

Nuovo Ponte dell'Uccellino



**COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME
SECCHIA IN LOCALITA' PASSO DELL'UCCELLINO
E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO
PUNTUALE SU VIA MORELLO**

ANNO 2022
Progetto Definitivo

IDR.01 IDRAULICA
RELAZIONE IDRAULICA NUOVO PONTE

Rev. 1
marzo 2022

Gruppo di lavoro

Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Lucio Fontana

Progettisti: Ing. Luca Piacentini - Ing. Eugenio Santi

Gruppo di lavoro: Geol. Giorgio Barelli - Ing. Giorgio Piacentini

Geom. Rosa Lombardi - Geom. Mauro Pizzirani

RELAZIONE IDRAULICA

INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO

Provincia di Modena

Comuni di Modena e Soliera

**INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO
DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO**

Documento

Relazione idraulica

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	6
4	SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	8
5	ANALISI IDROLOGICA.....	10
5.1	Curva di possibilità pluviometrica	10
6	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	12
6.1	Portata massima di origine meteorica	12
	Tempo di corrivazione.....	13
	Coefficienti di deflusso.....	13
6.2	Verifica caditoie impalcato.....	14
6.3	Verifica dell'interasse degli embrici	15
6.4	Verifica delle sezioni idrauliche.....	16
7	INVASI DI LAMINAZIONE	18
7.1	Calcolo del volume di laminazione.....	18

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione sono gli aspetti idraulici e quelli legati smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma relativi all' "INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO".

L' area oggetto dell'intervento si trova in Comune di Modena ai confini con il Comune di Soliera verso nord ovest e si trova a nord dell'abitato della Città di Modena.

L'intervento, come indicato nella planimetria (estratto Google Earth) riportata in Figura 1.1, ricade nel tratto arginato del FIUME SECCHIA dopo l'abitato di Modena e dopo circa 1.2 KM a NORD dell'intersezione tra il fiume ed il viadotto dell'alta velocità.

Il progetto del nuovo ponte prevede di sostituire l'attuale ponte "bailey" posto immediatamente a nord che oggi consente solo una percorrenza a senso unico alternato e le cui pile di sostegno ricadono all'interno dell'arginatura.

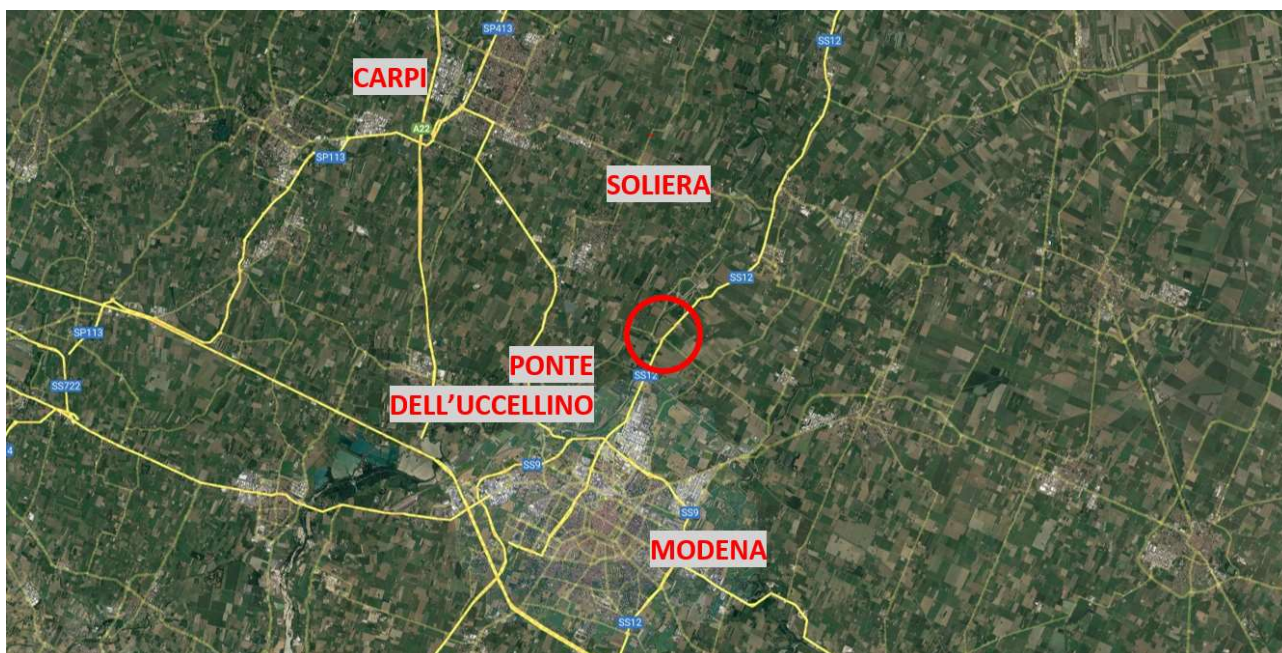


Figura 1.1 - Localizzazione intervento su immagine Google Earth (cerchio rosso)

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Vengono ora sintetizzati alcuni dei principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico e ambientale.

- **L. 183/89** “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo e dell'Autorità di Bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino.

- **L. 36/94** (Legge Galli) “Disposizioni in materia di risorse idriche”
- **DPCM 4/3/96** “*Disposizioni in materia di risorse idriche*” (direttive di attuazione della Legge Galli).
- **DPR 14/4/94**

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

- **DPR 18/7/95**

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

- **L. 267/98** (Legge Sarno)

“Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”.

La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.

- **L. 365/00** (Legge Soverato)

“Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000”.

La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile; individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152**

Tale decreto ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il DL 152/99.

L'articolo 113 così cita:

Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia

"Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, disciplinano e attuano:

le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;

i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione;

Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee."

- **D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4**

"Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"

- **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**

3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'intervento oggetto del presente Progetto Definitivo prevede la realizzazione di un nuovo ponte sul Secchia in località Passo dell'Uccellino e la demolizione dell'attuale ponte.

Il ponte esistente, infatti, oltre ad altre problematiche, presenta delle criticità idrauliche: le spalle ravvicinate e la presenza di pile in alveo diminuiscono la sezione idraulica del fiume; inoltre, la struttura ribassata rispetto alla quota arginale costituisce un elemento di ostacolo per il corso d'acqua specialmente in periodo di piena.

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica delle nuove opere, il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) all'art. 38 delle Norme di attuazione riporta " *Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo*".

Il nuovo ponte verrà realizzato ad un'unica campata prevedendo un franco di 1,50 m sulla quota degli argini esistenti. L'opera, quindi non prevede pile in alveo e le spalle del ponte rispettano la geometria dell'argine senza modificarne forma o quota.

La realizzazione del nuovo ponte, quindi, non comporta riduzioni della sezione idraulica dell'alveo e non prevede elementi di ostacolo all'interno dell'alveo stesso; l'opera, non determina riduzioni delle capacità di invaso e non modifica i fenomeni idraulici naturali.

INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO

Documento

Relazione idraulica

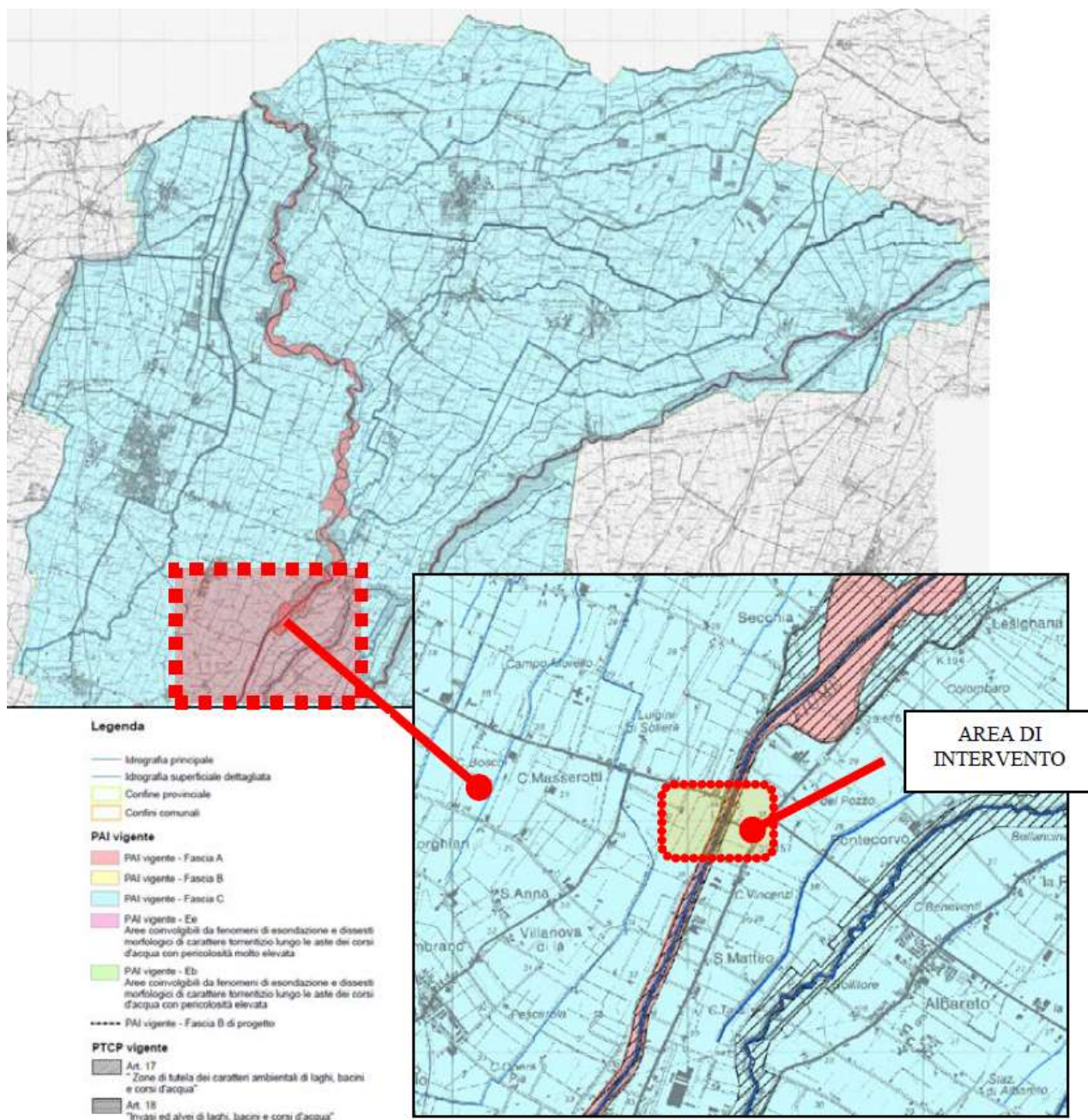


Figura 3.1 - Inquadramento area di interesse

4 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Impalcato

Lo smaltimento delle acque meteoriche dell'impalcato prevede delle caditoie dotate di griglia collegate ad una tubazione di calata che consente lo scarico delle acque piovane nel collettore in pvc sottostante fissato all'impalcato. Le tubazioni in pvc trasportano i deflussi fino ai manufatti di spalla e la oltrepassano per poi proseguire lungo la rampa e scaricarli nei fossi al piede appena possibile.

Rampa est (lato Modena)

Le acque di piattaforma vengono allontanate mediante canalizzazioni in embrici in direzione in direzione dell'elemento di raccolta.

In particolare, dalla sezione 8 circa fino alla spalla, gli embrici recapitano i deflussi all'interno di pozzetti al piede della scapata. Da qui, mediante un collettore in PVC, vengono trasportati fino al fosso F2 di progetto. I medesimi pozzetti, attraverso una apertura a bocca di lupo, raccolgono anche le acque di scarpata raccolte dalla cunetta alla francese ai piedi del rilevato.

Da inizio intervento fino alla sezione 8 circa, invece, gli embrici recapitano direttamente nel fosso F2 al piede.

Le acque di piattaforma della viabilità secondaria lato Modena defluiscono verso il fosso F1 al piede che confluisce nel fosso F2 il quale si va ad unire al fosso esistente.

Rampa Ovest (lato Soliera)

Le acque di piattaforma vengono allontanate mediante canalizzazioni in embrici in direzione dei fossi ai piedi del rilevato. Stesse modalità sono previste per la nuova rotatoria. Poiché, in questo caso, la piattaforma stradale costituisce quasi totalmente una superficie impermeabile di nuova realizzazione, è necessario prevedere, prima del recapito nel ricettore, opportuni accorgimenti per non appesantire la rete idrografica esistente a causa della maggiore portata, rispetto alla condizione originale, derivante dall'aumento di superficie pavimentata.

I fossi al piede della scarpata (FL1 e FL2) saranno quindi realizzati orizzontali, alla medesima quota di fondo e collegati mediante un tombino Ø800 in modo da realizzare un unico invaso con funzione di laminazione delle portate.

**INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO
DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO**

Documento

Relazione idraulica

L'uscita da tale invaso sarà realizzata mediante un manufatto dotato di bocca tarata allo scopo di rilasciare al recapito, il canale ad ovest della rampa, una portata controllata e garantire l'invarianza idraulica.

5 ANALISI IDROLOGICA

Le condizioni più critiche, che il sistema idraulico oggetto di studio deve essere in grado di affrontare, sono relative a:

- massima portata che la rete di drenaggio deve essere in grado di smaltire;
- massimo volume che gli invasi di laminazione devono essere in grado di immagazzinare.

Tali condizioni critiche si verificano rispettivamente quando:

- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine dei minuti (pari al tempo di corrivazione del sottosistema idraulico in esame);
- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine delle ore.

5.1 Curva di possibilità pluviometrica

Gli afflussi meteorici di riferimento possono essere rappresentati da curve di possibilità pluviometrica (CPP) del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

L'altezza di pioggia h è espressa in mm, il tempo t in ore, a in [mm/oraⁿ], n è un coefficiente adimensionale.

I parametri della curva di possibilità pluviometrica adottati, coefficiente (a) ed esponente (n), si riferiscono a quanto riportato nelle linee guida di progettazione e verifica delle reti di drenaggio indicate da Hera Modena S.r.l.

I valori dei coefficienti risultano pertanto i seguenti:

Tempo di Ritorno	d<1h		d>1h	
	a1 [mm/h]	n1	a2 [mm/h]	n2
20 anni	45.5	0.340	42.5	0.235
50 anni	53.5	0.339	49.8	0.245

Tabella 5.1 - Parametri a e n della CCP di progetto

In particolare, per il dimensionamento e la verifica degli elementi del sistema di drenaggio di piattaforma (boccacci impalcato, collettori, fossi ecc.) si è fatto riferimento alla CPP ottenuta per un

tempo di ritorno pari a 20 anni mentre gli invasi di laminazione saranno dimensionati per un tempo di ritorno di 50 anni.

Il grafico in rappresenta le due curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno adottati.

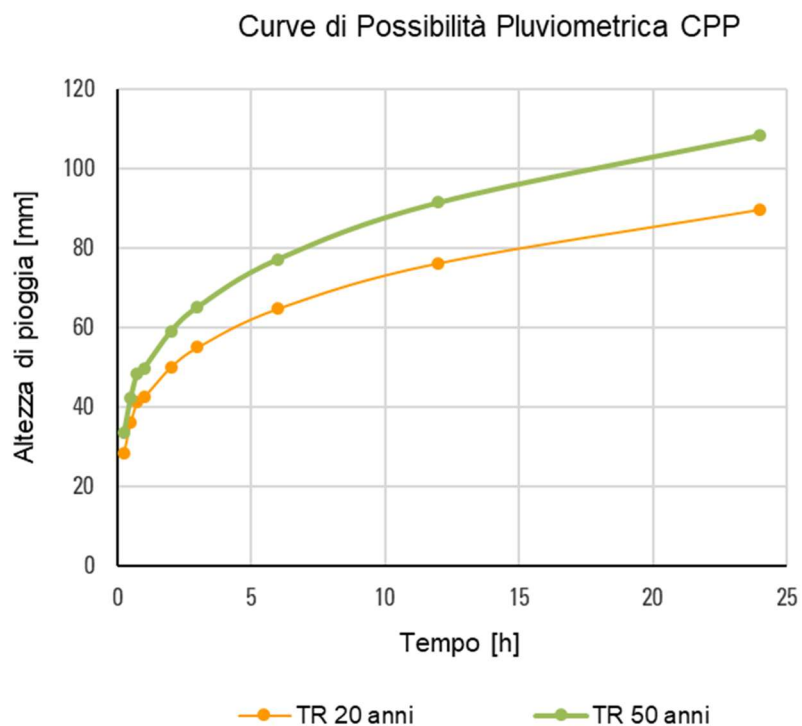


Figura 5.1 - Curve di Possibilità Pluviometrica di progetto

6 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

6.1 Portata massima di origine meteorica

La stima del valore della portata di progetto che sollecita, per assegnato tempo di ritorno, il sistema scolante e di conseguenza, il sistema di laminazione, viene effettuata mediante l'applicazione del metodo cinematico.

Il metodo cinematico o della corrivazione è basato sulle seguenti ipotesi:

- gocce d'acqua cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per giungere alla sezione di chiusura;
- il contributo di ogni singolo punto alla formazione della portata di bacino sia proporzionale all'intensità di pioggia in quel punto;
- il tempo impiegato dalle gocce per raggiungere la sezione di chiusura sia caratteristico di ciascun punto ed invariante nel tempo.

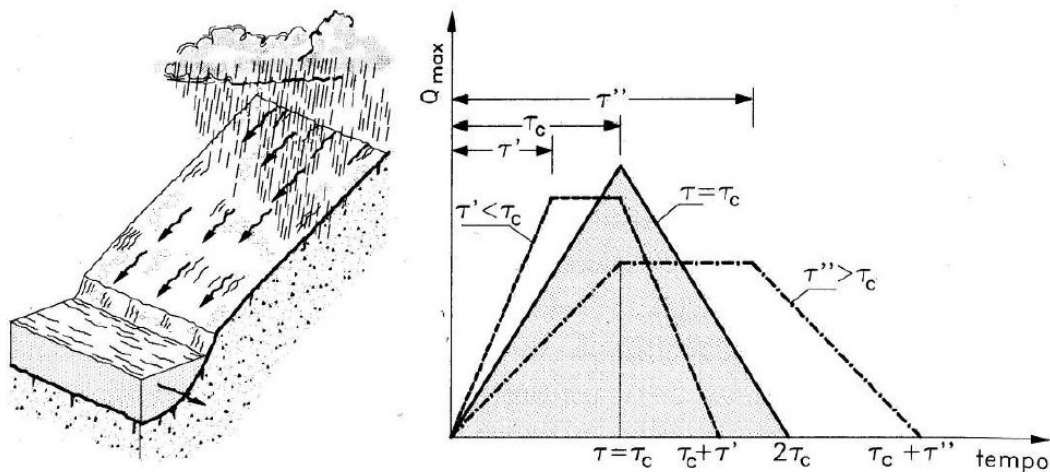


Figura 6.1 - Metodo cinematico: idrogrammi di piena

Secondo il metodo cinematico, la portata massima di origine meteorica è calcolata come:

$$Q = \varphi \cdot S \cdot i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

Dove:

- φ Coefficiente di deflusso del bacino;

- S Superficie del bacino;
- t_c Tempo di corrivazione;
- $i = at_c^{n-1}$ Intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno
- a ed n Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica

Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione caratteristico del bacino è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura.

Per le reti urbane, il tempo di corrivazione T_c è dato dalla somma di due termini:

$$T_c = T_a + T_r$$

- T_a rappresenta il tempo di accesso che la particella d'acqua impiega per raggiungere il sistema di scolo delle acque; il tempo di accesso è di incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; in genere assume valori compresi tra i 5 e i 15 minuti. Per la determinazione della portata di progetto viene scelto, in questo caso, un tempo di accesso pari a 5 minuti.
- T_r rappresenta il tempo di rete ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di chiusura ed è stimabile con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{v_{ri}}$$

dove L_i (m) è la lunghezza dell'i-esimo elemento della rete di drenaggio (tubazione, canaletta, ecc....) a monte della sezione in esame e v_{ri} (m/s) è la velocità di moto uniforme della corrente transitante nella i-esimo elemento.

Coefficienti di deflusso

La determinazione della pioggia netta avviene per depurazione della frazione lorda caduta sul terreno considerando che una parte di questa si perde per effetto di infiltrazione e detenzione superficiale.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie i-esima S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{S_i}$$

In Tabella 6.1 sono riportati i coefficienti di deflusso di progetto.

Tipologia di superficie	Coefficiente di deflusso φ
Superfici impermeabili (Es. Aree pavimentate)	0.9
Scarpate erbose	0.6
Superfici permeabili (Es. Aree verdi)	0.3

Tabella 6.1 - Coefficienti di deflusso di progetto

6.2 Verifica caditoie impalcato

Lo smaltimento delle acque meteoriche dell'impalcato prevede delle caditoie dotate di griglia collegate ad una tubazione di calata che consente lo scarico delle acque piovane nel collettore in pvc sottostante fissato all'impalcato.

Il posizionamento dei tali elementi dovrà essere tale da garantire la limitazione della lama d'acqua defluente ai margini stradali e l'efficiente evacuazione delle stesse.

La cunetta laterale di scolo è ricavata direttamente sulla banchina stradale.

Fissato l'interasse di progetto, la prima verifica consiste nell'uguagliare la portata smaltibile dall'ipotetica cunetta con la portata meteorica ottenuta con il metodo cinematico. In questo modo si è in grado di determinare l'accumulo trasversale di acqua e valutarne la compatibilità con la larghezza della banchina.

La portata smaltibile dall'ipotetica cunetta tra tali elementi è calcolata con la formula di Chézy, adottando i coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler secondo la seguente relazione:

$$Q_c = A \cdot k \cdot \sqrt[3]{R^2 \cdot \sqrt{i}}$$

In cui:

- k Coefficiente di scabrezza pari a 70 [$m^{1/3}s^{-1}$]
- A Area della sezione d'acqua nella ipotetica cunetta ricavata sulla banchina
- R Raggio idraulico
- i Pendenza longitudinale

Caditoie Impalcato			
<i>Dati progetto</i>			
Interasse caditoie	d	15.00	m
Larghezza banchina	b	0.50	m
Pendenza longitudinale media	i_l	0.025	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.025	m/m
<i>Portata meteorica di progetto</i>			
Area pavimentata	A_{tot}	71	mq
Coeff. di deflusso	ϕ_{medio}	0.9	-
Parametri CCP	a	45.600	mm/h ⁿ
	n	0.340	-
T Accesso = T corrivazione	$t_a = t_c$	300	s
Intensità di pioggia	i	235.08	mm/h
Portata meteorica progetto	Q_p	4.14	l/s
<i>Verifica interasse</i>			
Larghezza trasversale accumulo	L_{acc}	0.81	m

Tabella 6.2 - Verifica interasse caditoie impalcato

La larghezza trasversale di accumulo ottenuta risulta di poco superiore alla larghezza della banchina. La quantità accedente risulta essere comunque accettabile e l'interasse verificato.

6.3 Verifica dell'interasse degli embrici

Sulle scarpate delle rampe stradali sono previste delle canalizzazioni di scarico costituite da embrici in grado di allontanare le portate meteoriche in direzione dell'elemento di raccolta costituito generalmente dal fosso ai piedi del rilevato.

Il posizionamento degli embrici dovrà essere tale da garantire la limitazione della lama d'acqua defluente ai margini stradali e l'efficiente evacuazione delle stesse.

La cunetta laterale di scolo è ricavata direttamente sulla banchina stradale.

La prima verifica consiste, quindi, nel calcolare la portata scolante smaltibile dall'ipotetica cunetta creatasi tra due embrici adiacenti e confrontarla con la portata meteorica generata sulla corrispondente superficie ottenuta con il metodo cinematico.

La portata smaltibile dall'ipotetica cunetta tra gli embrici è calcolata con la formula di Chézy, in modo del tutto analogo a quanto visto al paragrafo precedente.

**INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO
DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO**

Documento

Relazione idraulica

In secondo luogo, viene verificato che la portata smaltibile dall'embrice sia superiore alla portata di origine meteorica di progetto.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato, con una approssimazione sufficiente al caso, a quello di una soglia sfiorante a stramazzo. In questo caso la portata di sfioro è data da:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh}$$

con "C_q" coefficiente di contrazione pari a 0.385, "L" larghezza dell'embrice ed "h" altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice.

L'interasse massimo degli embrici è stato fissato pari a 15 m.

Si riporta, nella seguente Tabella 6.3, la verifica dell'interasse degli embrici per quelle che sono le condizioni più gravose.

Embrici							
Dati progetto				Verifica ipotetica cunetta			
Interasse embrici	d	15.000	m	Coeff. di scabrezza	k _s	60	m ^{1/3} /s
Sezione stradale	B	11.20	m	Area Bagnata	A _b	0.018	mq
Pendenza longitudinale	i _l	0.070	m/m	Raggio Idraulico	R	0.023	m
Pendenza trasversale	i _t	0.070	m/m	Q ipotetica cunetta	Q _c	23.13	l/s
Area pavimentata	A _{imp}	168.0	mq	Q _c > Q _p	Verifica Soddisfatta		
Coeff. di deflusso	ϕ _{imp}	0.900	-	Verifica embrice			
Parametri CCP	a	45.600	mm/h ⁿ	Coefficiente di efflusso	m	0.385	-
	n	0.340	-	Larghezza embrice	b	0.600	m
T Accesso = T corrvazione	t _a = t _c	300	s	Altezza velo idrico imbocco	h	0.050	m
Intensità di pioggia	i	235.085	mm/h	Portata defluente embrice	Q _e	11.44	l/s
Portata meteorica progetto	Q _o	9.87	l/s	Q _e > Q _o	Verificata Soddisfatta		

Tabella 6.3 - Verifica interasse embrici

6.4 Verifica delle sezioni idrauliche

Di ogni elemento del sistema di drenaggio, fosso, collettore ecc., viene verificata la sezione più gravosa in base alle portate massime che devono smaltire.

Le portate che possono essere smaltite da ciascuno di questi elementi vengono calcolate con la formula di Chézy, adottando i coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler secondo la seguente relazione:

**INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO
DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO**

Documento

Relazione idraulica

$$Q_c = A \cdot k \cdot \sqrt[3]{R^2 \cdot \sqrt{i}}$$

In cui:

- *K* Coefficiente di scabrezza [$m^{1/3}s^{-1}$] pari a:
85 per collettore in PVC
70 canalette o tubi in calcestruzzo
40 fossi in erba
- *A* Area della sezione d'acqua
- *R* Raggio idraulico
- *i* Pendenza longitudinale

Fissata la geometria della sezione, il coefficiente di scabrezza e la pendenza longitudinale, è possibile determinare, uguagliando la portata calcolata con la formula precedente a quella meteorica di progetto, il grado di riempimento e la velocità di transito.

Per la verifica dei collettori si assume un grado di riempimento massimo del 70% e una velocità compresa tra 0,5 e 5 m/s.

Per tutti gli altri elementi si assume un riempimento massimo dell'80%.

Seguono i tabulati di verifica degli elementi di drenaggio.

Collettori												
Elemento	Dimensioni	L (m)	<i>i_l</i> (%)	<i>A_{imp}</i> (m ²)	<i>A_{scarp}</i> (m ²)	<i>A_{verde}</i> (m ²)	<i>A_{tot}</i> (m ²)	<i>φ_{medio}</i>	<i>k_s</i> (m ^{1/3} /s)	<i>Q_{cin}</i> (m ³ /s)	Riemp. (%)	<i>v</i> (m/s)
Coll. Impalcato lato Est*	DN 250	30.00	2.0	119	0	0	119	0.90	85	0.0066	19.0	1.1
Coll. Attrav. impalcato	DN 250	6.50	0.4	189	0	0	189	0.90	85	0.0103	36.5	0.7
Coll. Rampa Est	DN 315	48.00	min.0.5	537	0	0	537	0.90	85	0.0267	41.5	1.0
Coll. Impalcato lato Ovest*	DN 250	30.00	2.0	119	0	0	119	0.90	85	0.0066	19.0	1.1
Coll. Attrav. impalcato	DN 250	6.50	0.4	189	0	0	189	0.90	85	0.0103	36.5	0.7
Coll. Rampa Ovest	DN 315	40.00	min.0.5	518	0	0	518	0.90	85	0.0261	41.0	1.0
* valido per entrambi i lati												
Fossi e Tombini												
Elemento	Dimensioni	L (m)	<i>i_l</i> (%)	<i>A_{imp}</i> (m ²)	<i>A_{scarp}</i> (m ²)	<i>A_{verde}</i> (m ²)	<i>A_{tot}</i> (m ²)	<i>φ_{medio}</i>	<i>k_s</i> (m ^{1/3} /s)	<i>Q_{cin}</i> (m ³ /s)	Riemp. (%)	<i>v</i> (m/s)
Fosso F1	75-50-75	80.00	0.1	414	295	0	709	0.78	40	0.0231	17.5	0.3
Tombino	Ø800	12.00	0.2	414	295	0	709	0.78	70	0.0226	13.5	0.5
Fosso F2	75-50-75	149.00	0.1	3525	3204	336	7065	0.74	40	0.1615	52.5	0.5

Tabella 6.4 - Verifica elementi sistema di drenaggio

7 INVASI DI LAMINAZIONE

In generale l'urbanizzazione comporta un aumento del livello di impermeabilizzazione del territorio provocando quindi un aumento del deflusso superficiale. È quindi necessario progettare interventi di mitigazione idraulica in modo tale che ai ricettori arrivi una portata di deflusso compatibile con la loro capacità idraulica.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica è quindi necessario prevedere dei volumi di laminazione in grado di immagazzinare le acque meteoriche in arrivo e di rilasciare al recapito una portata controllata, riducendo e posticipando il picco di piena.

Per il tratto iniziale dell'intervento, per quanto riguarda quindi la rete RPS-FG che recapita nella fognatura esistente in prossimità della rotatoria via Divisione Aqui, l'invarianza idraulica viene ottenuta sovradimensionando i collettori. Adottando delle condotte di diametro maggiore rispetto a quello necessario per smaltire la portata di progetto, è possibile realizzare l'invaso direttamente nella rete.

Per tutto il resto dell'intervento è prevista la realizzazione di un bacino di laminazione a ovest della rotatoria Santa Caterina. La rete di drenaggio del sottovia, SV-FG, e quella della restante parte della rampa nord e della rotatoria di progetto, RPN-FG, recapitano quindi i deflussi in tale invaso che rilascerà al recapito una portata controllata.

La realizzazione di tale bacino rientra nelle opere comprese nel progetto del PDC delle opere di urbanizzazione del piano particolareggiato e non nel presente progetto definitivo.

7.1 Calcolo del volume di laminazione

Nel dimensionamento dei sistemi di laminazione, i fattori oggetto del dimensionamento sono:

- la geometria del sistema;
- le caratteristiche dei dispositivi di scarico;
- il volume massimo utile V_i del sistema di invaso.

Usualmente i primi due fattori vengono definiti nella fase preliminare del dimensionamento, salvo poi prevedere loro perfezionamenti successivi, così che esso si riduce principalmente all'individuazione del volume che è necessario per ridurre la portata massima in uscita al valore desiderato Q_u , inferiore alla portata al colmo della piena entrante Q_e .

La determinazione del volume da destinare alla laminazione viene eseguita attraverso il metodo delle sole piogge.

Tale metodo di dimensionamento, cautelativo rispetto ad altri, fornisce una valutazione del volume di invaso della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dalla vasca senza fare alcuna considerazione sulla forma dell'idrogramma.

Con questa ipotesi il volume dell'invaso V_i , ad un certo tempo θ , è dato quindi dalla differenza tra volume entrante V_e e volume uscente V_u :

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente V_u al tempo θ :

$$V_u = Q_u \cdot \theta$$

Dove Q_u rappresenta la portata uscente ossia la portata limite allo scarico. Per il progetto in esame si farà riferimento ad un coefficiente udometrico pari a 10 l/(s·ha).

Il volume di invaso V_i sarà pertanto pari a:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

V_i assumerà, quindi, il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata θ_p critica per la vasca. Tale durata critica, che si ottiene ponendo nulla la derivata della equazione precedente, è pari a:

$$\theta_p = \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Lo scarico degli invasi di laminazione prevede una bocca tarata per il controllo della portata in arrivo al ricettore.

**INTERVENTO DI COSTRUZIONE DI UN NUOVO PONTE SUL FIUME SECCHIA IN LOCALITÀ PASSO
DELL'UCCELLINO E OPERE STRADALI DI MIGLIORAMENTO PUNTUALE SU VIA MORELLO**

Documento

Relazione idraulica

Adottando una luce di efflusso circolare, Il diametro della bocca tarata è calcolato come:

$$d = \sqrt{\frac{Q_u \cdot 4}{\mu \cdot \pi \cdot \sqrt{2gh}}}$$

Dove:

- Q_u Portata uscente
- μ Coefficiente di efflusso posto pari a 0.65
- g Accelerazione di gravità (9.81 m/s²)
- h Tirante idrico

Fossi di Laminazione			
Area Piatt. Stradale	A_{imp}	2993	mq
Aree Scarpate erbose	A_{scarp}	3256	mq
Aree Verdi	A_{verde}	141	mq
Area totale	A_{tot}	6390	mq
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.73	-
Parametri curva CCP	a	49.800	mm/h ⁿ
	n	0.245	-
Portata limite	q_{lim}	10.0	l/(s ha)
Portata uscente	Q_u	6.4	l/s
Tempo di pioggia	θ_p	3.3	h
Portata entrante	Q_e	26.1	l/s
Volume da invasare MSP	V_{iMSP}	237	mc
Volume minimo invaso E/R	$V_{iE/R}$	150	mc
Volume da invasare	V_i	237	mc
Volume di progetto	V_p	453	mc
V progetto > V invaso	$V_p > V_i$	Verificato	
Tirante	h_w	0.48	m
T Svuotamento	t_s	10.3	h
Diametro	d	67	mm

Tabella 7.1 - Dimensionamento fossi di laminazione