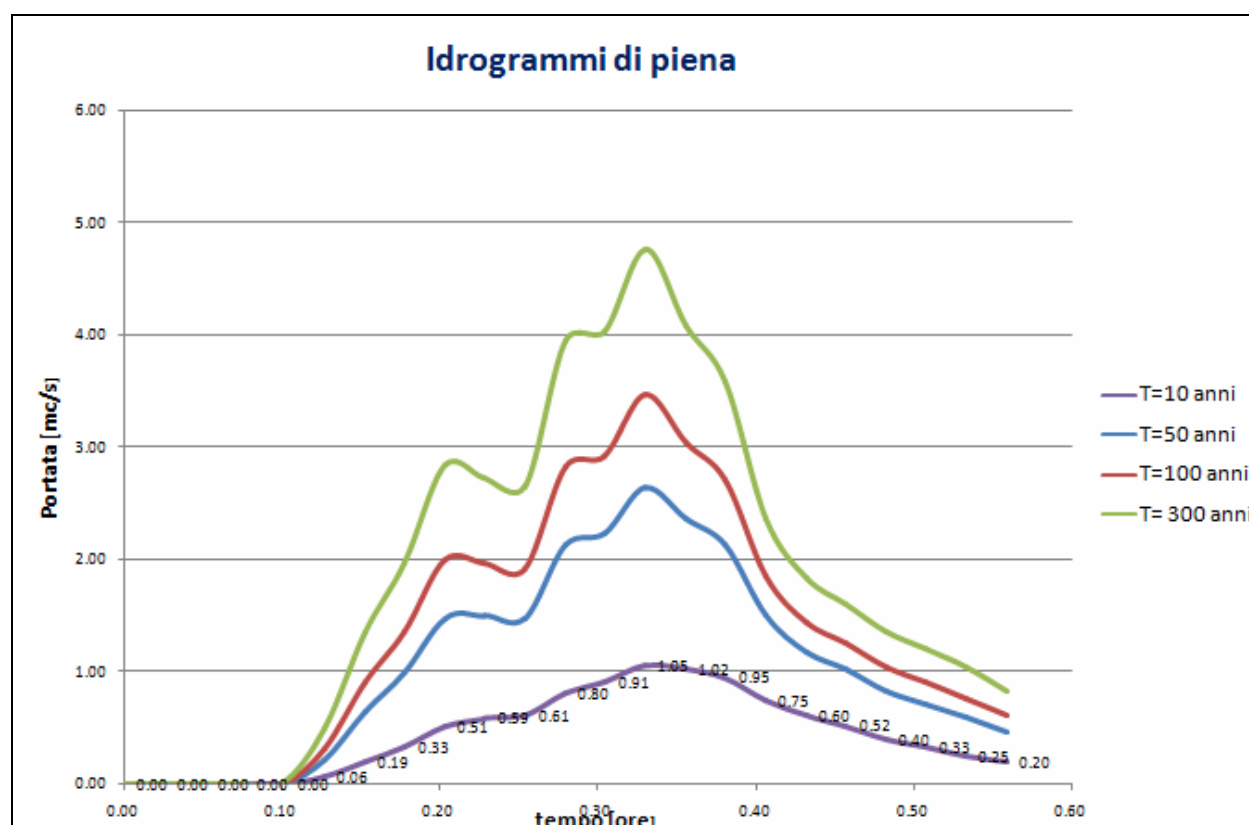
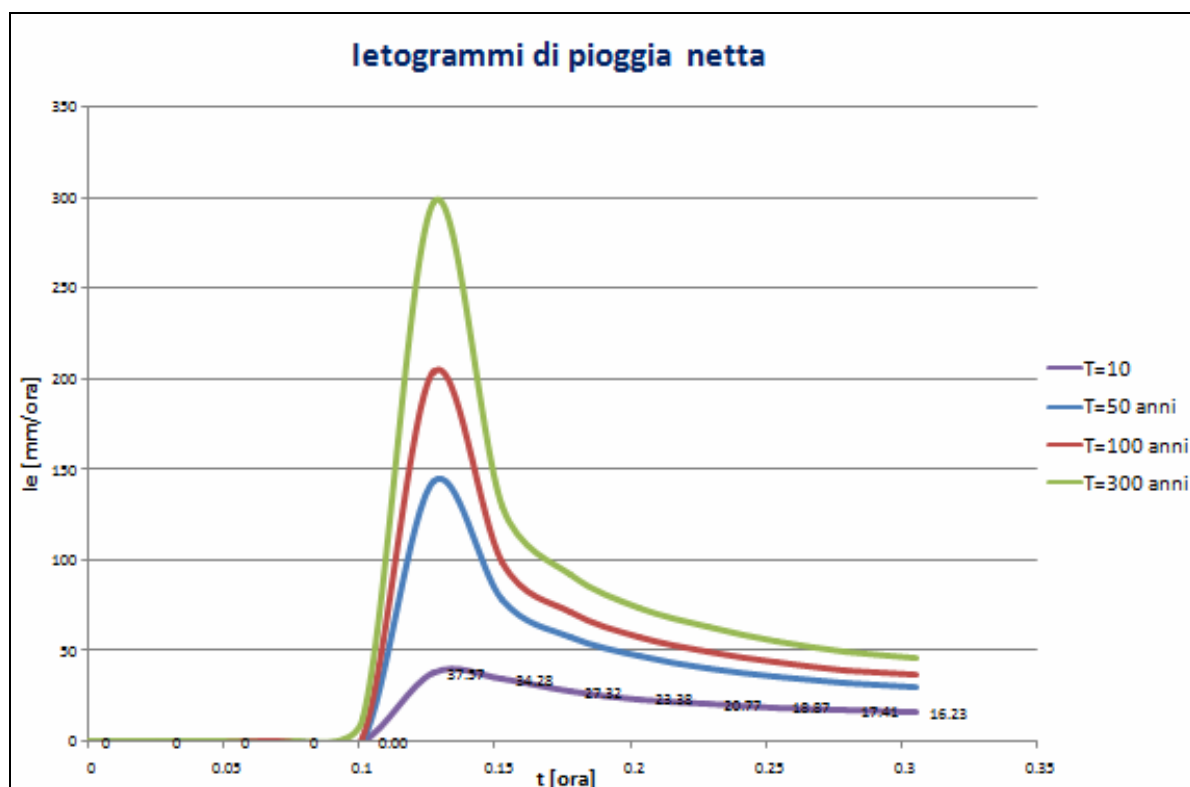
CN-IIp	CN-IIIp
80	90.2935

Ottenendo pertanto i seguenti risultati per lo stato di Post Intervento

Δt_c	T= 10	T=50	T=100	T= 300
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	0.00	0.00	0.02
0.13	0.06	0.22	0.32	0.49
0.15	0.19	0.65	0.91	1.35
0.18	0.33	0.99	1.36	1.97
0.20	0.51	1.48	2.00	2.84
0.23	0.59	1.50	1.97	2.72
0.25	0.61	1.47	1.92	2.65
0.28	0.80	2.13	2.83	3.95
0.30	0.91	2.24	2.93	4.03
0.33	1.05	2.64	3.47	4.76
0.36	1.02	2.37	3.04	4.08
0.38	0.95	2.13	2.70	3.58
0.41	0.75	1.50	1.85	2.36
0.43	0.60	1.18	1.44	1.83

0.46	0.52	1.02	1.25	1.61
0.48	0.40	0.83	1.04	1.36
0.51	0.33	0.71	0.90	1.20
0.53	0.25	0.59	0.77	1.05
0.56	0.20	0.47	0.61	0.82
MEDIA	0.44	1.05	1.36	1.86





In definitiva, per il “Sottobacino NORD” si può concludere quanto segue:

Tr (anni)	Portata sottobacino NORD Pre-Intervento (m³/s)
10	0.45
50	1.50
100	2.14
300	3.21

Tr (anni)	Portata sottobacino NORD Post-Intervento (m³/s)
10	1.05
50	2.64
100	3.47
300	4.76

Tr (anni)	Variazione Delta delle Portate (m³/s)
10	0.6
50	1.14
100	1.33
300	1.55

Sono stati, pertanto, ottenuti i predetti valori globali della portata di deflusso alle sezioni di chiusura considerate che rappresentano, quindi, in modo cautelativo, le condizioni idraulicamente più gravose (portate al colmo defluenti sulle aste impluviali considerate in

seguito ad eventi di pioggia per assegnati tempi di ritorno, incrementate del contributo massimo della portata correlato all'aumento potenziale delle superfici impermeabili).

5.3 CALCOLO DELL' INVARIANZA IDRAULICA

L'area oggetto di ipotetica trasformazione è costituita da una superficie inedificata vocata a verde mediterraneo ed incolto, circondata da lotti edificati o liberi e strade principali e secondarie.

Le dotazioni territoriali della lottizzazione sono costituite dalla viabilità di progetto, comprensiva delle fasce di marciapiede, da zone adibite a verde pubblico, da percorsi ciclopedonali, aree gioco e attrezzature di carattere sportivo. I parcheggi pubblici sono posizionati in aree adiacenti le sedi stradali in modo da essere facilmente fruibili.

Per la determinazione del tempo di ritorno dell'evento piovoso critico, dei relativi parametri della curva pluviometrica e del coefficiente di impermeabilità delle varie superfici si sono utilizzati i dati pluviografici relativi alla stazione più vicina, ossia

Partinico. Ai fini del dimensionamento delle opere idrauliche di drenaggio delle acque meteoriche interne al comparto è stato assunto un tempo di ritorno pari a 10 anni.

Sono trattate le opere per la gestione delle acque meteoriche raccolte all'interno dell'area oggetto di intervento, provenienti dalle seguenti superfici:

- coperture dei fabbricati;
- parcheggi drenanti;
- percorsi ciclabili e pedonali in pavimentazione drenante;
- aiuole e aree verdi;
- strade, marciapiedi e altre superfici realizzati con materiali drenanti

Per convogliare le portate residue nelle zone permeabili a verde si eseguirà un'attenta progettazione delle pendenze del paesaggio per creare piccoli avvallamenti di accumulo e l'uso di percorsi a schiena d'asino per i tracciati pedonali in modo da far defluire le acque nei prati presenti. Infine si progetteranno sistemi di infiltrazione come trincee drenanti in modo da aiutare lo smaltimento delle acque accumulate durante l'evento di pioggia. Questi apparati prevedono la realizzazione al di sotto dello strato verde superficiale di letti in materiale ghiaioso permeabile, in modo da accelerare l'infiltrazione delle acque aumentando la permeabilità del terreno e potendo, in parte, anche servire come serbatoio di accumulo temporaneo durante gli eventi meteorici più intensi.

La superficie di intervento totale è di 56.152,00 m² , così suddivisa:

- Superficie coperta manufatti di pertinenza: 4.594,00 m² (impermeabile)

di cui :

- unità abitative 3.574 m²

- Impianto idrico antinc. : 600 m²

- vasca idrica 420 m²

coefficiente di deflusso $\varphi = 0,9$

-Superficie semipermeabile di 5.590 m² (concorre per il 50% nel calcolo dello stato post operam) così suddivisa:

- parcheggi viabilità interna 3.054 m²

-corsia 600 m²

-marciapiedi 608 m²

-viabilità pubblica 273 m²

-parcheggio pubblico 1.056 m²

coefficiente di deflusso $\varphi = 0,7$

Il parcheggio pubblico e la viabilità interna, sia carrabile con gli annessi parcheggi privati che ciclo/pedonale, avranno una pavimentazione drenante ecocompatibile a basso spessore da realizzare con una colorazione che utilizza di pigmenti naturali e secondo le caratteristiche tecniche, prestazionali e funzionali dalla società Biostrasse srl, per una migliore salvaguardia dell'ambiente

- Superficie permeabile di 45.968 così suddivisa:

-verde attrezzato 8.466 m² + 371 m² = 8837 m²

-urbanizzazione primaria (verde attrezzato pubblico) 1.360 m² + 795 m² + 1130 m² + 725 m² = 4.010 m²

- urbanizzazione secondaria 2.398,00 + 2.773 = 5.171 m²

- verde di pertinenza alle unità abitative 27.950 m²

coefficiente di deflusso $\varphi = 0,2$

Per l'analisi del livello di significatività della trasformazione si farà riferimento a fattori principali che vengono poi schematizzati nella tabella riportata nella Gazzetta Regione Lombardia – suppl. 7 del 27/11/2017 (Fig.7).

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,01 ha (≤ 100 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,01 a ≤ 0,1 ha (≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11, comma 2, lettera d)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Fig.7

1) primo fattore : Localizzazione dell'intervento

Il territorio in generale viene suddiviso in 3 ambiti in base alla pericolosità idraulica

A – alta criticità

B – media criticità

C – bassa criticità

2) secondo fattore : Superficie dell'intervento

a) superficie fino a 100 mq

b) superficie > 100 mq e ≤ 1.000 mq

c) superficie > 1.000 mq e ≤ 10.000 mq

d) superficie > 10.000 mq e ≤ 100.000 mq

3) terzo fattore : Coefficiente di deflusso medio ponderale

1. $\varphi \leq 0,4$

2. $\varphi > 0,4$

Per l'intervento si calcola :

$$\varphi_m = (4.954 \times 0,9) + (5.590 \times 0,7) + (45.968 \times 0,2) / 56.152 = 4134 + 3.913 + 9.193,6 / 56.152 = 17.240 / 56152 = 0,30 < 0,4$$

Nel caso in questione abbiamo :

- 1) area di tipo "C" - Criticità Bassa per assenza di vincoli PAI
- 2) superficie impermeabile post operam compresa tra 10.000 mq e 100.000 mq
- 3) $0,30 < 0,4$

L'area ricade in classe d'intervento "1" a bassa criticità e con impermeabilizzazione potenziale media .

Per la determinazione dei volumi minimi d'invaso, i metodi di calcolo idrologico ed idraulico che possono essere utilizzati per il dimensionamento dei volumi di invaso sono da scegliersi in funzione del livello di significatività della proposta trasformazione..

Nel presente lavoro, è stato utilizzato il **metodo Diretto Italiano**.

5.3.1 Metodo Diretto Italiano

E' un caso particolare derivato dal metodo italiano dell'invaso (Supino 1929, Puppini 1932) e appartiene alla classe di metodi dell'invaso lineare.

Permette di calcolare direttamente i volumi d'invaso necessari, semplicemente mantenendo costante il **coefficiente udometrico** al variare del coefficiente d'afflusso medio ponderale dell'area. Richiede di effettuare una buona stima, oltre che dei coefficienti di afflusso, anche dei volumi dei piccoli invasi, di non sempre facile quantificazione.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che $I + P = 100\%$) è data dalla seguente relazione:

$$w = w^{\circ} * (\Phi/\Phi^{\circ})(1/(1-n) - 15 * I - w^{\circ} * P .$$

- w° volume idrico convenzionale per ettaro di superficie, che si assume pari a 20 mc/ha;
- Φ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;
- Φ° coefficiente di deflusso prima della trasformazione;
- I percentuale di area trasformata, pari a 1 (100%);

- P percentuale di area non trasformata, pari a 0 (0%);
- n indice che si assume pari a 0,48, rappresenta l'esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura.

Per la valutazione dei coefficienti di deflusso, prima e dopo la trasformazione, si utilizzeranno le seguenti espressioni convenzionali:

$$\Phi^{\circ} = 0,90 \cdot \text{Imp}^{\circ} + 0,20 \cdot \text{Per}^{\circ}$$

$$\Phi = 0,90 \cdot \text{Imp} + 0,20 \cdot \text{Per}$$

Dove:

- Imp° frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile prima della trasformazione;
- Imp frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile dopo la trasformazione;
- Per° frazione dell'area totale da ritenersi permeabile prima della trasformazione;
- Per frazione dell'area totale da ritenersi permeabile dopo la trasformazione;

Avremo così un Volume da regimentare/laminare pari a 227,94 mc , a cui vanno sottratte le acque di pioggia defluenti dalle coperture dei fabbricati destinate ad **usi compatibili quali: irrigazione, innaffiamento giardini, acque grigie** così calcolate:

Superficie coperture fabbricati: 3.574 mq;

La stima della portata delle acque meteoriche di copertura viene effettuata con la formula cinematica di Turazza:

$$Q = c \cdot I \cdot A$$

dove:

c è il coefficiente di deflusso che per superfici impermeabili si assume pari a 0,9;

A è l'area della superficie scolante; 3.574 mq

I è l'intensità di pioggia, assunta pari a 19.67 mm/h. dallo ietogramma di pioggia netta a 10 anni

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

(inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)

Superficie fondiaria	=	56.152,00	mq	inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superficie impermeabile esistente	=	152,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella
Imp°	=	0,00		
Superficie permeabile esistente	=	56.000,00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella
Per°	=	1,00		
Imp°+Per°	=	1,00		corretto: risulta pari a 1
POST OPERAM				
Superficie impermeabile di progetto	=	7.389,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella
Imp	=	0,13		
Superficie permeabile progetto	=	48.773,00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella
Per	=	0,87		
Imp+Per	=	1,00		corretto: risulta pari a 1
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superficie trasformata/livellata	=	10.184,00	mq	
I	=	0,18		
Superficie agricola inalterata	=	45.968,00	mq	
P	=	0,82		
I+P	=	1,00		corretto: risulta pari a 1

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

$\phi^{\circ} = 0.9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0.2 \times \text{Per}^{\circ} =$	0,9	x	0,00	+	0,2	x	1,00	=	0,20
$\phi = 0.9 \times \text{Imp} + 0.2 \times \text{Per} =$	0,9	x	0,13	+	0,2	x	0,87	=	0,29

CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 \text{ l} - w^{\circ} \text{P} =$	50	x	1,68	-	15	x	0,18	-	50	x	0,82	=	40,49	mc/ha	w
$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$							40,49	x	56.152	:	10.000	=	227,34	mc	W

Si ha:

$Q \text{ Acque pluviali} = 0,9 \times 19,67 \text{ mm} \times 3574 \text{ mq} / 1000 = 63,27 \text{ mc}$

Mediamente si avrà: $63,27 \text{ mc} / 66 \text{ unità immobiliari} = 0,95 \text{ mc per u.i.}$

Quindi il volume da laminare/infiltrare sarà : $227,94 - 63,27 = 164,67 \text{ mc.}$

6. Misure compensative

Le misure compensative che si propongono ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica dell'area oggetto di trasformazione si suddividono in due categorie:

1) Dispositivi di compensazione, finalizzate a mantenere costante il coefficiente udometrico .

2) Dispositivi idraulici, impiegati al fine di garantire un drenaggio sostenibile e facilitare l'infiltrazione dei volumi idrici nel terreno. Tali dispositivi sono da adottarsi come misura complementare ai fini della laminazione delle piene in particolare in zone non soggette a rischio di inquinamento della falda e laddove tale soluzione possa essere ritenuta efficace e non provochi alterazioni idrogeologiche nel rispetto della vigente normativa ambientale.

Si precisa che i dispositivi idraulici possono essere usati ai fini dell'Invarianza idraulica laddove sono contemporaneamente verificate le seguenti condizioni:

- a) la soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la distanza della stessa dal fondo dell'opera disperdente deve essere maggiore o pari ad almeno 2,0 m (la falda in zona è a - 35 m dal p.c.);
- b) non devono sussistere pericoli di instabilità dei suoli e sottosuoli; (aree esterne al PAI).
- c) le dispersioni nel terreno delle acque meteoriche superficiali non devono causare inquinamenti delle falde acquifere presenti;
- d) i terreni devono possedere un adeguato grado di permeabilità idraulica ovvero $K \geq 10^{-4} \text{ m/s.}$

Verificato che esistono le condizioni, si adotterà un sistema di trincee drenanti poste lungo la viabilità esistente interposte tra gli stalli di sosta ed il verde alberato. Si può stimare lo sviluppo delle trincee drenanti suddividendo l'intera area in comparti di lotti aventi caratteristiche omogenee . Per maggiore chiarezza sulla divisione in comparti si rimanda alla tavola dedicata nel progetto generale. (Tav. 12).

6.1 Trincee drenanti in sub-strato

Per il calcolo della portata da smaltire si deve utilizzare la seguente formula:

$$Q_i = \varphi_{MEDIO} \cdot i(T_c) \cdot \sum A_i$$

con:

$$\varphi_{MEDIO} = \frac{\sum A_i \cdot \varphi_i}{A_{TOT}}$$

$i(T_c)$ = intensità di pioggia

A_i = aree parziali

Il valore di permeabilità K , desunto da una serie di prove in sito condotte in una zona limitrofa all'area oggetto di intervento, è pari a $1,5 \cdot 10^{-4}$ m/s (0,00015).

Conoscendo il coefficiente di permeabilità del terreno si ottiene la capacità di assorbimento oraria (1h = 60 min. = 3600 sec.) che è pari a:

$$KS_{max} = 0,00015 \cdot 3600 = 0,54 \text{ mc./h/mq.}$$

Per poter smaltire la portata di afflusso avremmo bisogno della superficie così calcolata:

$$S = Q_i / KS_{max}$$

Dovendo suddividere le aree in 9 comparti in cui il sistema di smaltimento è separato, si è effettuato lo stesso calcolo per ognuno di essi, ricavando i coefficienti di afflusso medi puntuali , la portata da smaltire e il dimensionamento della trincea drenante.

Comparto 1	Lotti 1-2-20-21		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso medio	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88
Area verde privato	2548,15	0,1	254,81
Totale	2981,35	0,21	644,69

Portata da smaltire $Q_i = 0,21 * 19,67 \text{ mm/h} * 2981,35 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 12,68 \text{ mc/h}$

Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 12,68 / 0,54 = 23,48 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 6,00 m., larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 6,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 27,00 \text{ mq.} > 23,48.$$

Comparto 2	Lotti 3-4-22-23		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88
Area verde privato	3375,58	0,1	337,58
Totale	3809,63	0,19	727,46

Portata da smaltire $Q_i = 0,19 * 19,67 \text{ mm/h} * 3809,63 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 14,23 \text{ mc/h}$

Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{Smax} = 14,23 / 0,54 = 26,36 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 7,00 m., larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 7,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 31,50 \text{ mq.} > 26,36.$$

Comparto 3	Lotti 5-6-7-14		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88
Area verde privato	5112,91	0,1	554,61
Totale	5546,11	0,17	944,49

Portata da smaltire $Q_i = 0,17 \times 19,67 \text{ mm/h} \times 5546,11 \text{ m}^2 \times 10^{-3} = 18,57 \text{ mc/h}$
Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{Smax} = 18,57 / 0,54 = 34,40 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 8,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 8,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 36,00 \text{ mq.} > 34,40.$$

Comparto 4	Lotti 8-9-16-15		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88

Area verde privato	3986,87	0,1	442
Totale	4420,07	0,18	831,88

Portata da smaltire $Q_i = 0,18 * 19,67 \text{ mm/h} * 4420,07 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 16,36 \text{ mc/h}$
 Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 16,36 / 0,54 = 30,30 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 7,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 7,00 \text{ ml.} * 4,50 \text{ mq.} = 31,50 \text{ mq.} > 30,30$$

Comparto 5	Lotti 10-11-12-	13- 27-28	
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 6 = 649,8	0,9	584,82
Area verde privato	4123,5	0,1	412,35
Totale	4773,3	0,20	997,18

Portata da smaltire $Q_i = 0,20 * 19,67 \text{ mm/h} * 4773,3 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 19,61 \text{ mc/h}$
 Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 19,61 / 0,54 = 36,32 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 8,50 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 8,50 \text{ ml.} * 4,50 \text{ mq.} = 38,25 \text{ mq.} > 36,32$$

Comparto 6	Lotti 14-15-16		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 3 = 324,9	0,9	292,41
Area verde privato	2671,38	0,1	267,13
Totale	2296,28	0,24	559,54

Portata da smaltire $Q_i = 0,24 * 19,67 \text{ mm/h} * 2296,28 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 11,05 \text{ mc/h}$
 Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 11,05 / 0,54 = 20,47 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 5,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 5,00 \text{ ml.} * 4,50 \text{ mq.} = 22,50 \text{ mq.} > 20,47$$

Comparto 7	Lotti 17-29-30-31		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88
Area verde privato	2980,15	0,1	298,01
Totale	3413,35	0,20	687,89

Portata da smaltire $Q_i = 0,20 * 19,67 \text{ mm/h} * 3413,35 \text{ m}^2 * 10^{-3} = 13,53 \text{ mc/h}$
 Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 13,53 / 0,54 = 25,05 \text{ mq.}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 6,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni

metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 6,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 27,00 \text{ mq.} > 25,05$$

Comparto 8	Lotti 18-19-32-33		
Superficie tipo	Area (m ²)	Coefficiente di afflusso	Area di deflusso
Fabbricati	108,3 x 4 = 433,2	0,9	389,88
Area verde privato	3195,71	0,1	319,57
Totale	3628,91	0,19	709,45

Portata da smaltire $Q_i = 0,19 \times 19,67 \text{ mm/h} \times 3628,91 \text{ m}^2 \times 10^{-3} = 13,95 \text{ mc/h}$
 Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K_{S\max} = 13,53 / 0,54 = 25,84 \text{ mq}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 6,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 6,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 27,00 \text{ mq.} > 25,84$$

Comparto 9	Area (mq)	Coefficiente di deflusso	Area di deflusso
Verde attrezzato	8486,65	0,1	848,66
Urbanizzazione primaria	1360,76+795,78+ +1130,41+725,11=4012,06	0,1	401,20
Urbanizzazione secondaria	2279,24	0,1	227,92
Parcheggio pubblico con pavimentazione drenante	1058,30	0,7	740,81
Superficie totale	15836,25	0,14	2218,65

Portata da smaltire $Q_i = 0,14 \cdot 19,67 \text{ mm/h} \cdot 15836,25 \text{ m}^2 \cdot 10^{-3} = 43,64 \text{ mc/h}$

Calcolo superficie trincea drenante

$$S = Q_i / K S_{\max} = 43,64 / 0,54 = 80,81 \text{ mq}$$

Nel nostro caso la trincea drenante prevista ha le seguenti caratteristiche: lunghezza 18,00 m, larghezza 1,50 m. e profondità 1,50 m. (parete drenante). Pertanto per ogni metro di superficie lineare della nostra trincea avremo (1,50+1,50+1,50) 4,50 mq. di superficie drenante. La superficie drenante complessiva sarà:

$$S = 18,00 \text{ ml.} \times 4,50 \text{ mq.} = 81,00 \text{ mq.} > 80,81$$

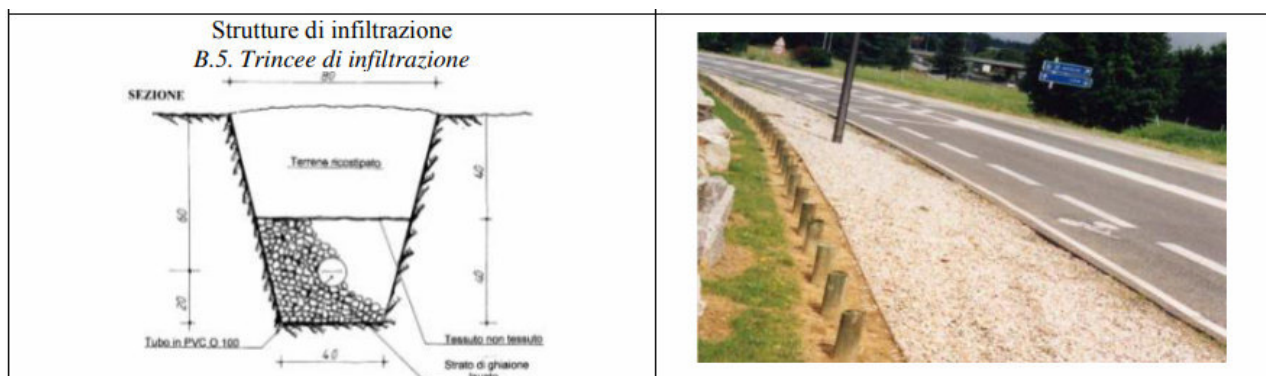


Fig.8 Sezione tipo trincea drenante

Tanto si doveva per l'incarico conferitomi.

Allegati:

- 1) Stralcio Tavoleta IGM Scala 1:25.000
- 2) “ Catastale Scala 1:2.000
- 3) Planimetria del lotto ante operam
- 4) “ “ “ post operam
- 5) Carta del Rischio e della Pericolosità Geomorfologica PAI
- 6) Carta Geologica e Geomorfologica Scala 1:10.000
- 7) Carta Idrogeologica Scala 1:10:000

Data
Settembre 2024

Il Geologo
Dott. Vito Gaglio