Comune di Pesaro

PROVINCIA DI PESARO E URBINO

PROGRAMMA OPERATIVO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA AMBITO VIA GAGARIN-PAGANINI.

Ubicazione:	Dati Catastali:
Via Paganini	Foglio n. 36 map.li 77-510-647-649-651-657

Committente:	Professionisti:
FIN 2008 S.R.L.	Dott. Geol. Matteo Darderi Dott. Geol. Patrizia Rondoni

RELAZIONE PER IL MANTENIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Commessa	Var.	Rev.	Data
2018	**00**	**03**	**05/02/2021**

"OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA OGNI DIRITTO RISERVATO – ART.99 L. 633/41".

Studio Associato Geologi Rondoni & Darderi

Via Bramante 9 – 61121 Pesaro – ☎ +39 072167358 – P.IVA 01464840410 info@geologipesaro.it - www.geologipesaro.it

Indice

1 PREMESSA 1

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA D'INTERVENTO 4

3 VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA..... 8

3.1 Generalità 8

3.2 Analisi dei dati e calcolo del volume minimo di invaso 8

4 CONCLUSIONI..... 22

1 PREMESSA

Su incarico affidato agli Scriventi dalla Committenza, si redige la presente integrazione della relazione relativa alla verifica della invarianza idraulica della trasformazione urbanistica riferita al Programma operativo (PORU) del Comune di Pesaro per la riqualificazione urbana del ambito Via Gagarin-Paganini.

Il progetto urbanistico riguarda la realizzazione di nuovi fabbricati commerciali e per attività direzionali nell'area di Via Paganini.

Fig.1.1: Inquadramento aereo dell'area d'intervento (da Google).

Il progetto, redatto dallo Studio Tecnico Associato Camangi di Pesaro, prevede la costruzione di nuovi edifici, due ampie zone destinate a parcheggio, una prospiciente via Paganini, l'altra confinante con una parte della Strada dei Quartieri (Via Pertini) e una ampia fascia destinata a verde pubblico.

Le figure seguenti rappresentano schematicamente lo stato di fatto e quello di progetto.

Le verifiche condotte sono state elaborate in ottemperanza a quanto previsto dalla L.R. n°22 del 23 novembre 2011 e dalle successive linee guida approvate con delibera di Giunta Regionale n°53 del 27 gennaio 2014.

Fig. 1.2: Planimetria stato attuale (fuori scala).

Fig. 1.3: Planimetria di progetto (fuori scala).

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area in questione si ubica nella periferia sud occidentale della città di Pesaro, tra Via Pertini e Via Paganini.

Topograficamente ricade nella piana alluvionale del fiume Foglia, in destra idrografica di questo, ad una quota di circa 13 metri s.l.m. ed è rappresentata da una superficie pianeggiante attualmente incolta.

Le coordinate, nel sistema WGS84, del punto dell'area di intervento sono: Longitudine 12.883146, Latitudine 43.895794.

Cartograficamente l'area viene identificata nel Foglio n°268 Sezione della Carta Topografica D'Italia (scala 1:25.000), nella sezione 268110 della Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000) e al NCEU del comune di Pesaro al Foglio 36 mapp.li 661, 649, 647, 510, 77.

Figura 2.1: Inquadramento della zona di intervento (cerchio rosso) nella cartografia alla scala 1:25.000.

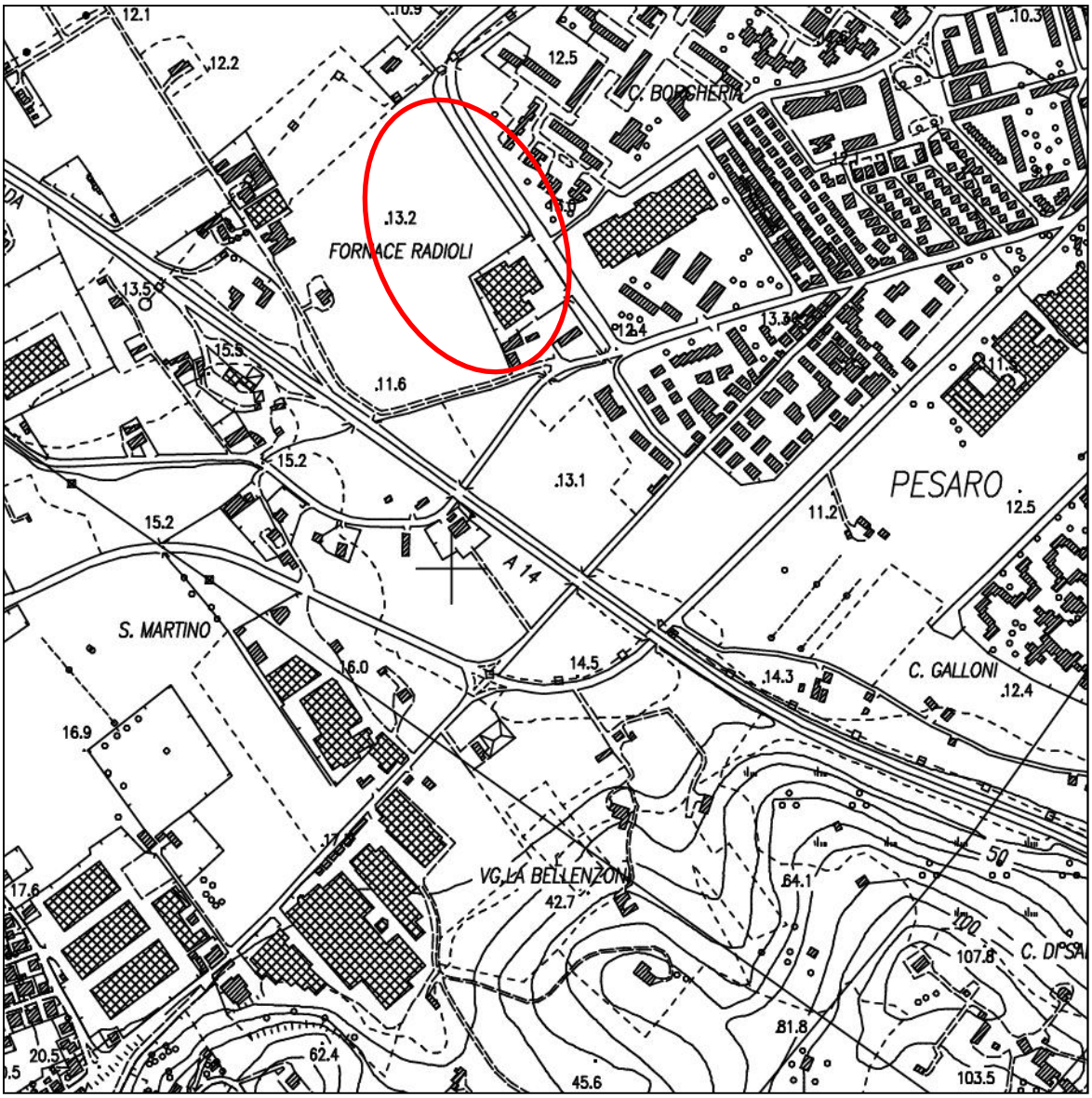


Figura 2.2: Inquadramento della zona di intervento (cerchio rosso) nella cartografia alla scala 1:10.000.

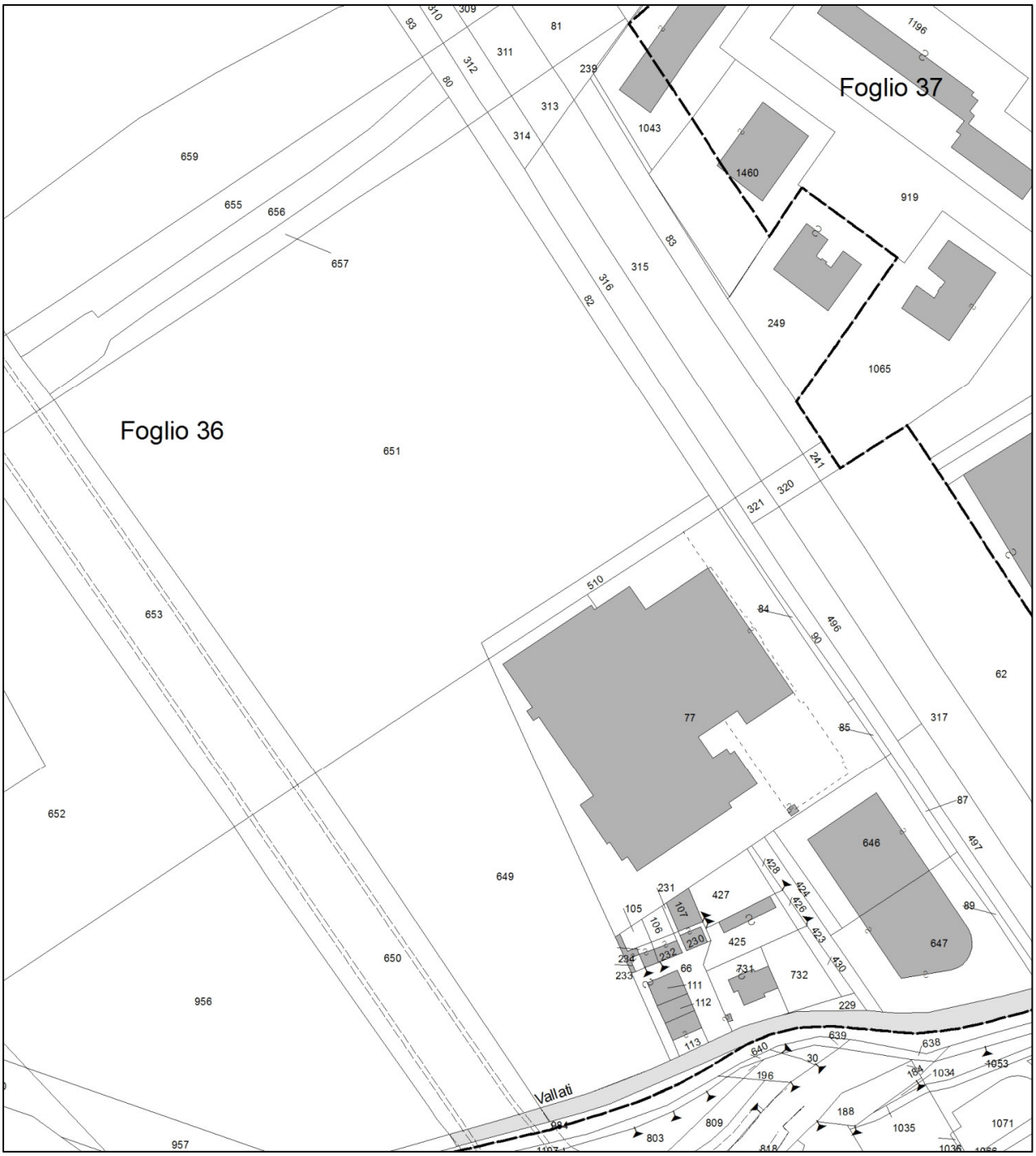


Figura 2.3: Inquadramento della zona di intervento nella cartografia catastale alla scala 1:2.000.

3 VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA

3.1 Generalità

Uno dei maggiori effetti delle trasformazioni urbanistiche dal punto di vista idrologico è l'aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli e la contestuale diminuzione complessiva di tutti i volumi che le precipitazioni vanno a colmare prima della formazione dei deflussi.

Il concetto di invarianza idraulica presuppone la realizzazione, nell'area che subisce una perdita di permeabilità per effetto della trasformazione urbanistica, di interventi il cui scopo è quello di mantenere invariata la portata superficiale defluente verso l'esterno. Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso rispetto alle condizioni pre-trasformazione o laminando le portate. In quest'ultimo caso si opera realizzando aree di accumulo temporaneo che possano trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla nel tempo con una portata prestabilita non superiore a quella caratteristica dell'area precedente alla trasformazione.

3.2 Analisi dei dati e calcolo del volume minimo di invaso

Per ottenere l'invarianza idraulica nell'area di progetto si realizzeranno cinque bacini di accumulo temporaneo specificatamente due in ciascuna delle aree dei Lotti 1T e 2T e uno in quella del Parcheggio Pubblico.

Saranno pertanto realizzate due vasche nel Lotto 1T collegate tra loro da una tubazione di fondo e ugualmente per il Lotto 2T mentre nell'area del Parcheggio Pubblica sarà realizzata una unica vasca. Il dimensionamento dei dispositivi di laminazione è stato eseguito con la procedura proposta dagli uffici della Regione Marche: All.to "1" alla D.G.R. n°53 del 27/01/2014.

Metodologia di calcolo

La misura del volume minimo d'invaso da realizzare 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 ricavabile dalla formula seguente:

$$W = W^\circ \times (\phi / \phi^\circ)^{1/(1-n)} - 15 \times I - W^\circ \times P \qquad [1]$$

Essendo:
W = volume della vasca da realizzare mc/ha
w° = volume minimo di invaso 50 mc/ha
φ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
φ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione,
n = 0.48
I e P espressi come frazione dell'area trasformata (I+P= 100%).

Il volume così ricavato 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:

$$\varphi° = 0.9\ Imp° + 0.2\ Per°$$

$$\varphi = 0.9\ Imp + 0.2\ Per$$

in cui Imp e Per sono le frazioni impermeabile e permeabile dell'area totale (prima della trasformazione se connotati dall'apice °, dopo la trasformazione se senza l'apice °).

Fig. 3.1: Tav. 06 Destinazione uso del suolo (fuori scala).

Lotto 1T

L'area complessiva interessata ha una superficie di circa 1.4 ha quindi ricade (cfr. All.to "1" alla D.G.R Regione Marche n°53 del 27/01/2014) nella Classe: "Significativa impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superficie di estensione compresa tra 1 e 10 ha).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp<0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp>0,3

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

L'area interessata ha una superficie di circa 1.4 ha, attualmente totalmente impermeabile. Il calcolo del volume d'invaso per il conseguimento dell'invarianza idraulica è stato eseguito considerando i seguenti dati di progetto:

SITUAZIONE DI PROGETTO		
Destinazione	**Superficie**	**Comportamento**
Parcheggi	1803.00 m^2	Semipermeabile[1]
Fabbricati, strade e piazzali, canale.	9143.00 m^2	Impermeabile
Verde	4721.50 m^2	Permeabile

L'area in oggetto risulta quindi caratterizzata dai seguenti valori:

Superficie area impermeabile Pre-intervento (Imp°) = 0.00 m^2

Superficie area permeabile Pre-intervento (Per°) = 13864.50 m^2

Superficie area impermeabile Post-intervento (Imp) = 10044.00 m^2

Superficie area permeabile Post-intervento (Per) = 3820.00 m^2

[1] *La zone destinate a parcheggi verranno realizzate in maniera da mantenere almeno parzialmente la possibilità di infiltrazione, tali superfici vengono considerate permeabili al 50%.*

Dati di calcolo e risultati

Dalle formule riportate in precedenza si ricavano i coefficienti di deflusso:

φ° =0,9 x 0,00 + 0,2 x 1,00 = 0,20

φ =0,9 x 0,73 + 0,2 x 0,27 = 0,71

L'intervento porterà alla modifica di tutta la superficie di intervento, le percentuali di area trasformata "I" e non trasformata "P" vengono quindi considerate pari a:

I =1.00%

P=0.00%

Il volume minimo di invaso per ogni ha di superficie interessata dall'intervento risulta pari a:

W= 50 x 11.34 – 15 x 1.00 – 50 x 0.00 = 552.18 mc/ha

considerando quindi la superficie fondiaria dell'intervento pari a circa 1.4 ha, **il volume totale della vasca di compensazione dato dalla formula (1) sarà di 765.57 m^3** (vedi schema di calcolo seguente).

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:

$$w = w^{*} \left(\phi/\phi^{*}\right)^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^{*} P$$

$$\phi^{*} = 0.9\,Imp^{*} + 0.2\,Per^{*} \qquad \phi = 0.9\,Imp + 0.2\,Per$$

w*=50 mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ = coefficiente di deflusso post trasformazione **ϕ*** = coefficiente di deflusso ante trasformazione

n = 0.48 **I** e **P** espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e **Per** espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)

VOLUME RICAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	13864.50	mq	Inserire la superfice totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superfice 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		
Superfice permeabile esistente (mq)	=	13864.50	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				
Superfice impermeabile trasformata o di progetto	=	10044.50	mq	Inserire il 100% della supeficie impermeabile più l'eventuale % della superfice trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.72		
Superfice permeabile di progetto	=	3820.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.28		
Imp + Per	=	1.00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superfice trasformata/livellata	=	13864.50	mq	superfice impermeabile più superfice permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superfice agricola inalterata	=	0.00	mq	superfice inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ*	*0,9 x Imp*+ 0,2 x Per**	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20			
ϕ	*0,9 x Imp + 0,2 x Per*	=	0.9	x	0.72	+	0.2	x	0.28	=	0.71			
W	$w = w^{*} \left(\phi/\phi^{*}\right)^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^{*} P$	=	50	x	11.34	-	15	x	1.00	-	50	x	0.00	= 552.18 mc/ha
W*	*50 mc/ha*													
(ϕ/ϕ^{*})	*3.54*													
$^{(1/(1-n))}$	*1.92*													

VOLUME MINIMO DI INVASO	552.18 :	10,000.00 x	13,864.50 =	***765.57***	***mc***

Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	27.73	l/sec

Fig. 3.2: Lotto 1T -Scheda di calcolo per l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica (DGR 53 del 27/01/2014)-.

La norma, per gli interventi di significativa impermeabilizzazione, prevede che oltre a soddisfare la formula [1] venga verificata la conservazione della portata defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione almeno per una durata di pioggia di 2 ore e tempo di ritorno di 30 anni.

Per ottenere l'altezza di pioggia corrispondente ad un evento di durata di 2 ore e correlato ad un tempo di ritorno di 30 anni si è fatto riferimento ai risultati dell'elaborazione statistica della piovosità della Regione Marche eseguita dalla Fondazione CIMA incaricata nel 2015 dal Commissario delegato Maltempo Maggio 2014.

Nel rapporto "La modellazione e definizione delle grandezze idrologiche utili alla progettazione per la messa in sicurezza strutturale e non strutturale del reticolo idrografico principale della Regione Marche" sono contenuti i risultati delle analisi statistiche regionali basate sulle serie storiche disponibili (168 i pluviografi considerati).

I risultati sono riassumibili nell'utilizzo della formula [2] della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP)

$$\mathrm{H(d,T)} = 0.5711 * \left[5.0286\left(-\ln\left(\frac{\mathrm{T}-1}{\mathrm{T}}\right)\right)^{-0.0524}\right] * \mathrm{ad^n} \qquad [2]$$

dove:
H = altezza di pioggia (in mm)
T = tempo di ritorno considerato (in anni)
d = durata della pioggia (in ore)
a e n = indici ricavati da fondazione CIMA per l'intero territorio regionale

Lo studio ha fornito file raster georeferenziati con la variazione areale dei valori degli indici a ed n che nell'area di intervento risultano essere:
a = 40.84779
n = 0.27514

L'utilizzo della formula [2] ed i dati sopra indicati determinano per un evento di pioggia con durata di 2 ore e tempo di ritorno di 30 anni un'altezza di pioggia di 51.1 mm.

Considerando la superficie totale del Lotto (circa 1.4 ha) si ricava il volume totale di pioggia che cade sull'area (circa 714 m^3) nel tempo dell'evento meteorico considerato, moltiplicando tale valore per il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione (0.71) si valuta il volume che affluisce alle vasche (507 m^3).

Considerando inoltre di limitare (come indicato dalla norma) a 20 l/sec per ettaro la portata massima che potrà uscire dal nuovo comparto edificatorio (quindi circa 28 l/sec per tutta la superficie del Lotto) si può calcolare il volume totale dell'acqua defluita dalle vasche nelle due ore:

0.028 x 2 x 60 x 60 = 202 m^3

Quindi il volume necessario, considerando un evento meteorico con tempo di ritorno di 30 anni e durata di due ore, risulta:

714 – 202 = 512 m^3

Tale valore, essendo inferiore a quello precedentemente calcolato (circa 766 m^3) con la formula (1), conferma la volumetria necessaria all'ottenimento dell'invarianza.

Lotto 2T

L'area complessiva interessata ha una superficie di circa 1.6 ha quindi ricade (cfr. All.to "1" alla D.G.R Regione Marche n°53 del 27/01/2014) nella Classe: "significativa impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superficie di estensione compresa tra 1 e 10 ha).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp<0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp>0,3

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

L'area interessata ha una superficie attualmente totalmente impermeabile. Il calcolo del volume d'invaso per il conseguimento dell'invarianza idraulica è stato eseguito considerando i seguenti dati di progetto:

SITUAZIONE DI PROGETTO		
Destinazione	**Superficie**	**Comportamento**
Parcheggi	1687.00 m^2	Semipermeabile[2]
Fabbricati, strade e piazzali, canale.	11437.00 m^2	Impermeabile
Verde	2918.00 m^2	Permeabile

L'area in oggetto risulta quindi caratterizzata dai seguenti valori:

Superficie area impermeabile Pre-intervento (Imp°) = 0.00 m^2

Superficie area permeabile Pre-intervento (Per°) = 16042.50 m^2

Superficie area impermeabile Post-intervento (Imp) = 12280.50 m^2

Superficie area permeabile Post-intervento (Per) = 3762.00 m^2

Dati di calcolo e risultati

[2] *La zone destinate a parcheggi verranno realizzate in maniera da mantenere almeno parzialmente la possibilità di infiltrazione, tali superfici vengono considerate permeabili al 50%.*

Dalle formule riportate in precedenza si ricavano i coefficienti di deflusso:

φ° =0,9 x 0,00 + 0,2 x 1,00 = 0,20

φ =0,9 x 0,77 + 0,2 x 0,23 = 0,74

L'intervento porterà alla modifica di tutta la superficie di intervento, le percentuali di area trasformata "I" e non trasformata "P" vengono quindi considerate pari a:

I =1.00%

P=0.00%

Il volume minimo di invaso per ogni ha di superficie interessata dall'intervento risulta pari a:

W= 50 x 12.25 – 15 x 1.00 – 50 x 0.00 = 597.30 mc/ha

considerando quindi la superficie fondiaria dell'intervento pari a circa 1.39 ha, **il volume totale della vasca di compensazione dato dalla formula (1) sarà di 958.22 m^3** (vedi schema di calcolo seguente).

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:

$$w = w^{\circ} (\phi/\phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9\, Imp^{\circ} + 0.2\, Per^{\circ} \qquad \phi = 0.9\, Imp + 0.2\, Per$$

w°=50 mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ = coefficiente di deflusso post trasformazione **ϕ°** = coefficiente di deflusso ante trasformazione

n = 0.48 **I** e **P** espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e **Per** espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice°) o dopo (se non c'è l'apice°)

VOLUME RICAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	16042.50	mq	Inserire la superfice totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superfice 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		
Superfice permeabile esistente (mq)	=	16042.50	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				
Superfice impermeabile trasformata o di progetto	=	12280.50	mq	Inserire il 100% della supeficie impermeabile più l'eventuale % della superfice trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.77		
Superfice permeabile di progetto	=	3762.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.23		
Imp + Per	=	1.00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superfice trasformata/livellata	=	16042.50	mq	superfice impermeabile più superfice permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superfice agricola inalterata	=	0.00	mq	superfice inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ°	*0,9 x Imp° + 0,2 x Per°*	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20		
ϕ	*0,9 x Imp + 0,2 x Per*	=	0.9	x	0.77	+	0.2	x	0.23	=	0.74		
W	$w = w^{\circ} (\phi/\phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^{\circ} P$	=	50	x	12.25	-	15	x	1.00	-	50	x	0.00 = *597.30 mc/ha*
W°	*50 mc/ha*												
(ϕ/ϕ°)	*3.68*												
(1/(1-n))	*1.92*												
VOLUME MINIMO DI INVASO			597.30	:	10,000.00	x	16,042.50	=	***958.22***	***mc***			
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha		32.09	l/sec									

Fig. 3.3: Lotto 2T -Scheda di calcolo per l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica (DGR 53 del 27/01/2014)-.

La norma, per gli interventi di significativa impermeabilizzazione, prevede che oltre a soddisfare la formula [1] venga verificata la conservazione della portata defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione almeno per una durata di pioggia di 2 ore e tempo di ritorno di 30 anni.

Per ottenere l'altezza di pioggia corrispondente ad un evento di durata di 2 ore e correlato ad un tempo di ritorno di 30 anni si è fatto riferimento ai risultati dell'elaborazione statistica della

piovosità della Regione Marche eseguita dalla Fondazione CIMA incaricata nel 2015 dal Commissario delegato Maltempo Maggio 2014.

Nel rapporto "La modellazione e definizione delle grandezze idrologiche utili alla progettazione per la messa in sicurezza strutturale e non strutturale del reticolo idrografico principale della Regione Marche" sono contenuti i risultati delle analisi statistiche regionali basate sulle serie storiche disponibili (168 i pluviografi considerati).

I risultati sono riassumibili nell'utilizzo della formula [2] della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP)

$$\mathrm{H(d,T)} = 0.5711 * \left[5.0286\left(-\ln\left(\frac{\mathrm{T}-1}{\mathrm{T}}\right)\right)^{-0.0524}\right] * \mathrm{ad^n} \qquad [2]$$

dove:
H = altezza di pioggia (in mm)
T = tempo di ritorno considerato (in anni)
d = durata della pioggia (in ore)
a e n = indici ricavati da fondazione CIMA per l'intero territorio regionale

Lo studio ha fornito file raster georeferenziati con la variazione areale dei valori degli indici a ed n che nell'area di intervento risultano essere:
a = 40.84779
n = 0.27514

L'utilizzo della formula [2] ed i dati sopra indicati determinano per un evento di pioggia con durata di 2 ore e tempo di ritorno di 30 anni un'altezza di pioggia di 51.1 mm.

Considerando la superficie totale dell'intervento (circa 1.6 ha) si ricava il volume totale di pioggia che cade sull'area (circa 816 m^3) nel tempo dell'evento meteorico considerato, moltiplicando tale valore per il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione (0.74) si valuta il volume che affluisce alle vasche (604 m^3).

Considerando inoltre di limitare (come indicato dalla norma) a 20 l/sec per ettaro la portata massima che potrà uscire dal nuovo comparto edificatorio (quindi circa 32 l/sec per tutta la superficie dell'intervento) si può calcolare il volume totale dell'acqua defluita dalle vasche nelle due ore:

0.032 x 2 x 60 x 60 = 230 m^3

Quindi il volume necessario, considerando un evento meteorico con tempo di ritorno di 30 anni e durata di due ore, risulta:

816 – 230 = 586 m^3

Tale valore, essendo inferiore a quello precedentemente calcolato (circa 958 m^3) con la formula (1), conferma la volumetria necessaria all'ottenimento dell'invarianza.

Parcheggio Pubblico

L'area complessiva interessata ha una superficie di circa 0.5 ha quindi ricade (cfr. All.to "1" alla D.G.R Regione Marche n°53 del 27/01/2014) nella Classe: "Modesta impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superficie di estensione compresa tra 1 e 10 ha).

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp<0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp>0,3

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

L'area interessata ha una superficie attualmente totalmente impermeabile. Il calcolo del volume d'invaso per il conseguimento dell'invarianza idraulica è stato eseguito considerando i seguenti dati di progetto:

SITUAZIONE DI PROGETTO		
Destinazione	**Superficie**	**Comportamento**
Verde	961.00 m^2	Permeabile
Parcheggi	1970.00 m^2	Semipermeabile[3]
Strade e piazzali, canale.	3240.00 m^2	Impermeabile

L'area in oggetto risulta quindi caratterizzata dai seguenti valori:

Superficie area impermeabile Pre-intervento (Imp°) = 0.00 m^2

Superficie area permeabile Pre-intervento (Per°) = 5186.00 m^2

Superficie area impermeabile Post-intervento (Imp) = 3240.50 m^2

Superficie area permeabile Post-intervento (Per) = 1946.00 m^2

[3] *La zone destinate a parcheggi verranno realizzate in maniera da mantenere almeno parzialmente la possibilità di infiltrazione, tali superfici vengono considerate permeabili al 50%.*

Dati di calcolo e risultati

Dalle formule riportate in precedenza si ricavano i coefficienti di deflusso:

φ° =0,9 x 0,00 + 0,2 x 1,00 = 0,20

φ =0,9 x 0,62 + 0,2 x 0,38 = 0,64

L'intervento porterà alla modifica di tutta la superficie di intervento, le percentuali di area trasformata "I" e non trasformata "P" vengono quindi considerate pari a:

I =1.00%

P=0.00%

Il volume minimo di invaso per ogni ha di superficie interessata dall'intervento risulta pari a:

W= 50 x 12.25 – 15 x 1.00 – 50 x 0.00 = 597.30 mc/ha

considerando quindi la superficie fondiaria dell'intervento pari a circa 0.5 ha, **il volume totale della vasca di compensazione dato dalla formula (1) sarà di 233.08 m^3** (vedi schema di calcolo seguente).

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:

$$w = w^* \left(\phi/\phi^*\right)^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^* P$$

$$\phi^* = 0.9\,Imp^* + 0.2\,Per^* \qquad \phi = 0.9\,Imp + 0.2\,Per$$

w*=50 mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ= coefficiente di deflusso post trasformazione **ϕ***=coefficiente di deflusso ante trasformazione

n = 0.48 **I** e **P** espressi come frazione dell'area trasformata

Imp e **Per** espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)

VOLUME RICAVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	5186.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superfice 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		
Superfice permeabile esistente (mq)	=	5186.00	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				
Superfice impermeabile trasformata o di progetto	=	3240.00	mq	Inserire il 100% della supeficie impermeabile più l'eventuale % della superfice trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.62		
Superfice permeabile di progetto	=	1946.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.38		
Imp + Per	=	1.00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superfice trasformata/livellata	=	5186.00	mq	superfice impermeabile più superfice permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superfice agricola inalterata	=	0.00	mq	superfice inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ*	*0,9 x Imp*+ 0,2 x Per**	=	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20		
ϕ	*0,9 x Imp + 0,2 x Per*	=	0.9	x	0.62	+	0.2	x	0.38	=	0.64		
W	$w = w^* \left(\phi/\phi^*\right)^{(1/(1-n))} - 15\, I - w^* P$	=	50	x	9.29	-	15	x	1.00	-	50	x 0.00 =	*449.43 mc/ha*
W*	*50 mc/ha*												
(ϕ/ϕ^*)	*3.19*												
$^{(1/(1-n))}$	*1.92*												
VOLUME MINIMO DI INVASO			449.43	:	10,000.00	x	5,186.00	=	***233.08***	***mc***			

Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha	10.37	l/sec

Fig. 3.4: Parcheggio Pubblico -Scheda di calcolo per l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica (DGR 53 del 27/01/2014)-.

4 CONCLUSIONI

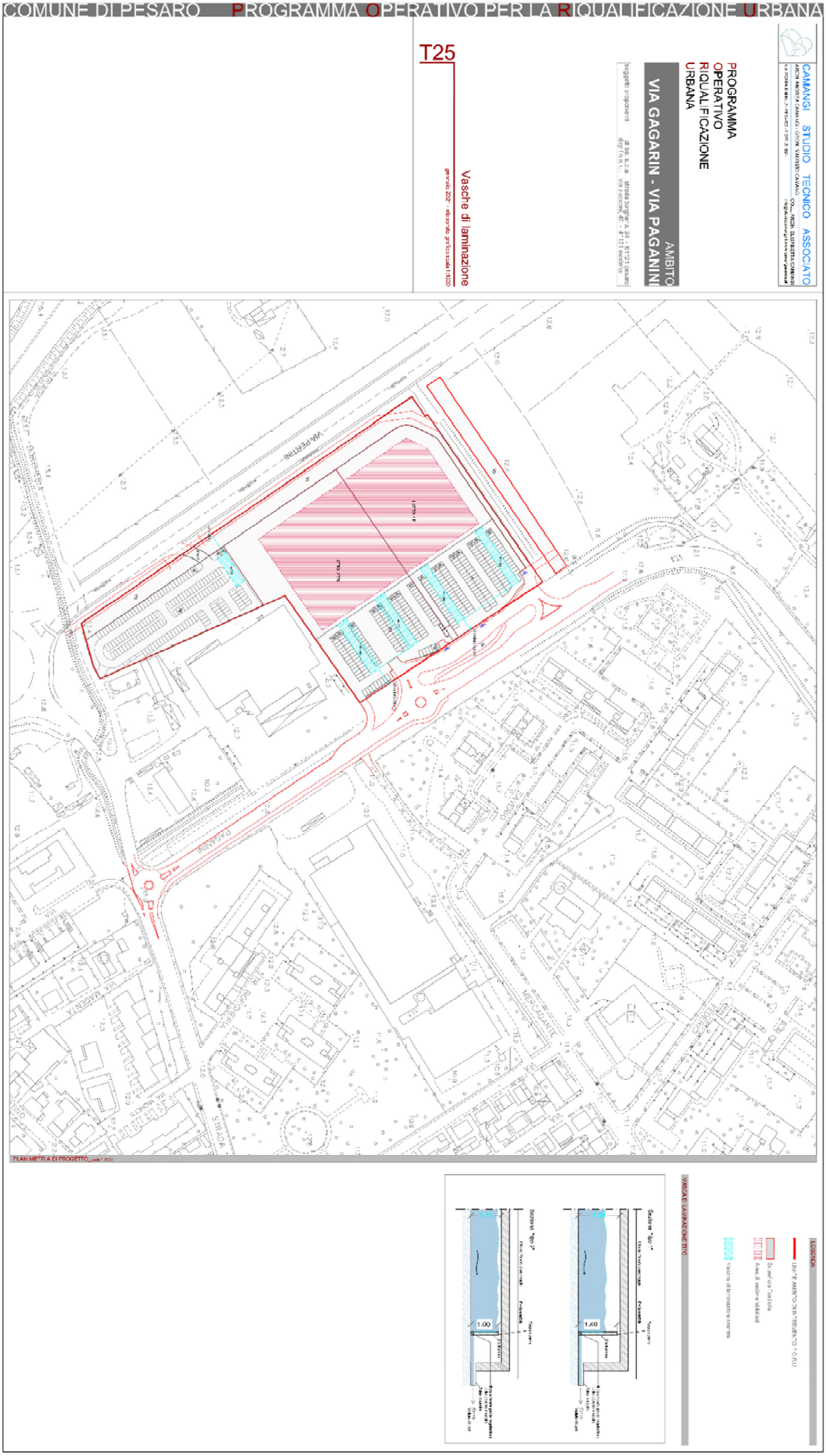
Per assicurare il principio dell'invarianza idraulica dei lotti di progetto saranno realizzati volumi di accumulo temporaneo atti a "tagliare" il picco di piena e garantire una portata scaricata verso il recapito, analoga a quella dello stato ante operam. Il volume d'acqua proveniente dalle superfici dell'area di trasformazione sarà quindi trattenuto in appositi invasi prima di essere rilasciato lentamente verso il recapito finale.

In particolare:

- la volumetria richiesta per la raccolta del volume d'acqua del lotto 1T è di circa 766 mc, e sarà suddivisa in due vasche collegate tra loro da una tubazione di fondo; la loro dimensione viene indicata nella tavola di progetto. L'impianto di laminazione scaricherà in un pozzetto con diaframma dotato di bocca tarata (strozzatura: diametro massimo di 10 cm) e altezza fino al livello di invaso per lo scarico del troppopieno. Alla base del pozzetto partirà la condotta di scarico (con tubazione di diametro tale da garantire il riempimento circa contemporaneo delle 2 vasche) che guiderà le acque in uscita; il pozzetto sarà protetto con chiusino.
- la volumetria richiesta per la raccolta del volume d'acqua del lotto 2T è di circa 958 mc, e sarà suddivisa in due vasche collegate tra loro da una tubazione di fondo; la loro dimensione viene indicata nella tavola di progetto. L'impianto di laminazione scaricherà in un pozzetto con diaframma dotato di bocca tarata (strozzatura: diametro massimo di 11 cm) e altezza fino al livello di invaso per lo scarico del troppopieno. Alla base del pozzetto partirà la condotta di scarico (con tubazione di diametro tale da garantire il riempimento circa contemporaneo delle 2 vasche) che guiderà le acque in uscita; il pozzetto sarà protetto con chiusino.
- la volumetria richiesta per la raccolta del volume d'acqua del Parcheggio è di circa 233 mc. L'impianto di laminazione, la cui dimensione viene indicata nella tavola di progetto tenendo conto che (come indicato nella normativa) dovrà avere tirante idrico non superiore al metro, scaricherà in un pozzetto con diaframma dotato di bocca tarata (strozzatura: diametro massimo di 7 cm) e altezza fino al livello di invaso per lo scarico del troppopieno. Alla base del pozzetto partirà la condotta di scarico che guiderà le acque in uscita; il pozzetto sarà protetto con chiusino.

Le vasche saranno ubicate come indicato nella Tav. T25 di progetto allegata di seguito dove viene rappresentata schematicamente la loro sezione.

Il riempimento e lo svuotamento delle vasche sarà a gravità, le vasche sono dotate di un troppo pieno che permetta il deflusso delle acque in caso di malfunzionamento del sistema di svuotamento o in caso di eventi pluviometrici che eccedano quelli considerati nell'elaborazione della formula di calcolo (1) e il tubo in uscita è dotato di valvola di non ritorno.


COMUNE DI PESARO
PROGRAMMA OPERATIVO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA
CAMANGI STUDIO TECNICO ASSOCIATO
PROGRAMMA OPERATIVO RIQUALIFICAZIONE URBANA
AMBITO
VIA GAGARIN - VIA PAGANINI
T25
Vasche di laminazione
VARIANTE
VIA PAGANINI
MERCAMANTE
LEGENDA
1.00
1.40