

ConsultinGEO Enviroment



STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E AMBIENTALE

RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Proprietà: Spett. Cenedella Vanda Titolare della "Sottovento s.n.c. di Cenedella Vanda e C.", Via Remato n° 36, Lonato del Garda (BS).

Oggetto: Relazione tecnica d'invarianza idraulica e idrologica un progetto di ampliamento del capannone esistente in Via Maccarona, n. 9/B, Lonato del Garda (BS).

Desenzano del Garda, 21/07/2019.

Il tecnico:

Dott. Geol. Massimo Pasquale FEDELE

Via Antonioli 221 – 25015

Desenzano del Garda (BS) - Italy

Tel. 3345719897

E-mail: studiogeologofedele@libero.it

Massimo Pasquale Fedele



Si specifica che in adempimento alla normativa vigente la presente relazione geologica può essere utilizzata solo per il sito indicato e al progetto come definito in questo paragrafo introduttivo. Si diffida qualsiasi differente utilizzo, che sarà perseguibile a norma di legge. È vietato ogni utilizzo anche parziale e la riproduzione non autorizzata di questo documento e ogni sua divulgazione incompleta.



INDICE.

1.0	Normativa di riferimento	Pag. 2
2.0	Premessa	Pag. 3
3.0	Analisi della invarianza idraulica	Pag. 4
3.1	Permeabilità dei terreni e idoneità allo smaltimento	Pag. 4
4.0	Definizione dei dati di progetto e delle modalità di calcolo	Pag. 5
4.1	La Classe di intervento	Pag. 5
5.0	Calcolo delle precipitazioni di riferimento attraverso le curve segnalatrici di possibilità climatica	Pag. 7
6.0	Scelta della tipologia di opera di invarianza idraulica ed idrologica	Pag. 9
6.1	Il calcolo del volume idrico da accumulare e da smaltire	Pag. 9
7.0	Conclusioni	Pag. 11

1.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione ha le sue basi legali nella seguente normativa nazionale (in ordine cronologico):

- Regio Decreto n° 523/1904 (fascia di rispetto dei corsi d'acqua secondari);
- Regio Decreto 30-12-1923 n. 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";
- Regio Decreto 16 maggio 1926, n. 1126 "Approvazione del regolamento per l'applicazione del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267 (2), concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";
- Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 n° 30483 – "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 - Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Interventi sulla rete idrografica e sui versanti;
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 e successive modifiche ed integrazioni – "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia";
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" detto (Codice ambientale), come modificato dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 e dal decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185 convertito nella Legge 28 gennaio 2009, n. 2;
- Decreto Direttore Generale – 3 agosto 2007, n° 8943, "Linee Guida di Polizia Idraulica";
- Decreto Legislativo 16.01.2008 n. 4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- Disposizioni contenute all'interno delle Norme Geologiche del P.G.T. del comune di Lonato del Garda ("Aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. secondo i criteri e gli indirizzi dell'art. 57 della L.R. 11/03/2005 e successive modifiche ed integrazioni", maggio 2010).

La normativa regionale interessata è:

- D.G.R. n° 6/15137/1996 - "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinati a consumo umano (D.P.R. n° 236/1988)";
- D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693. "Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, art. 21, comma 5- Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano";
- L.R. Lombardia del 12 dicembre 2003 n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche";
- Regolamento Regionale N. 3 del 24 marzo 2006 – "Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26";



- D.G.R. della Regione Lombardia n. 8/2318 del 05 aprile 2006 - "Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art. 3, comma 1 del Regolamento Reg. 2006, n. 3";
- Regolamento regionale 24 marzo 2006 - n. 3 "Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26";
- Regolamento regionale 24 marzo 2006 - n. 4, "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52 comma 1, lettera a, della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26";
- D.G.R. Lombardia n. 9/2616 del 30.11.2011 - "Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio", in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11.03.2005 n. 12, approvati con D.G.R. 22.12.2005 e successivamente modificati con D.G.R. 28.5.2008 n. 8/7374";
- Legge Regionale n. 4 del 15 marzo 2016, "Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua";
- D.G.R. 30 marzo 2016 - n. X/5001, Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015);
- D.G.R. 19 giugno 2017 - n. X/6738 - "Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po";
- Regolamento regionale del 27 novembre 2017 - n. 7 - "Criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della l.r. n. 12/2005 (Legge per il governo del territorio)";
- Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 - "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")".

2.0 PREMESSA

A seguito dell'incarico della proprietà e dei colloqui intercorsi con lo Studio di Architettura dell'arch. Sodini Daniela Maria Cristina, Via Panoramica, 51, 25080 Manerba del Garda e dello Studio Tecnico del Geom. Bonelli Alessandro, Via Trevisago, 68/D, Manerba Del Garda, è stata redatta la presente "Relazione tecnica di invarianza idraulica e idrologica", seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, a supporto di un progetto di ampliamento del capannone esistente nel comune di Lonato del Garda (BS).

3.0 ANALISI DELLA INVARIANZA IDRAULICA.

Il concetto di invarianza idraulica presuppone l'esecuzione, nelle aree che subiranno una perdita di permeabilità in seguito alle modifiche in progetto, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può conseguire favorendo l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate.



In quest'ultimo caso si opera in pratica realizzando vasche di accumulo temporaneo o pozzi perdenti, la cui funzione è di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Si è proceduto secondo il seguente schema:

- permeabilità dei terreni e idoneità allo smaltimento;
- calcolo delle precipitazioni di riferimento attraverso le curve segnalatrici di possibilità climatica per tempi di ritorno uguali a 50 anni;
- calcolo del volume idrico in eccesso.

3.1 Permeabilità dei terreni e idoneità allo smaltimento.

La permeabilità di un terreno è essenzialmente funzione della porosità efficace e viene espressa dal coefficiente di permeabilità (k) che ha la dimensione di una velocità. Di conseguenza la permeabilità dipende dalla granulometria dei terreni risultando maggiore per i terreni grossolani rispetto a quelli con caratteristiche granulometriche fini. L'eterogeneità granulometrica di un terreno riduce sensibilmente il valore della permeabilità poiché la presenza di matrice fine (limo e argilla), anche se subordinata in percentuale allo scheletro granulare, ostacola la filtrazione.

Il dato ottenuto dalle indagini e prove svolte sui terreni argillosi molto fini e limi indica una permeabilità bassa ($k = 1,00 \times 10^{-7}$ m/s), in altre parole si è alla presenza di suoli scarsamente drenanti e poco idonei allo smaltimento delle acque di pioggia raccolte entro l'area di intervento.

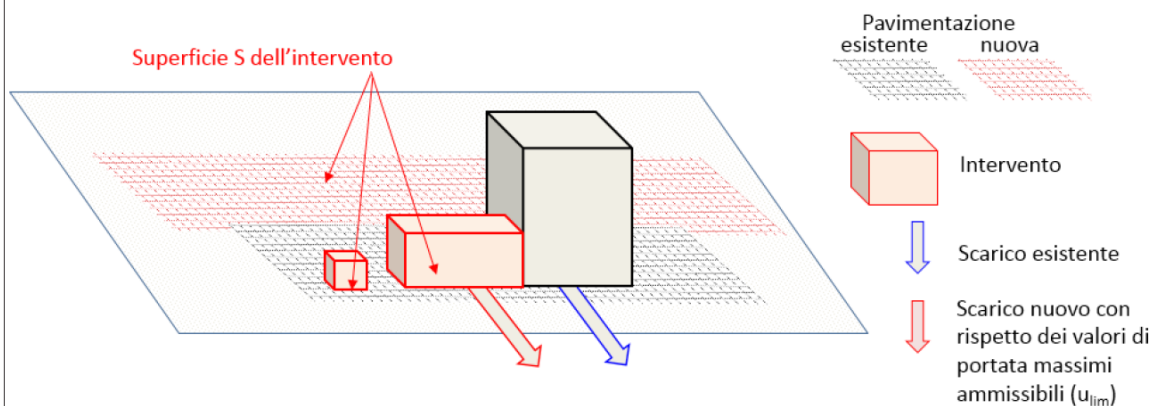
4.0 DEFINIZIONE DEI DATI DI PROGETTO E DELLE MODALITÀ DI CALCOLO.

In base all'allegato C del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7, il Comune di Lonato del Garda è tra quelli del territorio lombardo classificati in **zona a criticità idraulica B**, ovvero ad alta criticità idraulica, con una **portata limite ammissibile (u_{lim})** scaricabile nel ricettore finale (cioè un corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nella quale s'immettono le acque meteoriche) pari a **20 l/s** per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, ai sensi dell'Art. 8 del R.R. 7/2017. S'intende con ricettore il corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nella quale s'immettono le acque meteoriche.

Dalle tavole redatte dal professionista incaricato della progettazione, si ricava che le nuove aree impermeabili e semi-permeabili che saranno realizzate col nuovo intervento edilizio e per le quali si adotteranno le misure d'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'Art. 2 comma 5 del Regolamento

Regionale 7/2017, sono quantificabili in **370,9 mq.**

- 3.** - Interventi di **nuova costruzione** consistenti in **ampliamenti** [articolo 3, comma 1, lettera e), del d.p.r. 380/2001]
- **Pavimentazioni, finitura di spazi esterni** [articolo 6, comma 1, lettera e-ter), del d.p.r. 380/2001]
 - **Parcheggi, aree di sosta, piazze**
 - **Aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite**
 - Interventi **pertinenziali** che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20% del volume dell'edificio principale



1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)
2. La portata del nuovo scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

4.1 La Classe di intervento.

Per calcolare i volumi da laminare ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d), la superficie scolante dell'intervento deve essere valutata utilizzando il **coefficiente di deflusso $\phi_i = 1$** alle tribune considerate come area impermeabile.

Nella prossima tabella sono riportati i valori dei coefficienti di afflusso e delle relative aree, nonché il valore dell'area ragguagliata, in altre parole quell'area ottenuta come prodotto del coefficiente di afflusso per la relativa area:

Aree	Mq	Coeff. Deflusso*	mq equivalenti
Aree impermeabili: fabbricato	370,9	1,0	370,9
Aree semipermeabili: campo da calcio sintetico			
Superficie scolante impermeabile dell'intervento	370,9	SOMMANO	370,9
Coefficiente di deflusso medio ponderale ϕ_m		1,0	> 0,4

Poiché si ricade in un ambito territoriale **Area B** (rif. articolo 9 del regolamento), noto il coefficiente di deflusso medio ponderale e la superficie equivalente interessata dall'intervento maggiore a 300 mq, è così possibile arrivare alla definizione della classe d'intervento **"Impermeabilizzazione potenziale media"** sulla base della tabella del regolamento regionale n. 8/2019. È allora necessario redigere il progetto di



invarianza idraulica secondo il **Metodo delle sole piogge** (art. 11).

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	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 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Il metodo proposto si prefigge la stima del volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica ricalcando il procedimento esposto nel testo "Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione" (CSDU – HOEPLI, Milano, 1997).

La procedura si basa sulla sola curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie tributaria e sulla portata massima, supposta costante, che si vuole avere allo scarico del sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (*Routing*): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi. Per contro, l'ipotesi di portata costante risulta accettabile solo per piccole luci di scarico.



5.0 CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO ATTRAVERSO LE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ CLIMATICA.

Il **tempo di ritorno** T_r rappresenta la durata media in anni del periodo in cui l'evento è superato una sola volta. A meno di non assumere valori più alti per specifiche ragioni (particolari valenze delle opere da salvaguardare) il R.R. da un valore di riferimento del tempo di ritorno da assumere negli studi idraulici di dimensionamento delle opere atte a contrastare gli allagamenti pari a 50 anni.

Nel dimensionamento di qualunque dispositivo idraulico è necessario determinare la portata e/o i volumi di piena di progetto al fine di dare al dispositivo adeguate misure geometriche. La portata è determinata per mezzo di formulazioni matematiche o modelli che simulano la trasformazione della pioggia al suolo.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha raccolto per anni informazioni pluviometriche lungo tutta l'asta fluviale mediante stazioni di misura (pluviografi).

L'elaborazione statistica dei dati raccolti ha determinato i coefficienti "a" e "n" che compaiono nell'**equazione di possibilità pluviometrica** a due parametri, che fornisce, per un fissato tempo di pioggia "t", il massimo valore di "h" nel periodo pari al tempo di ritorno T_r ed è utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata:

$$h = a \times t^n = a_1 \times W_T \times t^n \quad \text{dove:}$$

h = altezza di pioggia in mm; t = tempo in ore; a_1 = altezza di precipitazione con $t=1$ ora e tempo di ritorno $T=1$ anno; W_T = fattore di frequenza in funzione del tempo di ritorno T scelto; n = fattore di scala in funzione della durata dell'evento meteorico.

La curva di possibilità pluviometrica valida localmente per il tempo di ritorno 50 anni è caratterizzata dai parametri: $a = 53,65 \text{ mm/ora}^n$

$$n = 0,5 \text{ per durate } D < 1 \text{ ora e } 0,27 \text{ per durate } D \geq 1 \text{ ora.}$$



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **50**

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,139999

N - Coefficiente di scala 0,26730001

GEV - parametro alpha 0,27329999

GEV - parametro kappa -0,036

GEV - parametro epsilon 0,8319

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/isop.pdf>

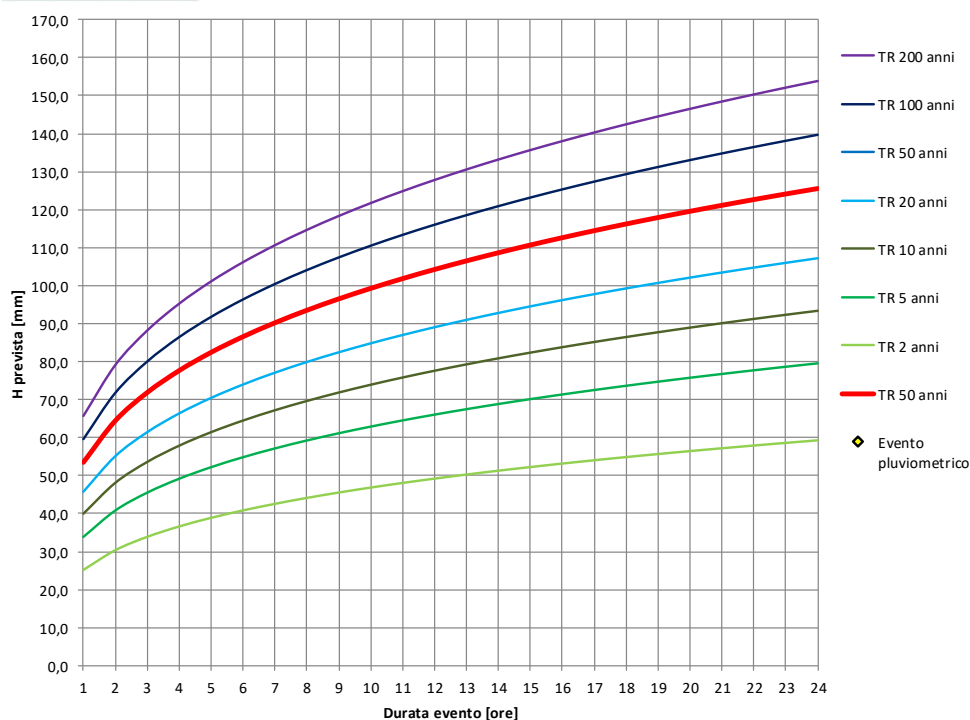
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93273	1,25310	1,47252	1,68864	1,97683	2,19921	2,42642	1,97683196
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	25,3	34,0	40,0	45,8	53,7	59,7	65,9	53,6512174
2	30,5	40,9	48,1	55,2	64,6	71,8	79,3	64,5720987
3	34,0	45,6	53,6	61,5	72,0	80,1	88,3	71,9638016
4	36,7	49,3	57,9	66,4	77,7	86,5	95,4	77,7159612
5	38,9	52,3	61,4	70,5	82,5	91,8	101,3	82,492463
6	40,9	54,9	64,5	74,0	86,6	96,4	106,3	86,6122694
7	42,6	57,2	67,2	77,1	90,3	100,4	110,8	90,2556287
8	44,1	59,3	69,7	79,9	93,5	104,1	114,8	93,5353001
9	45,5	61,2	71,9	82,5	96,5	107,4	118,5	96,5269566
10	46,8	62,9	74,0	84,8	99,3	110,5	121,9	99,2840744
11	48,1	64,6	75,9	87,0	101,8	113,3	125,0	101,845972
12	49,2	66,1	77,6	89,0	104,2	116,0	127,9	104,242481
13	50,2	67,5	79,3	91,0	106,5	118,5	130,7	106,496823
14	51,3	68,9	80,9	92,8	108,6	120,8	133,3	108,627458
15	52,2	70,1	82,4	94,5	110,6	123,1	135,8	110,64933
16	53,1	71,4	83,9	96,2	112,6	125,2	138,2	112,574717
17	54,0	72,5	85,2	97,7	114,4	127,3	140,4	114,413847
18	54,8	73,6	86,5	99,2	116,2	129,2	142,6	116,175335
19	55,6	74,7	87,8	100,7	117,9	131,1	144,7	117,866512
20	56,4	75,7	89,0	102,1	119,5	132,9	146,7	119,493673
21	57,1	76,7	90,2	103,4	121,1	134,7	148,6	121,06227
22	57,8	77,7	91,3	104,7	122,6	136,4	150,5	122,577053
23	58,5	78,6	92,4	106,0	124,0	138,0	152,3	124,042196
24	59,2	79,5	93,5	107,2	125,5	139,6	154,0	125,46138



Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica





6.0 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI OPERA DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA.

Nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica non è ammissibile lo scarico in un corpo idrico superficiale posto nelle immediate, ma si dovrà procedere alla realizzazione di una **vasca di accumulo a tenuta stagna** opportunamente progettata, con recapito finale differito nella rete fognaria. Il manufatto sarà così in grado di fungere da ammortizzatore idraulico durante i piovachi di particolari intensità e durata, trattenendo temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili, evitando pertanto pericolosi sovraccarichi a scapito dei riceventi finali.

6.1 Il calcolo del volume idrico da accumulare e da smaltire.

Il calcolo del volume idrico da accumulare e da smaltire è proporzionale alla differenza fra il volume di afflusso all'interno dell'area trasformata e il volume uscente pre-trasformazione. Quest'ultimo parametro (V_{OUT}) è stato posto uguale alla massima portata scaricabile all'interno di un ricettore superficiale, fissata dal Regolamento, e corrispondente a 10 l/s per ettaro.

Il **volume di pioggia entrante** nel sistema d'invaso in conseguenza a un evento pluviometrico di durata t si può esprimere:

$$V_{IN} = S \cdot \phi \cdot h(t) = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n$$

dove ϕ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema d'invaso.

Il **volume in uscita** dal sistema nello stesso intervallo t di tempo sarà invece:

$$V_{OUT} = Q_{IMP} \cdot t = S \cdot u_{IMP} \cdot t$$

Dove Q_{IMP} e u_{IMP} sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico. Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \phi \cdot a \cdot t^n - Q_{IMP} \cdot t$$

Si tratta ora di trovare il **tempo di pioggia critico** t_{cr} (ossia quella durata di precipitazione che massimizza il volume invasato V_{MAX}) derivando l'espressione precedente. Analiticamente la condizione di massimo è così espressa:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi il volume da assegnare al sistema d'invaso sarà:



$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Parametri **a** e **n** delle CPP per i vari intervalli di tempo:

TR = 50 anni

a	53,65	mm ora ⁻ⁿ
n [-]	0,27	n(D≥1h)
volume impermeabile w_{min} , art.12	500,0	m ³ /ha _{imp}
Superficie scolante impermeabile intervento (S_{inv})	0,0371	ha
Coefficiente di afflusso (φ)	1,0	-
Coefficiente idrometrico d'uscita u_{lim}	20,0	l/s/ha
Portata limite amm. allo scarico Qu_{lim} = u_{lim} · S_{inv} · φ	0,74	l/s

370,9 mq

Calcolo del volume di laminazione per un tempo di ritorno di 50 anni

Requisiti minimi (art.12 comma 2)Volume min. invaso **W_{min}**=**w_{min}**·**φ**·**S_{inv}**=

18,5

mc

Riduzione del 30 % il requisito minimo qualora la gestione delle acque avvenga mediante sola infiltrazione SOLO SE i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione sono basati su prove di permeabilità E SE è stata applicata una procedura di calcolo mediante il metodo delle sole piogge o dettagliato.

Riduzione del 20% il requisito minimo per alcuni comuni rientranti nelle aree A ad alta criticità (coefficiente P pari a 0,8).

Metodo delle sole piogge (art. 9 comma 3)L'equazione di continuità, a meno di esondazioni, impone: **V_A(t) = V_I(t) + W₀(t)****V_A(t)** = volume deflusso meteorico (mc) = **h(t)·φ·S_{inv}** = **(a·tⁿ)·φ·S_{inv}****V_I(t)** = volume infiltrato (mc)**W₀(t)** = volume invaso (mc)Durata critica **Dw** = [**Qu_{lim}**/(2.78·**φ**·**S**·**a**·**n**)]^{1/(n-1)}

2,61

min

Volume invaso **W₀** = 10·**S**·**φ**·**a**·**Dw**ⁿ·3.6·**Qu_{lim}**·**Dw**

18,8

mc

Volume specifico di invaso **w₀** = **W₀**/**S**·**φ**

507,2

mc/ha_{imp}Verifica **w₀** ≥ **w_{min}**

Verificato

Il volume così calcolato è maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo. Per il progetto della rete dei volumi delle acque pluviali invasati si adotta il maggiore tra i due volumi. Pertanto occorre adottare il valore del metodo delle sole piogge come sopra calcolato.

Concludendo, per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica in questo caso bisognerà prevedere almeno **18,8 m³** di **volume d'invaso** per la raccolta delle acque provenienti dalla nuova copertura impermeabile.

DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione)				
Q_{max} uscita l/s	μ (parametro fisso)	Tirante utile nella vasca (h _{medic}) mt	S cm ²	diametro cm
0,74	0,69	1,00	2,43	1,76

Il tempo dello svuotamento della vasca è:		
Q_{max} uscita mc/h	Volume vasca (mc)	Tempo di svuotamento h
2,67	18,8	7,0 < 24h

Il “**tubo di controllo di flusso**” in uscita dalla vasca di laminazione sarà installato sul fondo della stessa. Per semplicità, la formula utilizzata per il calcolo del diametro del tubo di controllo considera la vasca di laminazione piena, ritenendo tale approssimazione non determinante ai fini del calcolo. Si è inserito il valore “h” (espresso in metri) dell'altezza utile della vasca di laminazione, ovvero la differenza di quota tra il fondo del tubo in ingresso alla vasca e il fondo del tubo di controllo di flusso.

È opportuno precisare che si dovrà avere cura di installare un tubo avente dimensioni quanto più prossime



a tale valore: uno di sezione maggiore, infatti, vanificherebbe la funzione di volano idraulico della vasca di laminazione. Si precisa, infine, che non sono ammessi scarichi di “troppo pieno” per la vasca di laminazione così dimensionata.

Prima dell’allaccio sul collettore pubblico delle acque meteoriche dovrà essere realizzato un apposito **pozzetto** nel quale variare opportunamente il diametro del tratto terminale di tubazione. Nel dettaglio, in tale pozzetto entrerà il “tubo di controllo di flusso” (avente diametro minore) ed uscirà la tubazione (avente diametro maggiore) che si innesterà sul collettore pubblico.

Il **tempo di svuotamento** della vasca, considerando una portata in uscita costante uguale a 2,67 mc/h, è di 7,0 ore.

7.0 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni svolte nei paragrafi precedenti, delle indagini geologiche eseguite nell’area in esame e delle conoscenze disponibili è possibile concludere che le acque meteoriche raccolte dalla superficie impermeabile della tribuna e di quella semipermeabile del campo di calcio al fine dell’attuazione del principio d’invarianza idraulica (Cfr. Regolamento Regionale n.7/2017 e 8/2019), potranno essere accumulate e poi smaltite nella rete fognaria. Quindi nella progettazione degli interventi d’invarianza idraulica e idrologica si dovrà procedere alla realizzazione di una vasca di raccolta opportunamente progettata.

Tanto dovevo secondo le conoscenze tecniche specifiche e l’accurata diligenza in concreto per l’incarico ricevuto, a tutela della pubblica e privata incolumità.

Dott. Geol. Massimo Pasquale FEDELE

Massimo Pasquale Fedele