



Via Nuova Poggioreale, centro polifunzionale, torre 7, 80133 Napoli
Tel. 081 7901944 fax 081 0099088
www.cesbim.it e-mail: segreteria@campaniabonifica.org



**ORDINE DEGLI
INGEGNERI
DELLA PROVINCIA
DI SALERNO**



C.U.G.R.I.

Consorzio Inter-Universitario
per la Prevenzione e Prevenzione dei Grandi Rischi
Università di Salerno - Università di Napoli "Federico II"



Sede Amministrativa e legale: c/o Università degli studi di Salerno
Dipartimento Ingegneria Civile - via Giovanni Paolo II, 132
84084 Fisciano (SA) Italy
<http://www.cugri.it> - pec: cugri@pec.it - email: cugri@unisa.it
Tel. 089-908927/53
Fax: 089-908701

Seminario

CRITERI DI PREVENZIONE DELLE INONDAZIONI

martedì 6 dicembre 2016

Aula CUGRI

Campus Universitario di Fisciano

INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA NELLA NORMATIVA PER LA PREVENZIONE DELLE INONDAZIONI

Ing. Alfonso De Nardo

Effetto primario, anche se non principale, della impermeabilizzazione di un suolo entro un bacino idrografico:

INCREMENTO DELLA PORTATA TRANSITANTE NELLA RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE.

Parametri modificati dall'impermeabilizzazione di un'area definita:

- * Volume di deflusso raccolto nel bacino a valle della superficie impermeabilizzata: per effetto dell'impermeabilizzazione di una superficie elementare dA , nella quale il coefficiente di deflusso iniziale varia da C a $C+\Delta C$, il volume complessivo di deflusso V si accresce della quantità dV .
- * Portata di deflusso transitante nella sezione di chiusura del bacino a valle dell'area impermeabilizzata: la portata originaria di piena Q_{\max} si modifica in $Q_{\max}+dQ$.

Il parametro da controllare è la portata di piena, poiché se essa cresce tanto da superare la capienza del corpo idrico recettore, si verifica l'esondazione.

L'incremento di portata prodotto dall'impermeabilizzazione della superficie dA , che ritroviamo in ogni punto del corso d'acqua nel quale scarica la superficie stessa fino alla chiusura del bacino, non produce ovunque lo stesso effetto, per i seguenti motivi:

* Il dQ immesso nella corrente, che in corrispondenza dell'immissione rappresenta una percentuale $x\%$ della portata, avrà un'incidenza dell' $y\%$ (con $y < x$) nei tratti del corpo idrico più lontani dall'immissione, man mano che la Q_{\max} si accresce con gli ulteriori contributi di portata provenienti dai diversi affluenti che si immettono più a valle;

* Le conseguenze del dQ sono significative nei tratti in cui la portata Q_{\max} si approssima alla massima capienza del corso d'acqua; sono irrilevanti nei tratti in cui la portata Q_{\max} è ancora lontana dalla massima capienza;

* L'incremento di portata dQ durante l'intera durata della pioggia critica è rilevante, nella stessa sezione di massima criticità se e solo se coincide con la fase di culminazione dell'idrogramma di piena. E' dunque soltanto quella parte del dV che giunge nella sezione critica in corrispondenza della culminazione a essere significativa, mentre risultano irrilevanti le quote che la precedono o la seguono.

Il peso da attribuire, in termine di prevenzione delle inondazioni o di mitigazione del rischio, alla variazione della portata indotta da un incremento localizzato del coefficiente di deflusso varia dunque nello spazio, divenendo massimo ove il pelo libero della corrente si avvicina di più al franco di progetto: per la prevenzione del rischio di inondazione occorre perciò che il $Q_{\max} + dQ$ sia controllato solo nella/e sezione/i di massima criticità del corpo idrico a valle dell'impermeabilizzazione.

In definitiva non ha senso controllare dappertutto l'incremento di portata prodotto dall'impermeabilizzazione della superficie dA , ma solo in punti particolari della rete. Nella valutazione dell'incremento di portata dQ non si può prescindere dalla variabilità spaziale delle sue conseguenze.

D'altra parte l'incidenza dell'incremento dQ va sempre considerata con riferimento a ciò che succede nella sezione più a rischio di esondazione nel momento in cui si ha la culminazione dell'idrogramma di piena. Quindi nella sua valutazione occorre tener conto della variabilità temporale delle sue conseguenze.

Il progressivo aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli nelle pianure verificatosi nell'ultimo mezzo secolo ha messo in crisi i reticoli di drenaggio, che erano dimensionati per ricevere portate minori di quelle attuali.

Si è perciò gradualmente imposta la necessità di evitare che ulteriori impermeabilizzazioni dei suoli possano aggravare ulteriormente il già critico stato dei corpi idrici provocando incrementi non sostenibili delle portate di piena.

Il concetto di invarianza non è ancora recepito nella normativa sulla difesa del suolo e sulla prevenzione del rischio alluvioni (D. lgs. 152/2006: "Norme in materia ambientale" e D. lgs. 49/2010: "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni"). Solo alcune norme regionali e alcune pianificazioni di settore hanno posto l'accento sulla necessità di controllare l'incremento dei deflussi provocato dal consumo di suolo.

La legge 18 giugno 2002 n. 8 della Provincia autonoma di Bolzano stabilisce, all'art. 46, che: *Per le acque meteoriche non inquinate deve essere previsto il riutilizzo ed in subordine la dispersione nel sottosuolo. Qualora ciò non sia possibile o opportuno in rapporto alla situazione locale, tali acque possono essere scaricate in acque superficiali. Le impermeabilizzazioni del suolo devono essere ridotte al minimo.*

Il Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto ha adottato nel 2009 specifiche linee guida sulla valutazione di compatibilità idraulica.

La Regione Marche ha affrontato i temi della riqualificazione urbana sostenibile e dell'assetto idrogeologico con la legge 22 del 2011, che all'art. 10 stabilisce:

- 1. Gli strumenti di pianificazione del territorio e le loro varianti, da cui derivi una trasformazione territoriale in grado di modificare il regime idraulico, contengono una verifica di compatibilità idraulica, volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello.*
- 2. Ai fini di cui al comma 1, la verifica di compatibilità valuta l'ammissibilità degli interventi di trasformazione considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità.*
- 3. Al fine altresì di evitare gli 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 perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione.*

La Regione Lombardia ha infine, con la recente Legge Regionale 15 marzo 2016, n. 4:

Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua,

ha obbligato gli strumenti urbanistici e i regolamenti edilizi comunali a recepire i principi di invarianza idraulica e idrologica per le trasformazioni di uso del suolo.

Con la legge lombarda trovano per la prima volta una definizione giuridica i concetti di invarianza già da qualche tempo accettati dalla comunità scientifica.

Invarianza idraulica: *principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.*

Invarianza idrologica: *principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.*

La novità è che entrambi i principi vengono assunti dalla legge nella forma di disposizioni vincolanti:

I principi di invarianza idraulica e idrologica si applicano ... a tutti gli interventi che comportano una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione, secondo quanto specificato nel regolamento regionale di cui al comma 5.

Recentemente gli Enti gestori dei canali e dei corsi d'acqua hanno attivato procedure di autorizzazione degli scarichi aggiuntivi nelle reti basate sul rispetto del principio di invarianza. Si chiede ai titolari di permesso a costruire di realizzare al piede dei nuovi edifici, o comunque al di sotto delle superfici impermeabilizzate, delle vasche nelle quali possano essere immagazzinati i maggiori volumi defluenti dalle superfici di loro proprietà in conseguenza dell'impermeabilizzazione (invarianza idraulica). Ovvero di realizzare pozzi o trincee o aree nelle quali i maggiori volumi possano essere smaltiti per infiltrazione nel suolo (invarianza idrologica).

INVARIANZA IDRAULICA

$$w = w_0 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^{\left(\frac{1}{1-n} \right)} - 15I - w_0 P \quad (1)$$

Volume minimo da invasare affinché, pur in presenza dell'impermeabilizzazione del suolo, resti immutato il coefficiente udometrico dell'area oggetto di trasformazione, al netto dei volumi invasati nelle aree non trasformate e nelle stesse aree impermeabilizzate.

Cfr. A. Pistocchi: *La valutazione idrologica dei piani urbanistici. Un metodo semplificato per l'invarianza idraulica dei piani regolatori generali*. Ingegneria Ambientale, vol. XXX, n. 7/8, luglio/agosto 2001.

ESEMPIO

Superficie di 1 Ha interamente impermeabilizzata

$\Phi_0 = 0,3$; $\Phi = 0,9$; $n = 0,48$ (Pistocchi)

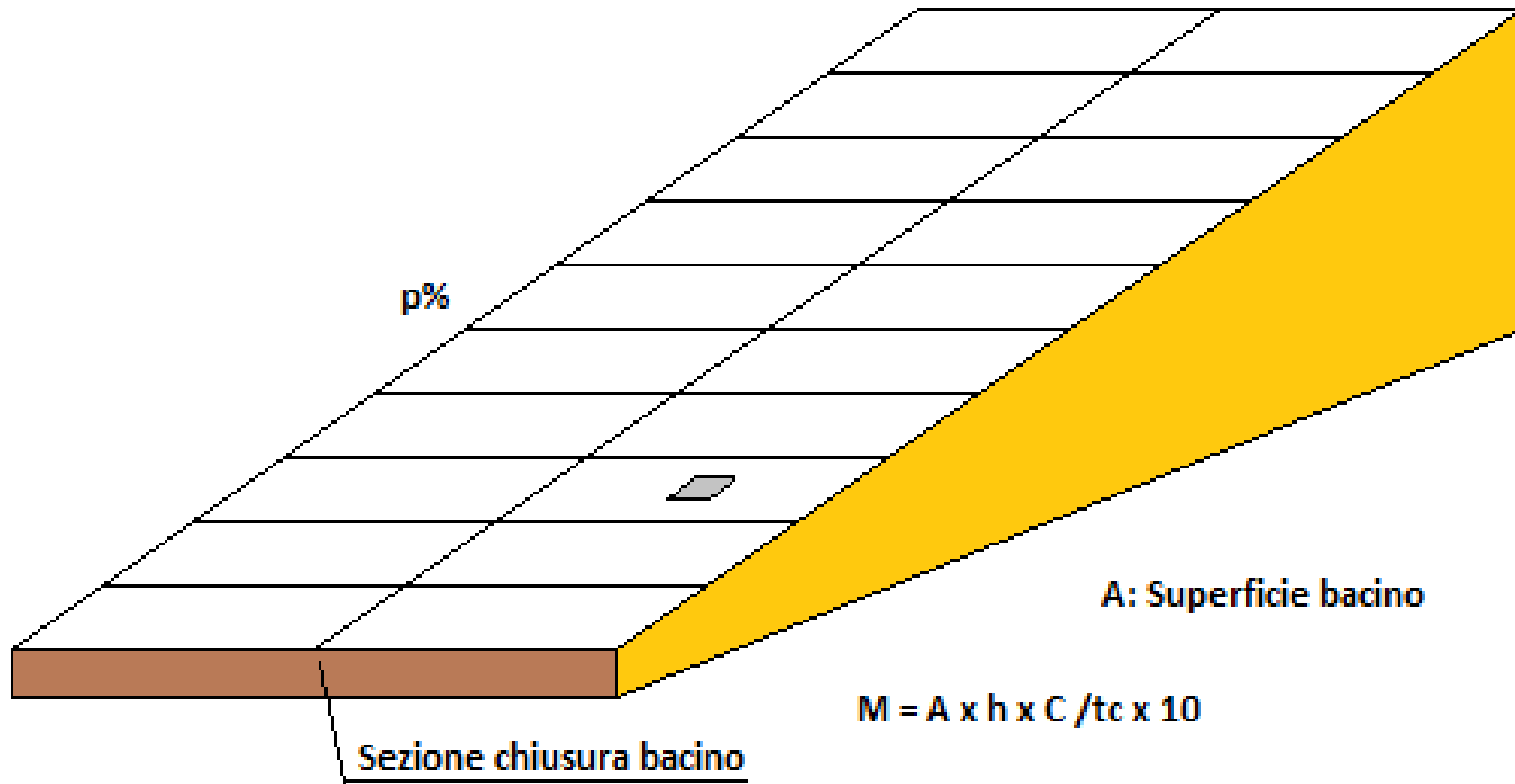
$$W = 50 \cdot 3^{1,923} - 15 = 413,5 - 15$$

Il volume di invaso richiesto è di circa 400 mc, a prescindere dall'ubicazione dell'insediamento e dalle caratteristiche di pioggia.

La formula (1) è stata utilizzata dapprima dalle Autorità di Bacino e dai Consorzi di bonifica dell'area emiliano-veneta.

Poi è stata recepita nel regolamento applicativo della legge regionale delle Marche.

Quindi è legge (almeno in qualche Regione)

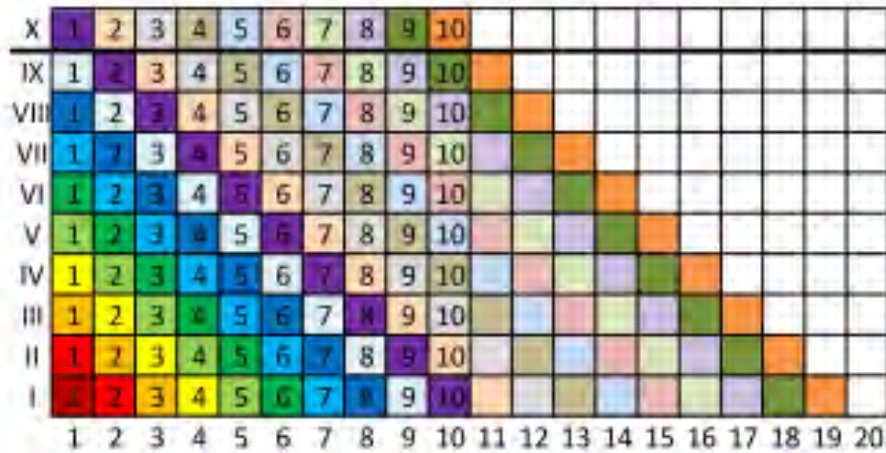


p%

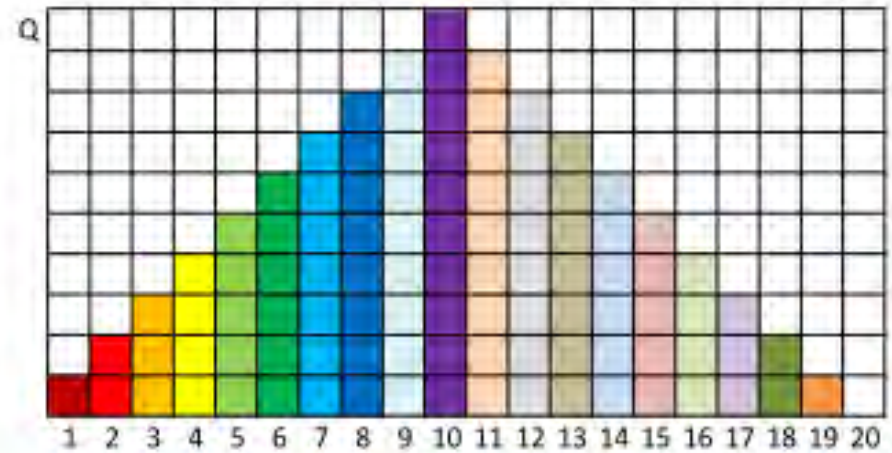
A: Superficie bacino

$$M = A \times h \times C / t_c \times 10$$

Sezione chiusura bacino



Volumi di pioggia



Idrogramma di piena

									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										

X
IX
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I

									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										

X
IX
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I

Un incremento della superficie impermeabilizzata nella fascia III pari a ΔS provoca un incremento del volume (Δv) che defluisce dalla stessa fascia in un'ora. Ciò si traduce in una deformazione del modello, con i moduli della terza fascia che mantengono la stessa base (1 ora), ma hanno un'altezza maggiore ($v+\Delta v$). Su tutta la riga si elevano di Δv le portate orarie.

ESEMPIO

Le acque incidenti sulla terza fascia cominciano a giungere alla sezione di chiusura a partire dal terzo decimo di t_c e smettono di defluirvi a $2/10 t_c$ dopo il termine della pioggia. La terza fascia contribuisce alla portata di piena con la sola quota di deflusso derivante dalla precipitazione caduta a $8/10 t_c$. Per t_c pari a 10 ore, il contributo della terza fascia alla portata di piena è solo quello della pioggia ivi caduta nell'ottava ora.

Per

$$A = 400 \text{ Km}$$

$$H = 300 \text{ mm}$$

$$t_c = 10 \text{ h}$$

$$M = 40.000.000 \times 0,03 \times 0,3/10 = 360.000 \text{ mc}$$

Ipotesi di impermeabilizzazione di 1 ettaro nella fascia 3, con coefficiente di deflusso che passa da 0,3 a 0,9:

$$\Delta V = 10.000 \times 0,03 \times 0,6 = 180 \text{ mc}$$

$$\text{Volume da invasare} = 180 \times 8 = 1.440 \text{ mc}$$

$$\text{Nella fascia 4: } V = 180 \times 7 = 1.260 \text{ mc}$$

$$\text{Nella fascia 10: } V = 180 \times 1 = 180 \text{ mc}$$

Nel concetto di invarianza c'è dunque qualche problematicità.

Tenendo conto della sola variazione dei deflussi, un ettaro richiede un invaso di 400 mc.

Considerando l'invarianza con riferimento alla (alle) sezione critica e alla culminazione dell'idrogramma di piena si ottengono invasi di dimensioni (e costo) molto diversi (da 180 a 1.800 mc).

Forse si tratta di uno di quei temi che meriterebbero un approccio unitario su scala nazionale.

Comunque un approccio prudente, in attesa che si perfezionino i modelli di interpretazione dei fenomeni idrologici responsabili del rischio di inondazione.

GRAZIE