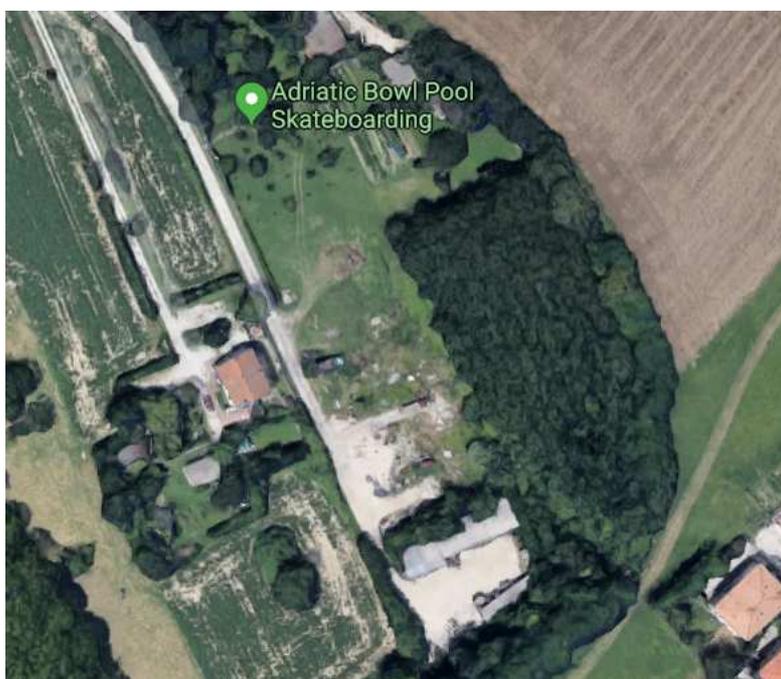




COMUNE DI FANO

PROVINCIA DI PESARO E URBINO

STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI DI CUI ALL'ART.10, COMMA 4, DELLA L.R. 22/2011 E SECONDO I "CRITERI, MODALITÀ E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE" APPROVATI CON DGR N. 53 DEL 27/01/2014 (B.U.R. MARCHE N.19 DEL 17/02/2014) RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI UNA PISTA DI PATTINAGGIO PER LA PRATICA DELLO SKATEBOARDING DENOMINATA "BOWL" IN VIA DELLA FRATELLANZA S.N.C.



INVARIANZA IDRAULICA

COMMITTENTE:
VITALI TIZIANO

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

INDICE

INDICE	2
1. PREMESSA	3
2. UBICAZIONE DELL'AREA.....	4
3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO	5
3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	6
4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE.....	7
4.1 DATI PLUVIOMETRICI.....	8
4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	12
5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO	16
5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO.....	16
6. INVARIANZA IDRAULICA.....	18
7. CONCLUSIONI	24

1. PREMESSA

La presente verifica di compatibilità idraulica è stata eseguita su incarico del sig. VITALI TIZIANO con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica sul lotto sito in Fano, Via della Fratellanza s.n.c. l'area è censita al Nuovo Catasto Terreni al Foglio n. 26 di Fano, mapp. 1259 parte, 34 parte e 1260 parte di proprietà del sig. Vitali Tiziano e mapp. 2111 parte di proprietà della ditta Società Adriatica di Vitali e Petrucci s.r.l., insiste su un'area in zona E4 del PRG vigente.

La "Snake Run" è una pista costituita da un marciapiede ondulato con posizionati lungo il percorso muretti simili a delle panchine, piani inclinati, superfici curvilinee e vari ostacoli da utilizzare per la pratica dello skateboarding.

La "Skate Plaza" è una pista attrezzata per la pratica dello skateboarding costituita da arredamenti appositi quali piattaforme curve (quarter), piattaforme inclinate (bank e piramidi), fun box (insieme di piattaforme curve e inclinate), rampe di salto (jump), muretti (ledge), dislivelli, gobbe ecc...

È inoltre prevista la futura realizzazione di capanno uso spogliatoi e servizi igienici, tale struttura sarà in laterocemento ed avrà un unico piano fuori terra.

Sul mappale 1259 è stata realizzata nel 2015 una pista di pattinaggio per la pratica dello skateboarding denominata in gergo tecnico "bowl"; tale struttura è stata nominata dalla proprietà "Adriatic Bowl, ha un volume pari a circa 445 m³ e viene utilizzata come vasca di laminazione, tale pista ed il terreno ad essa pertinente occupano una superficie pari a 1.821 m²

In data 20/03/2015 sono state definite le misure compensative al fine del perseguimento dell'invarianza idraulica del sopra indicato lotto rilevando che la vasca ha un volume superiore di circa 20 volte rispetto a quello necessario.

A scopo cautelativo nella presente relazione si andrà ad analizzare il comportamento dell'intero lotto, quindi per la verifica del perseguimento dell'invarianza idraulica si terrà conto sia delle opere in progetto che di quelle già realizzate andando a calcolare eventuali opere compensative aggiuntive qualora quelle esistenti non fossero sufficienti.

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10, comma 4 della legge regionale 22/11, per la definizione delle misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

In sintesi l'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

La definizione della compatibilità idraulica è stata condotta anche considerando le precipitazioni massime di breve durata inferiori all'ora e le piogge orarie, calcolate sulla base dei dati pluviometrici reperiti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile) e sulla base di dati pluviometrici in possesso.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area in esame è ubicata in Via della Fratellanza s.n.c. e ricade nel Foglio F. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) SERIE 25 EDIZIONE 1 I.G.M.

L'area è individuata al N.C.T. al F. 26 mapp. 1259 parte, 34 parte, 1260 parte e mapp. 2111 del Comune di Fano.

3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

L'area in oggetto è ubicata nel comune di Fano (PU), ad un quota di 6 metri sul livello del mare circa, più precisamente si affaccia su Via della Fratellanza in prossimità del torrente Arzilla. (vedi corografia allegata).

L'area in oggetto è moderatamente acclive presentando un dislivello di 1,1 mt su una distanza di 30,7 mt. è caratterizzata da una modesta antropizzazione, si trova su terreni sabbiosi e parzialmente ghiaiosi e non presenta segni evidenti di instabilità.

Il lotto è compreso nel F. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) SERIE 25 EDIZIONE 1 I.G.M.

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate del F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III° ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose, dal punto di vista strutturale non si sono riscontrate lineazioni di rilievo. (vedi Carta Geologica allegata).

Il lotto si trova in sponda destra del torrente Arzilla ad una distanza di circa 160 metri dal letto ed in sponda sinistra del Canale Albani da una distanza dal letto di circa 800 mt.

L'alveo del F. Metauro scorre a sud est dell'area in oggetto ad una distanza tale (oltre 4.700 metri) da escludere pericoli di esondazione di tale corso d'acqua nel lotto in esame.

Dati bibliografici indicano che la falda in quell'area è posta ad una profondità di 6/8 metri dal piano campagna; considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti nell'area e considerata la granulometria medio-elevata degli stessi, si può affermare che la falda abbia una scarsa capacità di risalita.

Benché l'area in esame si trovi all'interno di un territorio modestamente urbanizzato si può escludere che vi sia un importante influsso meteorico diretto sul livello della falda in quanto ci si trova in prossimità del mare, cioè in un'area in cui le acque non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici anche in virtù del fatto che il sottostante materasso alluvionale, caratterizzato da litotipi prevalentemente

incoerenti con buoni coefficienti di permeabilità, determina un buon effetto di drenaggio verso le acque costiere.

3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

È prevista la sola rete per lo smaltimento delle sole acque meteoriche in quanto non si tratta di un insediamento abitativo, ma di una pista di pattinaggio. Le acque verranno convogliate nella pista di pattinaggio realizzata nel 2015 e da questa al sistema di irrigazione già presente nel lotto di proprietà del richiedente al fine di potere essere smaltite per dispersione superficiale.

A tal fine all'interno della pista denominata "BOWL" è stato realizzato un pozzetto in cui è presente una pompa sommersa che entra in funzione a seguito di ogni evento meteorico e che convoglia le acque nel sopra citato sistema di irrigazione dei terreni circostanti.

Tale pompa è altresì necessaria al fine di garantire una celere eliminazione dell'acqua piovana dalla pista di pattinaggio per un suo rapido riutilizzo al termine della precipitazione meteorica.

Si ricorda che la vasca ha un volume superiore di circa 20 volte rispetto a quello necessario per garantire l'invarianza idraulica delle strutture già realizzate.

4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE

Per valutare la portata di deflusso nella sezione di chiusura considerata, con un dato “tempo di ritorno”, si deve valutare l’entità del fenomeno piovoso per il bacino imbrifero e per il tempo dato.

Il “tempo di ritorno” è un indicatore di rischio, definito come durata media in anni del periodo in cui il valore della variabile idrologica considerata viene superato una sola volta.

Le informazioni sulla pluviometria dell’area di interesse sono riassunte nei parametri “a” ed “n” della curva segnalatrice di possibilità climatica, che relaziona le altezze di pioggia con le durate di pioggia per un dato tempo di ritorno attraverso la nota formula:

$$h = a t^n$$

dove:

h é l’altezza di pioggia espressa in mm;

t é la durata dell’evento in ore;

a (mm/ora) ed n sono i parametri caratteristici della curva.

Per curva di possibilità climatica si intende quella curva che rappresenta l’insieme dei punti con la stessa probabilità di non essere superati.

Per la determinazione della curva segnalatrice di possibilità climatica relativa all’area d’interesse, si é eseguita un’elaborazione statistica dei dati pluviometrici della stazione più rappresentativa.

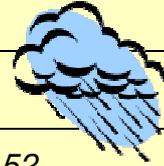
4.1 DATI PLUVIOMETRICI

Sono stati considerati i dati pluviometrici editi e forniti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile - Servizio Meteorologico Regionale) e sulla base di dati pluviometrici in nostro possesso, per la stazione pluviografica di Fano, che risulta essere la più vicina al bacino imbrifero in studio tra quelle dotate di pluviometro registratore (Pr), necessario per l'estrapolazione probabilistica delle curve di possibilità climatica.

Per le calcolazioni idrologiche ed idrauliche che seguiranno si sono ricercate, per la stazione di Fano, le serie storiche delle altezze di pioggia conseguenti alle precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo per tempi di pioggia di 10,15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Le altezze di pioggia di durata inferiore a 1 ora sono pubblicate solo saltuariamente sugli annuali. Per questi ultimi casi occorre utilizzare approcci di calcolo diversi o in alternativa adattare con molta cautela i numerosi dati bibliografici relativi ai bacini di grandi dimensioni. Nello studio dei deflussi di aree di limitata estensione i dati raccolti da tali strumenti possono essere utilizzati solo indirettamente, per fornire una caratterizzazione climatica della zona. Le piogge di breve durata sono invece segnalate dai pluviografi, capaci di registrare e i dati relativi ad eventi di durata inferiore al giorno.

Le serie storiche analizzate constano di 56 anni di osservazione, dal 1951 al 2007 (Tab. 1).

DATI PLUVIOGRAFICI



Stazione di FANO

Quota (m s.l.m.): 10

Numero di osservazioni: N = 52

ANNO	DURATA								
	10 m	15 m	20 m	30 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
	1951					29	40	44.4	63.6
1952		12.8			20.6	20.8	23.6	31.4	40.4
1953		12.8		19	40	55	67	79.2	84.4
1954		12.4	13.6		15.6	18.8	25.2	36.2	42.6
1955		13.2		19	39	53.6	64.2	64.2	74.4
1956				29	31.2	44.8	46.8	46.8	47.2
1957			20.4	16.6	23	25.4	32.2	34.6	42.6
1958		11.2			16.6	28	30.6	40.6	53.4
1959		14.2	22.4						
1960		20.4		24	29.6	31.4	31.4	32.6	40.8
1961			16.2	22.6	39	56.2	61.8	65.4	65.4
1962					26.2	40	44.6	53.8	55.8
1963					20	40	42.6	47.8	49.2
1964			16.8	34	60	62.4	62.6	81.4	81.4
1965		12			34.8	34.8	34.8	46.4	53
1966		16.6	13	19	21.2	39	60	98.2	113.4
1967		20.8	13		22.8	31.8	32	32	32
1968					12.6	16.4	29.2	36.8	51.2
1969			10.6		47	62.2	63.6	63.6	63.6
1970			11	18	48	60	62.2	76.2	80.6
1971	12	11.4			15.2	18.6	25.6	36	58.2

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

1972			17.2		17.2	27.6	28	31.6	33.6
1973				27	24	51.6	74.2	100.8	132.8
1974					17.2	22.4	26.8	37.4	40.8
1975			32		32.4	36.4	45	67	81.6
1976		16			32	36.4	44.6	57.8	104.8
1977		11			25.8	29	29	36.2	45
1978					27	52.8	57.6	61	61.2
1979			24		24.2	65.4	104.2	123.2	154.8
1980									
1981		19	10.6		23.6	25.6	32	51.2	85.2
1982									
1983		11.6			40.4	60.2	68.2	68.2	70.6
1984		13.4			17.4	19.2	30.6	43.8	47.4
1985			18		32	36	37.4	45	50
1986		14		20	31.4	33	40	67.4	86.6
1987		14			25	30.6	33.4	40	47.4
1988				22					
1989	14	16.2		24					
1990		11.8		14.4	28	38.6	38.6	40.2	40.2
1991		10.2		15.8	23.8	34.8	46.2	57.2	69
1992		6		7.4	10.2	17.4	24.8	26.8	31.6
1993		10.8		13.6	21.8	33.6	36	36.6	36.6
1994		8.6		9.6	13	27	42.2	58.2	66.4
1995		9.8		16.2	23.8	39.8	49.8	51.8	59.2
1996		14.8		25.2	40.6	56.2	74.6	87.4	53.6
1997		10.4		11.8	21	32.8	40.8	53	54.6
1998		11.4		12.8	20.2	38.6	55	66.8	84
1999		11.6		17.2	24.6	45.4	47.4	48.6	75.8

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

2000		11.8		16.4	27.2	40.6	46.2	85	85.6
2001		22		26.8	29.8	31	39.8	48.2	49
2002		8.8		14.6	21.6	35.6	37	37	37
2003		15		22.4	33.4	33.4	45.2	55.4	57.6
2004		8.2		15.2	22.4	25.2	29.2	37.2	39.8
2005					46.4	80.8	117.6	138.4	141.8
2006					37.4	43.8	59.2	87.2	110
2007					23.4	24	24.4	40	40

Tab.1 – *Precipitazioni in mm di massima intensità con durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore rilevate alla stazione pluviografica di Fano.*

4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

L'analisi dei dati è stata effettuata mediante la prima legge asintotica del massimo valore di Gumbel con la quale, data una serie di valori sufficientemente grande della variabile idrologica considerata (x), si determina la probabilità di non superamento legata al tempo di ritorno:

$$P(x) = e^{-e^{-y}},$$

dove:

$P(x)$: probabilità di non superamento della variabile idrologica x ;

$y = \alpha(x - N)$ = variabile ridotta associata alla variabile idrologica x ;

$\alpha = \frac{1.283}{\sigma}$ = parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti¹;

$N = \bar{x} - 0.450\sigma$ = parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti¹;

$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n}$ = media delle osservazioni x_i , in numero pari ad n ;

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i x_i^2}{n-1} - \frac{(\sum_i x_i)^2}{n(n-1)}}$ = scarto quadratico medio del campo osservato.

Mediante la relazione: $P(x) = \frac{T_r - 1}{T_r}$, si lega il tempo di ritorno con la probabilità di non superamento.

1"Elementi di statistica per l'idrologia" Ugo Maione e Ugo Moisello

Tale legge é stata applicata per le piogge della durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore, ottenendo le rispettive altezze di pioggia massima con tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni, per la stazione pluviografica considerata (Tab. 2).

Precipitazioni massime secondo Gumbel (in mm)									
Tempo di ritorno	Durata di pioggia								
	10 m	15 m	20 m	30 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Tr = 2 anni	12.77	12.47	16.06	18.05	25.83	35.80	43.21	52.89	60.93
Tr = 5 anni	14.02	15.68	21.42	23.44	34.75	48.43	60.22	73.80	85.74
Tr = 10 anni	14.84	17.80	24.96	27.01	40.66	56.79	71.48	87.65	102.17
Tr = 20 anni	15.64	19.83	28.36	30.44	46.32	64.81	82.28	100.93	117.93
Tr = 50 anni	16.66	22.47	32.77	34.87	53.65	75.19	96.26	118.12	138.33
Tr = 100 anni	17.43	24.45	36.07	38.19	59.15	82.97	106.74	131.01	153.62
Tr = 200 anni	18.20	26.41	39.35	41.49	64.62	90.72	117.18	143.84	168.85

Tab. 2 – Estrapolazione probabilistica con il metodo di Gumbel delle precipitazioni massime (mm) con diversa durata in ore e per diversi tempi di ritorno

Nel campo bilogaritmico la curva segnalatrice di possibilità climatica ha una forma lineare, con coefficiente angolare pari ad “n” ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad “a”.

É possibile ora procedere al calcolo di tali curve, per i diversi tempi di ritorno, stimando i parametri “a” ed “n” tramite regressione lineare con il metodo dei minimi quadrati.

I risultati delle interpolazioni e le curve segnalatrici di possibilità climatica per la stazione considerata e per i diversi tempi di ritorno sono di seguito riportati.

<i>Parametri della curva di possibilità climatica</i>		
<i>Tempo di ritorno</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
Tr = 2 anni	26.242	0.2732
Tr = 5 anni	35.231	0.2887
Tr = 10 anni	41.185	0.295
Tr = 20 anni	46.898	0.2995
Tr = 50 anni	54.293	0.3039
Tr = 100 anni	59.835	0.3064
Tr = 200 anni	65.357	0.3085

Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione pluviografica di Fano, per i tempi di ritorno indicati e per tempi di pioggia 10 min < t p < 24 ore.

CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' CLIMATICA
con tempi di ritorno $Tr = 20, 50, 100, 200$ anni
Stazione di Fano

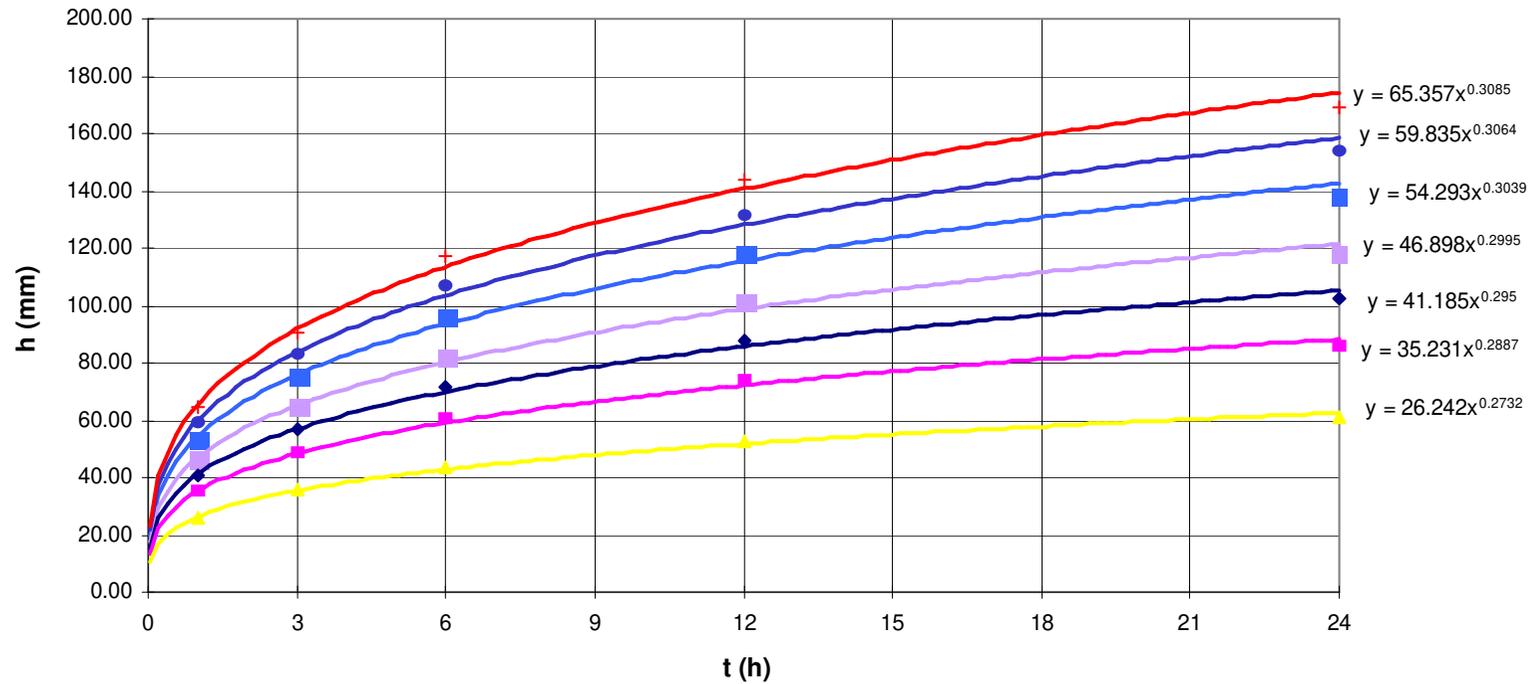


Fig.1

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO

L'analisi dei dati disponibili in prossimità dell'area in studio è stata condotta con le metodologie sopra richiamate allo scopo di caratterizzare, da un punto di vista ingegneristico, le precipitazioni estreme di prefissata durata e il valore del relativo tempo di ritorno.

La zona in esame, contenuta all'interno del territorio provinciale di Pesaro e Urbino, può essere considerata, in base agli usuali criteri, un'area climaticamente omogenea. In tale area la densità della rete pluviometrica del Servizio Idrografico è sufficientemente elevata.

La stazione pluviografica più vicina all'area di indagine, caratterizzata da dimensione campionaria degli eventi massimi annuali registrati superiore a venti anni, è risultata quella di Fano, appartenente alla rete agro-meteorologica della Regione Marche.

5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO

Non potendo disporre di una serie continua di dati per $t < 1$ ora si estrapolano quelli di maggiore significatività. Si segnala una situazione critica relativa ad una pioggia intensa e di breve durata pari a 32,0 mm in 20 minuti nel periodo 1951-2007.

Il dato critico, che si assume come dato di progetto ricollegabile direttamente, senza alcuna elaborazione statistica, ad un tempo di ritorno $Tr=50$ anni, è particolarmente elevato per l'area in studio. Di fatto la relazione che lega il tempo di ritorno alla probabilità che si verifichi l'evento atteso è espressa dalla formula:

$$P(h_d) = 1 - 1/Tr = (Tr-1)/Tr$$

La tabella mostra i valori della probabilità di pioggia in funzione di T_r

T_r	$P(h_d)$
10	0,90
20	0,95
30	0,97
50	0,98

Per un tempo di ritorno di $T_r=50$ anni la probabilità che l'altezza di pioggia non superi mai quella calcolata è del 98%, ovvero si ha il 2% di possibilità che questa venga superata una volta in 50 anni.

La prassi prevede che per il calcolo delle reti fognarie si adotti $T_r=10$ anni edito da vari testi come ad esempio il Manuale dell'Ingegnere Nuovo Colombo.

Mentre per il calcolo della fognatura acque bianche, a titolo cautelativo, è prudentiale usare un $T_r=50$ anni.

Per il calcolo, come prima accennato, si farà riferimento alla pioggia di 32,0 mm con durata 20 minuti, pari a 96,0 mm/h, ricadente nell'intervallo degli 1951-2007 presso la Stazione di Fano, come dai seguenti schemi riepilogativi dei principali eventi:

<i>PRECIPITAZIONI MASSIME DI BREVE DURATA</i>						
FANO	15 min		20 min		30 min	
	Data	mm	Data	mm	Data	mm
	02/07/1960	20,4	03/09/1957	20,4	11/07/1956	29,0
	17/09/1966	16,6	10/06/1959	22,4	28/07/1960	24,0
	09/06/1967	20,8	26/07/1975	32,0	09/08/1964	34,0
	24/08/1981	19,0	28/06/1979	24,0	31/08/1973	27,0
	11/08/2001	22,0	26/08/1985	18,0	11/08/2001	26,8
	Max/h	88,0 mm/h		96,0 mm/h		68,0 mm/h

6. INVARIANZA IDRAULICA

Come previsto dall'art. 10 comma 4 della L.R. 22/11, e secondo i "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), al fine di evitare effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al principio dell'invarianza idraulica.

Per poter progettare e dimensionare tali misure compensative occorre partire dai dati urbanistici dell'area che si intende trasformare e che, nel caso in esame, sono i seguenti: superficie complessiva pari a 4.420 m², di cui 1.585 m² occupati da superficie impermeabile (bowl + skate run e skate plaza + capanno e marciapiede), 800 m² occupati da superficie semipermeabile (parcheggi e percorsi pedonali con grigliato) e 2.035 m² occupati da superfici permeabili (verde privato).

Partendo dai dati urbanistici di progetto si valuterà se la pista esistente ha un volume tale da poter fungere anche da vasca di laminazione, tale valutazione andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva.

Come previsto dal Titolo III par. 3.4 (contenuti dell'invarianza idraulica) della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014, per le previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale, generale e attuativa vigenti alla data di entrata in vigore dei criteri in esso definiti può essere adottato, per il dimensionamento della capacità di invaso, un volume pari a 350 m³ per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata a patto che si ricada nei casi a) e b) del sopra citato paragrafo. Il lotto in esame, ricoprendo una superficie complessiva di 4.420 m² rientra nel punto b) relativo a modesta impermeabilizzazione potenziale (superficie tra 0,1 e 1 ha).

DATI URBANISTICI DI PROGETTO

Totale lotto	m ²	Coefficiente di deflusso ϕ	Superfici considerate per l'invarianza m ²
Superficie totale	4.420		
Superficie impermeabilizzata (bowl + skate run e skate plaza + capanno e marciapiede)	1.585	1,00	1.585
Parcheggi e percorsi pedonali con grigliato	800	0,50	400
Verde privato	2.035	0,20	407
Totale			2.392

Pur essendo possibile eseguire una sommaria stima del volume delle vasche di laminazione con la formula precedentemente indicata (350 m³ per ha di superficie impermeabilizzata) è da evidenziare che, in caso di lotti con area superiore a 100/150 m², tale valore risulta sottostimato e l'errore tende ad aumentare con l'area del lotto.

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

Nel caso in esame è pertanto preferibile utilizzare l'applicazione della formula del titolo III par. 3.4 "Contenuti dell'invarianza idraulica" secondo "i criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati dalla DGR n. 53 del 27.01.2014, di cui di seguito si riportano le indicazioni e i tabulati di calcolo

$$w = w^{\circ} (\emptyset/\emptyset) (1/(1-n)) - 15I - W^{\circ}P \quad (1)$$

essendo $w^{\circ} = 50$ mc/ha, $\varphi =$ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, $\varphi^{\circ} =$ coefficiente di deflusso prima della trasformazione, I e P espressi come frazione dell'area trasformata e $n = 0,48$ (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 – orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997). Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come definite nel Titolo III del DGR 53/2014 è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in m^3/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata. Per la stima dei coefficienti di deflusso φ e φ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi^{\circ} = 0.9I_{mp}^{\circ} + 0.2P_{er}^{\circ} \quad (2-a)$$

$$\varphi = 0.9I_{mp} + 0.2P_{er} \quad (2-b)$$

in cui I_{mp} e P_{er} sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^{\circ}$) o dopo (se non c'è l'apice $^{\circ}$). Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

(I) quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione; è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;

(P) quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione, essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate,

mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;

(Per) quota dell'area da ritenersi permeabile, tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;

(Imp) quota dell'area da ritenersi impermeabile, tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale St , il calcolo dei valori I , P , Imp e Per , può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante, Sb , di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume w ottenuto con la formula (1) [mc/ha] deve essere moltiplicato per la superficie Sb [ha]. Nei due casi si ottiene un valore sostanzialmente equivalente e la scelta della superficie di riferimento è essenzialmente legata a motivi di praticità. In caso di significative discrepanze nei due valori calcolati, si consiglia di adottare il valore più cautelativo. Si noti che gli indici Imp ed I , Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

In fase esecutiva verranno limitate le impermeabilizzazioni delle superfici scoperte, privilegiando l'utilizzo di pavimentazioni permeabili o semipermeabili.

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:

$$w = w^* (\phi / \phi^*)^{(1/n)} - 15 \text{ l} - w^* P$$

$$\phi^* = 0,9 \text{ Imp}^* + 0,2 \text{ Per}^* \quad \phi = 0,9 \text{ Imp} + 0,2 \text{ Per}$$

$w^* = 50 \text{ mc/ha}$ volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione
 ϕ = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ^* = coefficiente di deflusso ante trasformazione
 $n = 0,48$ l e P es presi come frazione dell'area trasformata
 Imp e Per es presi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)
 VOLUME RICAIVATO dalla formula w moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

ANTE OPERAM																
Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	4420,00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento												
Superficie impermeabile esistente	=	0,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
Imp*	=	0,00														
Superficie permeabile esistente (mq)	=	4420,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
Per*	=	1,00														
Imp* + Per*	=	1,00														
POST OPERAM																
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	2392,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
Imp	=	0,54														
Superficie permeabile di progetto	=	2028,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
Per	=	0,46														
Imp + Per	=	1,00														
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA																
Superficie trasformata/livellata	=	4420,00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola												
I	=	1,00														
Superficie agricola inalterata	=	0,00	mq	superficie inalterata												
P	=	0,00														
I + P	=	1,00														
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM																
ϕ^*	$0,9 \times \text{Imp}^* + 0,2 \times \text{Per}^*$	=	0,9	x	0,00	+	0,2	x	1,00	=	0,20					
ϕ	$0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$	=	0,9	x	0,54	+	0,2	x	0,46	=	0,58					
w	$w = w^* (\phi / \phi^*)^{(1/n)} - 15 \text{ l} - w^* P$	=	50	x	7,72	-	15	x	1,00	-	50	x	0,00	=	370,92	mc/ha
w^*	50 mc/ha															
$(\phi / \phi^*)^{(1/n)}$	2,89															
	1,92															
VOLUME MINIMO DI INVASO																
			370,92	:	10.000,00	x	4.420,00	=	163,95	mc						
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha		8,84	l/sec												

In base al calcolo sopra riportato si evince che per il perseguimento dell'invarianza idraulica occorre prevedere una vasca di laminazione avente volume pari a 164 m³.

Il foglio di calcolo sopra riportato fornisce anche la seguente informazione: la portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a 8,84 l/sec/ha.

Lo scarico della pista di pattinaggio che, come già detto, fungerà anche da vasca di laminazione, verrà smaltito grazie ad un impianto di irrigazione che già serve il verde privato del proprietario del lotto.

Lo scarico non potrà, ovviamente, essere realizzato per gravità, ma dovrà essere collegato ad un impianto di sollevamento posto alla base della pista di pattinaggio, per scopi precauzionali si consiglia di realizzare un impianto di sollevamento dotato di due pompe così da garantirne il funzionamento in caso di guasto di una delle due.

In zona non sono presenti pozzi ad uso idropotabile con acqua destinata al consumo umano, quindi tale sistema di smaltimento delle acque, risulta pienamente compatibile con l'ambiente circostante e la vincolistica presente.

7. CONCLUSIONI

A seguito della verifica di compatibilità idraulica, con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche richieste da tale legge Regionale.

Tenuto conto del fatto che il volume della pista esistente denominata "BOWL" (utilizzata come vasca di laminazione già dalla sua realizzazione nel 2015) è pari a circa 445 m³ e che la formula del titolo III par. 3.4 "Contenuti dell'invarianza idraulica" secondo "i criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati dalla DGR n. 53 del 27.01.2014 indica che per il perseguimento dell'invarianza idraulica occorre prevedere una vasca di laminazione avente volume pari a 164 m³ si può concludere quanto segue:

La verifica ha appurato che per l'attuazione del progetto non è necessario realizzare un'altra vasca di laminazione in quanto il volume di quella esistente (la pista di pattinaggio BOWL) è circa 2,7 volte superiore a quello necessario.

La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ha, in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni, è risultata pari a 8,84 l/sec/ha.

Lo scarico di fondo della pista di pattinaggio verrà smaltito tramite dispersione superficiale con l'ausilio di un impianto di sollevamento collegato ad un impianto di irrigazione che già serve il verde privato del proprietario del lotto.

In zona non sono presenti pozzi ad uso idropotabile con acqua destinata al consumo umano, quindi tale sistema di smaltimento delle acque, risulta pienamente compatibile con l'ambiente circostante e la vincolistica presente.

Fano, lì 03/04/2019

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)