



COMUNE DI NAPOLI

IL SINDACO DI NAPOLI
COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO PER LA BONIFICA AMBIENTALE
E RIGENERAZIONE URBANA DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI COROGLIO - DPCM 30 Novembre 2021

REALIZZAZIONE DEL POLO TECNOLOGICO DELL'AMBIENTE
NELL'AREA TEMATICA 4, UNITÀ D'INTERVENTO 4a2
DELLO STRALCIO URBANISTICO AL PRARU DI BAGNOLI - COROGLIO

Permesso di Costruire - Delibera Commissariale n° 4 del 04.05.2023
Inizio Lavori - Pec del 05.12.2024

**AGGIORNAMENTO DELLA DISPOSIZIONE PLANIMETRICA DEGLI EDIFICI
ESECUZIONE PER LOTTI FUNZIONALI - LOTTO 1**

INTEGRAZIONE CONFERENZA DI SERVIZI - NOTA CSB-0003185-P-12/12026

ELAB. N°: INT_IDR_01_00	TITOLO ELABORATO: Relazione invarianza idraulica	SCALA: -												
FILE: INT_IDR_01_00.pdf	<table><tr><td>NAPOLI</td><td>ELABORATO</td><td>VISTO</td><td>APPROVATO</td></tr><tr><td>DATA</td><td>Ottobre 2026</td><td>Ottobre 2026</td><td>Ottobre 2026</td></tr><tr><td>SIGLA</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	NAPOLI	ELABORATO	VISTO	APPROVATO	DATA	Ottobre 2026	Ottobre 2026	Ottobre 2026	SIGLA				FORMATO: A4
NAPOLI	ELABORATO	VISTO	APPROVATO											
DATA	Ottobre 2026	Ottobre 2026	Ottobre 2026											
SIGLA														
ARCHIVIO: 01/25 - 609b	<table><tr><td>MODIFICHE</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td></td><td>3</td><td></td></tr></table>	MODIFICHE	1			2			3					
MODIFICHE	1													
	2													
	3													

PROGETTAZIONE DOTT. ING. SALIZANO DE LUNA NICOLA ISCRITTO ALL'ALBO PROFESSIONALE COL. N. 6821	CONSULENTI: Impianti Tecnologici: ITACA Associati Srl Indirizzo Scientifico: Prof. Arch. Fabio Mangone Indirizzo Artistico: Sergio Fermariello Agronomia: S.S.I.S.S. Dottori Agronomi	PROPRIETA': P.T.A.I. S.p.A. Polo Tecnologico dell'Ambiente e dell'Innovazione S.p.A.
--	---	---

A TERMINI D'LEGE CRISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE.

INDICE

- 1. GENERALITÀ**
- 2. STIMA DELLE PORTATE DI INVASO E LAMINAZIONE**
- 3. CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DELLA LAMINAZIONE**
- 4. CONCLUSIONI**

1. GENERALITÀ

La presente relazione illustra i criteri di carattere idrologico che sono alla base della stima delle portate e dei volumi di invaso sull'area dove insisterà la realizzazione del PTAI (area tematica 4, unità di intervento 4 a2, del PRARU di Bagnoli – Coroglio).

L'area oggetto è classificata come a pericolosità/rischio da dissesti da versante ed idraulico nullo come rappresentato nella carta della pericolosità idraulica della Variante di PRG.

Nel seguito vengono definiti i parametri idrologici ed il criterio di dimensionamento del volume di laminazione delle acque meteoriche relativo all'unità di intervento 4a2. Il bacino scolante considerato ha una superficie di circa 40.000 m². La verifica confronta la risposta dello stato di fatto con quella della configurazione di progetto e determina il volume di accumulo necessario per contenere la portata scaricata, corrispondente al coefficiente udometrico relativo allo stato dei luoghi.

Il calcolo è sviluppato mediante il metodo razionale per la stima delle portate di picco e mediante il bilancio semplificato dei volumi per il dimensionamento dell'invaso. Per un tempo di ritorno di 50 anni si ottiene un volume teorico di 300m³, alle condizioni di funzionamento precisate nella presente relazione.

INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'art. 19, comma 5, delle NTA dello stralcio urbanistico del PRARU richiede il rispetto del principio di invarianza idraulica per ogni unità di intervento, al fine di evitare che la nuova urbanizzazione aggravi le criticità della rete. La disposizione individua nella captazione, raccolta e nel riutilizzo delle acque nell'area le misure per limitare il carico idraulico.

Il criterio adottato è il contenimento della portata al valore di riferimento dello stato di fatto.; tale valore è un parametro progettuale desunto dall'analisi idraulica dello stato dei luoghi. La sua utilizzazione richiede compatibilità con il recapito e rispetto di eventuali condizioni più restrittive del gestore o degli enti competenti.

La geometria delle opere, le quote e i dispositivi di regolazione devono essere coordinati con gli elaborati della rete meteorica e con le condizioni di allaccio, secondo quanto negli elaborati grafici.

Il progetto di smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento e lavaggio aree esterne è stato elaborato secondo quanto previsto dal Regolamento Regionale della Campania (n.6, 24/09/2013) e secondo le prescrizioni/raccomandazioni dell'Ente Idrico Campano (Regolamento per la disciplina delle autorizzazioni allo scarico delle acque reflue in

pubblico fognature – art.23 – Acque meteoriche). In particolare si è impostato all'interno del Polo Tecnologico dell'Ambiente e dell'Innovazione un ciclo integrato delle acque finalizzato a favorire:

- la restituzione delle acque meteoriche nelle reti drenanti e scolo naturali al fine di ricaricare le falde, preservare le reti fognarie da sovraccarichi idraulici (invarianza idraulica) e tutelare la funzionalità degli impianti di depurazione a servizio delle reti fognarie;
- forme di accumulo delle acque meteoriche per laminare le portate scaricate nelle reti fognarie e per consentire il loro riutilizzo per usi duali (irrigazione di aree a verde.
 - lavaggio di aree esterne, servizio antincendio, acqua per servizi igienici);
 - l'eliminazione degli sprechi e la riduzione dei consumi idrici anche mediante l'incremento dell'acqua riciclata

2. STIMA DELLE PORTATE DI INVASO

EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Poiché la Regione Campania non fornisce indicazioni specifiche relativamente alla quantificazione del volume di precipitazione, si è fatto riferimento alla quantificazione del valore di precipitazione effettuando l'analisi idrologica sulle precipitazioni di breve durata ed elevata intensità per la regione Campania, per la zona del sito in esame.

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica forniscono la relazione tra l'altezza di precipitazione h e la durata dell'evento di pioggia t per un prefissato tempo di ritorno T_r , intendendo per tempo di ritorno quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

Il valore del tempo di ritorno viene cautelativamente fissato in 50 anni, ritenendo così accettabile la frequenza probabile cinquantennale per un evento meteorico che mette in crisi le opere di difesa idraulica.

L'espressione che definisce le curve di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h = a \times t^n$$

in cui l'altezza di precipitazione h è espressa in mm, il tempo di pioggia t è espresso in ore, mentre a ed n sono due parametri che devono essere ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

I dati forniti vengono studiati statisticamente con la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel.

In definitiva le equazioni calcolate per tempo di ritorno di 50 anni sono le seguenti Per durate inferiori all'ora (scrosci):

$$h = 64.67 \times t^{0.425}$$

Per piogge orarie:

$$h = 57.55 \times t^{0.223}$$

Con h in millimetri e t in ore

COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Una volta determinata l'equazione di possibilità pluviometrica e quindi l'altezza della lama d'acqua che si stende sul terreno, resta da determinare quale frazione di essa venga raccolta dalla rete di collettori e quale, invece vada dispersa in altro modo: per infiltrazione nel suolo nelle aree a verde, per evapotraspirazione ecc...

A questo punto si introduce il coefficiente di deflusso definito come il rapporto tra il volume defluito attraverso una sezione in un certo intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo.

Sembra abbastanza intuitivo il fatto che il deflusso, per come è definito, assuma valori maggiori per superfici “impermeabili” quali tetti, strade, ecc., e valori minori per superfici “permeabili” quali prati, giardini, ecc. in cui una parte della precipitazione può infiltrarsi nel terreno e disperdersi senza arrivare alla sezione di chiusura fissata.

I valori dei coefficienti di deflusso cui fare riferimenti sono riportati i seguenti:

<i>Tipo di superficie</i>	<i>Coefficiente di deflusso (φ)</i>
Aree Superfici agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali)	0,9

In realtà il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione in quanto varia la risposta del terreno soggetto alla precipitazione, tuttavia nel presente studio, verrà assunto come costante.

Per il successivo calcolo delle portate è stata effettuata una stima dei coefficienti di afflusso dello stato attuale, che risulta già urbanizzato, e delle future aree di progetto mediante la formula sopra riportata, utilizzando i coefficienti di afflusso riportati in seguito:

Superfici dello stato di fatto (fig.1)

Destinazione	Superficie m ²	Coeff. φ	$S \times \varphi$ m ²
Edifici	1.400	0,90	1.260
Strade	6.000	0,90	5.400
Verde	32.600	0,20	6.520
Parcheggi	0	0,60	0
Totale	40.000		13.180

Il coefficiente medio ponderato dello stato di fatto è:

$$\varphi_0 = \Sigma(S_i \times \varphi_i) / \Sigma S_i = 13.180 / 40.000 = 0,32950.$$

Per il vincolo di scarico si assume $u_0 = 160$ l/s/ha; tale parametro viene mantenuto distinto dal coefficiente di deflusso adimensionale φ_0 .

Superfici dello stato di progetto (fig.2)

Destinazione	Superficie m ²	Coeff. φ	$S \times \varphi$ m ²
Edifici e coperture	8.100	0,90	7.290
Strade e marciapiedi	11.000	0,90	9.900
Parcheggi	1.200	0,60	720
Verde	19.700	0,20	3.940
Totale	40.000		21.850

Il coefficiente medio ponderato di progetto è:

$$\varphi_p = 21.850 / 40.000 = 0,54625.$$

Le superfici sono considerate in proiezione orizzontale, senza sovrapposizioni o duplicazioni di conteggio. I coefficienti sono assunti costanti durante l'evento: 0,90 per coperture, strade e marciapiedi; 0,60 per parcheggi semipermeabili; 0,20 per verde permeabile. La verifica presuppone che le sistemazioni corrispondano a tali caratteristiche. In particolare, il verde su soletta impermeabile non è automaticamente assimilabile al verde in piena terra: le relative prestazioni di ritenzione e drenaggio devono essere documentate. In caso di diversa permeabilità effettiva, il coefficiente medio e l'invaso devono essere aggiornati.

CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE

Si assume un tempo di ritorno $T_r = 50$ anni e si utilizzano le seguenti curve:

Per durate inferiori a un'ora: $h(t) = 64,67 \times t^{0,425}$.

Per durate di un'ora e superiori: $h(t) = 57,55 \times t^{0,223}$.

L'altezza h è in mm e la durata t in ore. Le curve costituiscono il dato pluviometrico del dimensionamento. L'origine statistica, la pertinenza al sito e l'applicabilità alle brevi durate devono risultare dalla documentazione idrologica di progetto. I due rami non sono continui a un'ora: il loro contributo è verificato separatamente, includendo i valori ai bordi degli intervalli.

TEMPO DI CORRIVAZIONE

Uno dei parametri che caratterizzano un bacino scolante è proprio il tempo di corrivazione t_c , definito come il tempo mediamente impiegato dalla particella di pioggia che cade nel punto più lontano del bacino a raggiungere la sezione di chiusura.

La determinazione di questo parametro è tutt'altro che semplice ed è quindi necessario affidarsi alle formule sperimentali ricavate dai vari autori, facendo però attenzione a scegliere quella che meglio rappresenta le condizioni del bacino allo studio. Per quanto riguarda sia lo stato attuale, già urbanizzato, che lo stato di progetto, che vede incrementate le superfici impermeabili, il calcolo del tempo di corrivazione viene eseguito con la formula seguente, specifica per ambiente urbano:

$$t_c = t_0 + t_{rete}$$

In cui t_0 è il tempo di accesso alla rete (o tempo di ruscellamento), che può assumere valori compresi fra 300 e 600 s, mentre t_{rete} è il tempo di percorrenza della rete fognaria, che in via approssimativa può essere espresso dalla seguente relazione:

$$t_{rete} = \sqrt{1.5 \cdot S} / v$$

In cui S è la superficie scolante espressa in m^2 , v è la velocità media nella rete assunta pari a circa 1 m/s. Quindi i rispettivi tempi di corrivazione sono:

$$t_{c,attuale} = 450 + 138 = 588 \text{ s}$$

$$t_{c,progetto} = 450 + 158 = 608 \text{ s}$$

PORTATE DI PICCO E COEFFICIENTI UDOMETRICI – METODO RAZIONALE

Il metodo razionale esprime la portata massima come:

$$Q_{\max} = \varphi \times S \times h(t_c) / t_c.$$

Con S in m², h in mm e t_c in secondi, Q risulta in l/s. Il coefficiente udometrico si ricava dividendo Q per la superficie espressa in ettari. I tempi di corrivazione assunti sono 588 s nello stato di fatto e 608 s nello stato di progetto.

Parametro	Stato di fatto	Stato di progetto
Superficie ha	4,00	4,00
Coefficiente di deflusso	0,32950	0,54625
Tempo di corrivazione s	588	608
Pioggia al tempo di corrivazione mm	29,941	30,369
Portata di picco calcolata l/s	671,12	1.091,39
Coefficiente udometrico calcolato l/s/ha	167,78	272,85

Il coefficiente udometrico assunto per lo scarico è 160 l/s/ha, inferiore al valore dello stato di fatto ottenuto dal calcolo sopra esposto (167,78 l/s/ha). Il limite adottato è quindi cautelativo rispetto a tale stima. Questo confronto idrologico non costituisce attestazione della capacità del ricettore né autorizzazione allo scarico.

La portata massima di riferimento in uscita è:

$$Q_u = 160 \times 4 = 640 \text{ l/s} = 0,640 \text{ m}^3/\text{s} = 2.304 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La portata di picco di progetto non laminata è circa 1.091,39 l/s, corrispondente a 272,85 l/s/ha. L'invaso ha la funzione di accumulare temporaneamente il volume eccedente la capacità di scarico assunta.

3. CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO DELLA LAMINAZIONE

METODO DI CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Si applica un bilancio semplificato tra volume entrante e uscente, assumendo afflusso immediato della precipitazione efficace e portata costante in uscita durante l'evento. Non si attribuiscono riduzioni a infiltrazione aggiuntiva, riutilizzo durante la pioggia o invasi accessori non documentati.

Per una durata t in ore:

$$V_{in}(t) = S \times \varphi_p \times h(t) / 1.000.$$

$$V_{out}(t) = Q_u \times t.$$

$$V(t) = \max[0; V_{in}(t) - V_{out}(t)].$$

I volumi sono in m^3 e Q_u è espresso in m^3/h . Posto $K = S \times \varphi_p \times a / 1.000$, per ciascun ramo pluviometrico la funzione da massimizzare è $V(t) = K \times t^n - Q_u \times t$.

Annullando la derivata si ottiene:

$$t^* = (K \times n / Q_u)^{1/(1-n)}.$$

$$V^* = K \times (t^*)^n - Q_u \times t^*.$$

La durata critica viene confrontata con l'intervallo di validità del ramo; si verificano inoltre i valori di bordo. Il tempo di corrivazione non interviene nella massimizzazione di questo bilancio volumetrico semplificato.

DETERMINAZIONE DEL VOLUME CRITICO

Per il ramo suborario:

$$K = 40.000 \times 0,54625 \times 64,67 / 1.000 = 1.413,0395 \text{ m}^3.$$

$$n = 0,425; Q_u = 2.304 \text{ m}^3/h.$$

$$t^* = (1.413,0395 \times 0,425 / 2.304)^{1/(1-0,425)} = 0,09648360 \text{ h} = 5,78902 \text{ min}.$$

Alla durata critica:

$$h(t^*) = 23,93843 \text{ mm}.$$

$$V_{in}(t^*) = 523,05461 \text{ m}^3.$$

$$V_{out}(t^*) = 222,29821 \text{ m}^3.$$

$$V^* = 300,75640 \text{ m}^3.$$

Durata min	Pioggia mm	V entrante m ³	V uscente m ³	V invasato m ³
3,000	18,104	395,56	115,20	280,36
5,789	23,938	523,05	222,30	300,76
10,133	30,369	663,57	389,12	274,45
17,000	37,838	826,76	652,80	173,96
30,000	48,169	1.052,49	1.152,00	0,00
60,000	64,670	1.413,04	2.304,00	0,00

La riga a 60 minuti rappresenta il bordo del ramo suborario. Per il ramo orario si ha $K = 21,85 \times 57,55 = 1.257,4675 \text{ m}^3$ e $n = 0,223$. Per $t \geq 1 \text{ h}$ la derivata è negativa e il bilancio è già negativo a un'ora: il ramo orario non determina il massimo. Il volume teorico massimo del modello è quindi $300,76 \text{ m}^3$, alla durata di circa 5,79 minuti.

VOLUME UTILE ADOTTATO

Si assume un volume utile dedicato alla laminazione pari a 300 m^3 (molto prossimo al volume teorico di $300,76 \text{ m}^3$). Tale volume deve essere disponibile all'inizio dell'evento meteorico e va computato escludendo riserve permanenti, volumi morti, sedimenti e qualsiasi porzione non effettivamente utilizzabile. Il franco idraulico è aggiuntivo rispetto al volume utile. L'arrotondamento non sostituisce i margini richiesti dalla verifica idraulica delle opere.

REGOLAZIONE DELLO SCARICO E GESTIONE DELLE OPERE

Il risultato volumetrico è ottenuto nell'ipotesi di scarico costante. La progettazione del dispositivo di regolazione e le condizioni a valle rendano tale ipotesi verificabile, in quanto la vasca risulterà quasi piena già dopo pochi minuti:

$$Q_{\text{med}} = 530 \text{ l/s} \quad Q_{\text{max}} = 640 \text{ l/s}$$

$$h_{\text{med}} = 1,8 \text{ m} \quad h_{\text{max}} = 2,4 \text{ m}$$

$$\mu = 0,69 \quad S = 1256 \text{ cm}^2 \quad D = 400 \text{ mm}$$

Gli elaborati di progetto definiscono: geometria e quote della vasca; volume utile e franco; legge di funzionamento del regolatore; connessione al recapito e quota piezometrica a valle; tempi e modalità di svuotamento; accessi per manutenzione; gestione dei sedimenti; percorso delle portate eccedenti e protezione dei locali interrati. La verifica conferma il rispetto del limite allo scarico e l'assenza di allagamenti non controllati nelle condizioni assunte di progetto.

Eventuali sistemi di prima pioggia, trattamento o recupero delle acque devono essere coordinati con la laminazione. I volumi destinati al riutilizzo possono concorrere all'invaso soltanto per la quota la cui disponibilità all'inizio dell'evento sia effettivamente garantita. Non sono conteggiati nel presente calcolo ulteriori volumi disponibili nelle tubazioni.

La gestione deve assicurare la pulizia periodica di griglie e pozzetti, la rimozione dei sedimenti, il controllo del dispositivo di uscita e l'efficienza degli eventuali sistemi di pompaggio e allarme. Le periodicità devono essere definite nel piano di manutenzione in funzione delle caratteristiche delle opere.

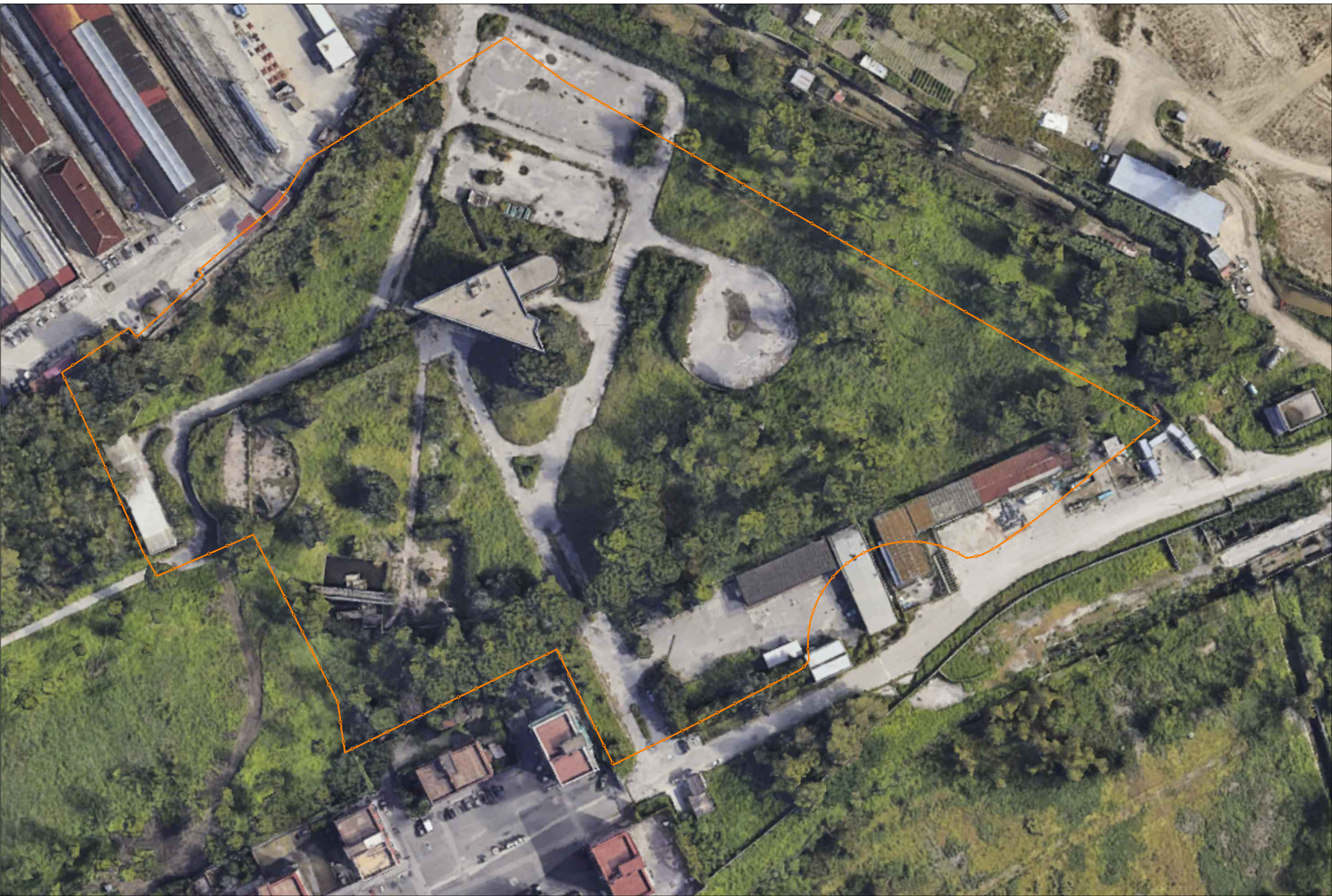
4. CONCLUSIONI

Per la superficie scolante di progetto (circa 40.000 m²), con coefficiente medio di deflusso di progetto pari a 0,54625 e precipitazione cinquantennale descritta dalle curve adottate, il bilancio semplificato a scarico costante restituisce un volume massimo di laminazione di 300 m³ oltre al franco e agli eventuali volumi non utilizzabili.

Il coefficiente udometrico di progetto prima della laminazione è pari a circa 272,8 l/s/ha, assumendo un tempo di corrivazione di 608 s. Il sistema di accumulo e regolazione è dimensionato per contenere lo scarico entro il valore assunto di 160 l/s/ha, pari a 640 l/s sull'intera area.

La verifica del principio di invarianza secondo il criterio adottato è pertanto verificata idraulicamente rispetto all'attuale portata convogliata al ricettore, alle superfici e relative caratteristiche di permeabilità, alla pertinenza delle curve pluviometriche e del funzionamento idraulico delle opere. Eventuali condizioni più restrittive vanno verificate con il Gestore della rete o con gli Enti competenti.

STATO DI FATTO



STATO DI PROGETTO

