

---

**COMUNE DI CESENA**  
*(Provincia di Forlì - Cesena)*

**TAV**

**26**

---

---

**Oggetto:**        **RELAZIONE E CALCOLO INVARIANZA**  
*allegata alla presentazione del Piano Attuativo di*  
*iniziativa privata.*  
*Aree di connessione dei margini urbani S. Martino in*  
*Fiume 11/02 AT5*

---

---

**Proprietà:**     **GIORDANO Srl**  
*Via Portofino n.12, Cesena (Fc)*

---

---

**Progettisti:**   **Dott. Arch. Alessandro Savelli**  
*Via G. Pacchioni n° 186, Cesena (FC)*

---

**Il comparto 11/02 AT5, Aree di connessione dei margini urbani S.Martino in Fiume**, attualmente è un terreno agricolo pianeggiante, che costeggia la Via Ravennate e, limitrofo ad altri edifici esistenti, si estende fino alla Via Fusconi, e dovrà essere trasformato senza provocare un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dallo stesso.

Il volume di invaso disponibile al momento per la portata meteorica, è dato dalla somma dei volumi delle depressioni naturali, quali fosse e solchi, che quando piove vengono riempite dall'acqua, ritardando così il suo arrivo al corpo recettore.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica della trasformazione urbanistica, si dovrà realizzare un volume minimo di invaso, atto alla laminazione delle piene, che terrà conto dell'aumento delle superfici impermeabili e sarà collocato a monte del recapito finale.

Il volume minimo sarà calcolato secondo la procedura riportata nell'allegato n. 6 della Relazione Tecnica - Rischio Idraulico del Piano di Bacino, dove sono fissati anche i criteri per considerare il contributo delle reti fognarie nel computo del volume richiesto.

La formula per ricavare il volume, espresso in mc/ha, da ricavare artificialmente per bilanciare l'impermeabilizzazione è la seguente:

$$W = w_0 (\Phi / \Phi_0)^{(1/1-n)} - 15 I - w_0 P$$

W = volume da calcolare, da ricavare artificialmente per bilanciare l'impermeabilizzazione

W<sub>0</sub> = 50 mc/ha volume disponibile naturalmente per la laminazione

Φ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione

Φ<sub>0</sub> = coefficiente di deflusso prima della trasformazione

n = 0,48 coefficiente curva (h,d) per piogge di durata inferiori all'ora

15 = 15 mc/ha; volume disponibile per la laminazione in superfici impermeabili e permeabili diverse dall'agricola (CONVENZIONE)

I = percentuale di superficie Impermeabile e permeabile trasformata rispetto all'area agricola

P = percentuale di superficie AGRICOLA INALTERATA

**Attualmente è un terreno agricolo pianeggiante per cui non esiste superficie impermeabile.**

**La superficie impermeabile di progetto (mq. 7.934,13)** sarà composta dalla nuova rete viaria del comparto, costituita da strade e marciapiedi, e dalle pavimentazioni private e dalla sagoma degli edifici.

**La superficie permeabile esistente (mq. 20,193,48)** è composta dal terreno agricolo.

**La superficie permeabile di progetto (mq. 12.259,35)** sarà composta dal verde privato, dal 50% delle pavimentazioni semipermeabili, dal verde pubblico di standard, dalle aiuole stradali e dalle aree di compensazione.

**La superficie trasformata e livellata (mq. 20.193,48)** sarà costituita da tutto il comparto, dato che l'intervento prevede la trasformazione integrale da terreno agricolo a terreno lottizzato con edificato e pertinenze, per cui **la superficie agricola inalterata (mq. 0)** sarà inesistente.

**Nel terreno in questione**, visto il dislivello tra la zona ERP e quella residenziale privata, **verranno realizzati due bacini con differenti dimensioni**, per cui si riporta in seguito due diversi calcoli per il dimensionamento del volume dell'invaso, **dividendo l'intero lotto in due porzioni distinte con diverse metrature, mq 3.981,37 (lato ERP) e mq 16.212,11 (lato EDILIZIA PRIVATA):**

**DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE PER PIOGGE INFERIORI A UNA ORA (VASCA DI LAMINAZIONE lato ERP):**

---

sup territoriale		mq	3.981,37
sup impermeabile esistente	<b>Imp°</b>	mq	0,00
sup impermeabile progetto	<b>Imp</b>	mq	1.368,94

---

sup permeabile esistente	<b>Per°</b>	mq	3.981,37
sup permeabile progetto	<b>Per</b>	mq	2.612,43

$$((\text{Imp}^\circ + \text{Imp}) + \text{Per}) / \text{sup.} = 100\%$$

---

sup. trasformata/livellata	<b>I</b>	mq	3.981,37
sup. agricola inalterata	<b>P</b>	mq	0,00

---

$$\text{calcolo del } \phi^\circ = 0,9 \times 0,0000 + 0,2 \times 1,0000 = 0,2000$$

$$\text{calcolo del } \phi = 0,9 \times 0,3438 + 0,2 \times 0,6562 = 0,4407$$


---

$$W = w_0 (\Phi / \Phi_0)^{1/(1-n)} - 15 I - w_0 P$$

$$W = 50 \times 4,5700 - 15 \times 1,0000 - 50 \times 0,0000 = 213,4417 \text{ mc/ha}$$

$$W = 213,4417 : 10000 \times 3.981,37 = 84,9790 \text{ mc}$$


---

**Volume bacino laminazione = mc 84,98**

**Altezza bacino laminazione = ml 0,30**

**Area bacino laminazione = mq 283,27**

---

Il volume minimo dell'invaso, abbinato ad un tubo di scarico con strozzatura di cm 120, è di mc. 84,98 per cui, considerando un'altezza del bacino di m. 0,30, la superficie dell'invaso dovrà essere almeno mq. 283,27.

**DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE PER PIOGGE INFERIORI A UNA ORA (VASCA DI LAMINAZIONE lato EDILIZIA PRIVATA):**

---

sup territoriale		mq	16.212,11
sup impermeabile esistente	<b>Imp°</b>	mq	0,00
sup impermeabile progetto	<b>Imp</b>	mq	6.565,19

---

sup permeabile esistente	<b>Per°</b>	mq	16.212,11
sup permeabile progetto	<b>Per</b>	mq	9.646,92

$$((\text{Imp}^\circ + \text{Imp}) + \text{Per}) / \text{sup.} = 100\%$$

---

sup. trasformata/livellata	<b>I</b>	mq	16.212,11
sup. agricola inalterata	<b>P</b>	mq	0,00

---

$$\text{calcolo del } \varnothing^\circ = 0,9 \times 0,0000 + 0,2 \times 1,0000 = 0,20$$

$$\text{calcolo del } \varnothing = 0,9 \times 0,4050 + 0,2 \times 0,5950 = 0,4835$$


---

$$W = w_0 (\Phi/\Phi_0)^{1/(1-n)} - 15 I - w_0 P$$

$$W = 50 \times 5,4600 - 15 \times 1,0000 - 50 \times 0,0000 = 257,9983 \text{ mc/ha}$$

$$W = 257,9983 : 10000 \times 16.121,11 = 418,2697 \text{ mc}$$


---

**Volume bacino laminazione = mc 418,27**

**Altezza bacino laminazione = ml 0,30**

**Area bacino laminazione = mq 1394,24**

---

Il volume minimo dell'invaso, abbinato ad un tubo di scarico con strozzatura di cm 150, è di mc. 418,27 per cui, considerando un'altezza del bacino di m. 0,30, la superficie dell'invaso dovrà essere almeno mq. 1394,24.

**In considerazione del fatto che l'area di intervento è stata divisa in due parti, avendo le superfici di ha 0,3981 e ha 1,6212 (sup. totale di ha 2,0193) per cui rientra nella classe di "significativa impermeabilizzazione potenziale", è stata fatta la verifica in funzione di pioggia con TR 30 anni e Tp 2 ore e il volume di invaso per la laminazione delle acque meteoriche, come dimostrano i calcoli allegati, è risultato sufficientemente dimensionato.**

**VERIFICA DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE (VASCA DI LAMINAZIONE lato ERP) IN FUNZIONE DI TR = 30 anni con Tp = 2 ore:**

---

$\Delta V$  = volume di invaso (pioggia di due ore)

$Q_e$  = volume defluito

$Q_u$  = volume uscito

$W$  = volume di invaso (pioggia inferiore a una ora)

$$Q_e \times T_p - Q_u \times T_p = \Delta V < W$$

---

**mm caduti a terra:**  $h = a \times d^n$

$$a = 52 \text{ mm/ora} \quad n = 0,30 \quad d = 2 \text{ (ore)} \quad \Rightarrow \quad 52 \times 2^{0,30} = \mathbf{64,0195 \text{ mm}}$$

---

**mc caduti a terra per ettaro:**  $h \times 10^{(mc)}/1^{(ha)} \times ST^{(ha)}$

$$h = 64,0195 \quad ST = 3.981,37 \text{ mq} \quad 64,0195 \times 10/1 \times 0,3981 = \mathbf{254,8616 \text{ mc}}$$

---

**volume defluito:**

mc caduti x coefficiente di deflusso dopo trasformazione ( $\Phi$ )

$$254,8616 \times 0,4407 = \mathbf{112,3175 \text{ mc}}$$

---

**volume uscito:**

$$19,02 \text{ litri sec/ha} = 0,01902 \text{ mc sec/ha} \quad \Rightarrow \quad 69,4720 \text{ mc ora/ha}$$

$$69,4720 \times 2 = \mathbf{136,944 \text{ mc}}$$

---

**volume ( $\Delta V$ ) vasca di laminazione:**

$\Delta V$  = volume defluito - volume uscito

$$112,3175 - 136,9440 = \mathbf{-24,6265 \text{ mc}}$$

$$\Delta V < W \quad \Rightarrow \quad \mathbf{-24,6265 < 98,23 \text{ mc} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{RISPETTATA}}$$

---

**DIMENSIONAMENTO STROZZATURA:**

---

$$Q = Q \text{ agricolo } 20 \text{ l/sec*ha} = \mathbf{0,0079627 \text{ l/sec}}$$

$$\text{lotto} = \mathbf{0,3981 \text{ ha}}$$

$$\mu = \mathbf{0,60}$$

$$d = \text{diametro strozzatura } d = (A \times 4 : 3,14)^{0,5}$$

$$A = \text{area tubo strozzatura } A = Q : [\mu \times (2gh)^{0,5}]$$

$$g = \text{accelerazione gravitazionale } \mathbf{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h = \text{battente m. } \mathbf{0,40}$$

$$A = 0,0079627 : [0,60 \times (2 \times 9,81 \times 0,40)^{0,5}] = 0,0079627 : [0,60 \times (7,848)^{0,5}] = 0,0079627 : 1,6808 = \mathbf{0,00473}$$

$$d = (0,00473 \times 4 : 3,14)^{0,5} = (0,006034)^{0,5} = \mathbf{0,07769 \text{ m.}}$$

*Il diametro della strozzatura sar  di mm. 120.*

---

**VERIFICA DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE (VASCA DI LAMINAZIONE lato EDILIZIA PRIVATA) IN FUNZIONE DI TR = 30 anni con Tp = 2 ore:**

---

$\Delta V$  = volume di invaso (pioggia di due ore)

$Q_e$  = volume defluito

$Q_u$  = volume uscito

$W$  = volume di invaso (pioggia inferiore a una ora)

$$Q_e \times T_p - Q_u \times T_p = \Delta V < W$$

---

**mm caduti a terra:**  $h = a \times d^n$

$$a = 52 \text{ mm/ora} \quad n = 0,30 \quad d = 2 \text{ (ore)} \quad \Rightarrow \quad 52 \times 2^{0,30} = \mathbf{64,0195 \text{ mm}}$$

---

**mc caduti a terra per ettaro:**  $h \times 10^{(mc)}/1^{(ha)} \times ST^{(ha)}$

$$h = 64,0195 \quad ST = 16.212,11 \text{ mq} \quad 64,0195 \times 10/1 \times 1,6212 = \mathbf{1.037,8913 \text{ mc}}$$

---

**volume defluito:**

mc caduti x coefficiente di deflusso dopo trasformazione ( $\Phi$ )

$$1.037,8913 \times 0,4835 = \mathbf{501,8205 \text{ mc}}$$

---

**volume uscito:**

$$31,87 \text{ litri sec/ha} = 0,03187 \text{ mc sec/ha} \quad \Rightarrow \quad 114,7320 \text{ mc ora/ha}$$

$$114,7320 \times 2 = \mathbf{229,4640 \text{ mc}}$$

---

**volume ( $\Delta V$ ) vasca di laminazione:**

$\Delta V$  = volume defluito - volume uscito

$$501,8205 - 229,4640 = \mathbf{272,3565 \text{ mc}}$$

$$\Delta V < W \quad \Rightarrow \quad 272,3565 < 425,0183 \text{ mc} \Rightarrow \quad \mathbf{RISPETTATA}$$

---

**DIMENSIONAMENTO STROZZATURA:**

---

$$Q = Q \text{ agricolo } 20 \text{ l/sec*ha} = \mathbf{0,03242 \text{ l/sec}}$$

$$\text{lotto} = \mathbf{1,6212 \text{ ha}}$$

$$\mu = \mathbf{0,60}$$

$$d = \text{diametro strozzatura } d = (A \times 4 : 3,14)^{0,5}$$

$$A = \text{area tubo strozzatura } A = Q : [\mu \times (2gh)^{0,5}]$$

$$g = \text{accelerazione gravitazionale } \mathbf{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h = \text{battente m. } \mathbf{0,46}$$

$$A = 0,03242 : [0,60 \times (2 \times 9,81 \times 0,46)^{0,5}] = 0,03242 : [0,60 \times (9,016)^{0,5}] = 0,03242 : 1,8025 = \mathbf{0,017986}$$

$$d = (0,017986 \times 4 : 3,14)^{0,5} = (0,02291)^{0,5} = \mathbf{0,15136 \text{ m.}}$$

**Il diametro della strozzatura sar  di mm. 150, leggermente inferiore a quello derivato dal calcolo.**

---

**Per il corretto funzionamento dell'invarianza idraulica sono state tenute in considerazione tutte le specifiche necessarie fra le quali il corretto dimensionamento del tubo di scarico, la posizione della vasca in base al corpo recettore, i drenaggi sul fondo del bacino per evitare ristagni d'acqua, e la quota di scorrimento della condotta finale, tale da permetterne lo svuotamento per gravità nel fosso.**

**Dopo l'ultimo pozzetto con griglia, ubicato all'interno della vasca di laminazione, sarà posizionato un tubo di scarico con un di diametro mm. 250, da qui, le acque confluiranno in un pozzetto di collegamento e restrizione con una strozzatura di diametro mm 120, per la parte del lotto inferiore (lato ERP), e con strozzatura di diametro mm 150 per la parte superiore del lotto (lato EDILIZIA PRIVATA), le quali poi confluiranno attraverso una valvola clapet, nella fogna esistente.**

**La quota delle caditoie stradali, nel punto peggiore, è superiore alla quota massima raggiungibile dall'acqua nel collettore e nella depressione naturale.**

*il progettista*

---