



centropadane

l'esperienza si fa strada

autostrade centropadane spa

NUOVO CASELLO DI CASTELVETRO, RACCORDO
AUTOSTRADALE CON LA S.S. 10 "PADANA INFERIORE" E
COMPLETAMENTO DELLA BRETTELLA AUTOSTRADALE
TRA LA S.S. 10 "PADANA INFERIORE" E LA S.S. 234

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
Relazione idrologica

DOCUMENTO N° e.1		CODIFICA DOCUMENTO: r0e01_01 .doc	SCALA :
Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Centropadane S.p.A.			
		IL RESPONSABILE DELLA COMMESSA :	DOTT.ING. R. SALVADORI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESTENSORE
0	feb 2005	EMISSIONE	Ostan
1	dic 2005	ALTERNATIVA CASELLO DI CASTELVETRO	Ostan

IL DIRETTORE TECNICO
DOTT.ING. R. SALVADORI

IL PRESIDENTE
RAG. AUGUSTO GALLI

I PROGETTISTI: DOTT.ING. R. SALVADORI

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CREMONA
Dott. Ing. ROBERTO SALVADORI
N. 756 di iscrizione all' Albo

INTRODUZIONE

La Società Autostrade Centropadane ha inteso realizzare uno studio che verifichi in dettaglio le interferenze idrauliche minori del nuovo raccordo autostradale tra il nuovo casello di Castelvetro, la s.s.10 "Padana Inferiore", il nuovo ponte sul fiume Po e la s.s.234, con l'individuazione delle criticità e il suggerimento delle possibili soluzioni per la definizione del nuovo assetto con cui configurare la rete idrografica in prossimità del tracciato del raccordo autostradale stesso.

Lo studio è finalizzato all'esame dell'interazione tra il raccordo autostradale ed il reticolo idrografico superficiale al fine di:

- provvedere alla costituzione del quadro conoscitivo di base inerente la rete idrografica minore al fine di disporre delle informazioni necessarie propedeutiche alla fase progettuale;
- individuare eventuali situazioni di criticità idraulica;
- indicare eventuali possibili soluzioni delle criticità individuate;
- individuazione dei corpi idrici superficiali potenziali recettori degli apporti meteorici di piattaforma, dal punto di vista quantitativo e qualitativo;
- acquisire gli elementi necessari per il dimensionamento idraulico e la verifica degli attraversamenti idraulici del tracciato autostradale.

All'interno del presente rapporto, che si configura come Relazione idrologica dello studio, vengono passati in rassegna i seguenti ambiti:

- inquadramento per quanto riguarda i temi relativi al rischio idraulico; indicazioni fornite all'interno del PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO;
- inquadramento pluviometrico: proposta dei coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per quanto riguarda le piogge orarie (PAI); i dati relativi (serie storiche) sono riportati in Appendice;
- inquadramento pluviometrico: proposta dei coefficienti della curva di possibilità pluviometrica per quanto riguarda gli scrosci (piogge della durata di minuti).

Un preciso inquadramento idrografico viene fornito all'interno della Relazione Idraulica (elaborato e.2).

1. IDROGRAFIA - RISCHIO IDRAULICO. INDICAZIONI CONTENUTE NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

L'opera in esame ricade nell'ambito idrografico interessato dalla perimetrazione delle fasce di esondazione del fiume Po. All'interno del PAI, in relazione alla rete idrografica secondaria, all'interno dell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici, Allegato 4.1, Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato", vengono proposte perimetrazioni di aree indirettamente correlate al tracciato autostradale in esame. I tematismi citati vengono riportati sulla corografia di inquadramento idrografico (elaborato e.3).

1.1 PAI - Fasce di esondazione relative al fiume Po

1.1.1 Fascia A (fascia di deflusso della piena)

La fascia A è per definizione sede del deflusso dell'80% della portata in transito in relazione alla piena di progetto (tempo di ritorno pari a 200 anni).

In destra idraulica la fascia A è delimitata dal rilevato arginale di separazione tra golena principale e golena secondaria, a protezione di alcuni insediamenti (come Cascina Isola Guerci). In sinistra idraulica si attesta sul corso della Roggia Riglio.

Il tracciato autostradale attraversa l'intera fascia A in viadotto.

1.1.2 Fascia B (fascia di esondazione della piena di progetto)

La fascia B corrisponde all'area allagabile per effetto del transito della piena di progetto (tempo di ritorno pari a 200 anni).

La fascia B risulta delimitata, in destra e in sinistra idraulica, dagli argini maestri.

Il tracciato autostradale attraversa l'intera fascia B in viadotto

1.1.3 Fascia C (area di inondazione per piena catastrofica)

La fascia C corrisponde all'area allagabile per effetto del transito della piena catastrofica (tempo di ritorno pari a 500 anni).

In destra idraulica il limite della fascia C, in raccordo con il limite della fascia C del torrente Nure e del torrente Arda, si attesta a circa 10 km dall'argine maestro, in comune di Monticelli D'O. In sinistra idraulica la fascia C si attesta in posizione mediana tra il Canale Navigabile e la periferia del centro abitato di Cava Tigozzi.

In destra idraulica il tracciato autostradale si sviluppa per tutta la sua lunghezza entro l'area compresa tra il limite della fascia B e il limite della fascia C con struttura in rilevato. In sinistra idraulica si sviluppa entro l'area compresa tra il limite della fascia B e il limite della fascia C con struttura dapprima in rilevato, poi in trincea, infine in galleria.

1.2 PAI - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici. Allegato 4.1. Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato

Estese aree latitanti il corso della Roggia Riglio e della Roggia Morbasco sono classificate "a rischio idrogeologico molto elevato"; la caratterizzazione di tale rischio, dettagliata all'interno dell'elaborato e.2, risiede in sintesi nella ridotta potenzialità degli impianti idrovori localizzati alla confluenza con il fiume Po per entrambi i corsi d'acqua.

Il tracciato autostradale non attraversa le citate aree a rischio idrogeologico molto elevato. E' necessario tenere presente però tali perimetrazioni in relazione alla scelta dei recapiti finali dei volumi idrici di dilavamento della piattaforma stradale.

2. PRECIPITAZIONI ORARIE. INDICAZIONI CONTENUTE NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

All'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter - adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001, alle Norme di attuazione - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica viene riportato l'Allegato 2 - Linee segnalatrici di probabilità

pluviometrica puntuali - Serie storiche delle precipitazioni intense utilizzate. I dati descrittivi della stazione di Cremona, rappresentativa per descrivere il regime pluviometrico relativo alle piogge orarie del comprensorio oggetto dell'intervento, sono riportati in Tabella 2.I. In Tabella 2.II si riportano i relativi coefficienti a ed n delle curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 20, 50, 100 e 200 anni. In Appendice si riporta la serie completa dei dati di precipitazione.

Tabella 2.I - PAI. Stazione pluviometrica di Cremona. Dati caratteristici.

Codice	Denominazione	Bacino	Inizio misure	Fine misure	n° osservazioni	UTM Est	UTM Nord
867	Cremona	Oglio - Adda	1951	1986	34	580184	4998546

Tabella 2.II - PAI. Stazione pluviometrica di Cremona. Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica per le precipitazioni orarie.

Codice	Denominazione	Tr = 20 anni		Tr = 50 anni		Tr = 100 anni		Tr = 500 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n
867	Cremona	52.31	0.235	68.63	0.225	75.59	0.222	84.78	0.218

3. PRECIPITAZIONI INTENSE. CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI INTERESSE PROGETTUALE

Con riferimento allo studio "Il dimensionamento e la verifica dei condotti fognari nell'area Cremonese - Proposta di una curva di possibilità climatica" redatto dall'Ing. Andrea Guereschi per conto del Comune di Cremona - Settore Igiene Ambientale, si propongono, con lo scopo di fornire un inquadramento pluviometrico dell'area, due curve di possibilità pluviometrica che caratterizzano, per quanto riguarda il comprensorio oggetto dell'intervento, il regime delle precipitazioni intense. Aggiornamento di tale inquadramento viene in ogni caso fornito all'interno dell'elaborato e.9.1 "Relazione tecnica relativa al sistema di drenaggio, trattamento e smaltimento delle acque meteoriche defluenti dalla piattaforma autostradale" nella quale si effettua apposita regolarizzazione dei dati pluviometrici per gli obiettivi

progettuali connessi.

L'analisi della pubblicazione citata si basa sulla elaborazione statistica dei dati di precipitazione della durata di minuti registrati al pluviografo di Cremona e pubblicati sugli Annali Idrologici parte I dell'Ufficio Idrografico del Magistrato per il Po. La serie dei dati raccolti è relativa a 19 anni di osservazioni, dal 1951 al 1969, come riportato in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Annali idrologici parte I. Precipitazioni di minuti al pluviografo di Cremona.

P R E C I P I T A Z I O N I

DI MASSIMA INTENSITA' O DI NOTEVOLE INTENSITA' E BREVE DURATA

ANNO	MM	GIORNO	MESE	G/MESE	DURATA ORE MINUTI	QUANT. DI PRE- CIPITAZ MM
1969	11.0	15	AGO	30 15	LUG 0.10' AGO 0.10'	6.0 10.0
1968	19.4	3	NOV	6 3	LUG 0.15' NOV 0.20'	17.0 14.0
1967	37.4	19	GIU	19 13	GIU 0.30' AGO 0.10'	38.0 17.2
1966	28.0	20	APR	20 17 30 12	APR 0.10' AGO 0.10' SETT 0.15' OTT 0.15'	11.6 13.0 19.0 14.0
1965	19.4	4	LUG	4	LUG 0.20'	17.4
1964	41.8	15	AGO	20 25 15	APR 0.40' GIU 0.50 AGO 1.05	22.0 36.2 43.6
1963	64	12	LUG	12 9	LUG 1.15' AGO 0.45'	80.0 28.0
1962	13	15	APR	13 16	MAG 0.10' GIU 0.30'	10.0 12.2
1961	35.0	15	APR	15	APR 0.50	31.0
1960	36.0	16	SET	27 16	LUG 0.40' SET 0.50'	31.4 35.0
1959	37.4	22	AGO	29 24 14 23 18	MAG 0.25' GIU 0.20 LUG 0.35 AGO 0.35 SET 0.20	15.4 14.4 15.8 36.8 16.8
1958	37.0	7	AGO	4 12	APR 0.35' OTT 0.40'	7.8 7.6
1957	35.6	15	LUG	15	LUG 0.25'	34.8

1955	27.8	2	LUG	28 2 2 2 26	GIU 0.40' LUG 0.35 LUG 0.25 AGO 0.15 SET 0.15	22.0 19.0 24.0 18.0 13.0
1955	22.2	8	AGO	28 8	LUG 0.45 AGO 0.15	16.0 21.0
1954	18.6	15	GIU	23	GIU 0.50'	15.0
1953	22.2	3	AGO	3 27 30	AGO 0.55' SET 0.20 SET 0.45	21.0 15.0 20.0
1952	13.6	12	GIU	12 12	GIU 0.30' SET 0.40'	11.0 11.0
1951	20.0	23	OTT	17	SET 0.30'	17.0

I dati raccolti sono stati ordinati secondo i casi critici (come indicato in Tabella 3.II) e sono stati così ricavati i primi due casi critici con i quali elaborare le curve di possibilità pluviometrica di primo e di secondo ordine (Tabella 3.III).

Tabella 3.II - Suddivisione dei dati raccolti secondo casi critici.

Durata n/possib.	Durata									
	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	1h
1°	17.2	21.4	17.4	34.8	30.00	36.8	31.4	28.0	35.2	64.0
2°	13.0	19.0	16.8	24.4	17.20	15.8	22	20.2	35.0	41.8
3°	11.6	18.0	14.4	19.8	12.2	7.8	22	16.6	31.0	seguo no
4°	10.0	17.0	14.0	15.4	11.8		11.8		15.0	tutti
5°	10.0	14.0	13.0				7.6			gli altri
6°	6.0	13.0								17 dati

Tabella 3.III - Individuazione dei primi due casi critici per la proposta della curva di possibilità climatica del primo ordine e del secondo ordine.

DURATA	1°ORDINE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	2°ORDINE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA
10'	17.2 (AGOSTO 1967)	13.0 (AGOSTO 1966)
15'	21.4 (AGOSTO 1955)	19.0 (SETTEMBRE 1966)
20'	17.4 (LUGLIO 1965)	16.8 (SETTEMBRE 1959)
25'	34.8 (LUGLIO 1957)	24.4 (LUGLIO 1956)
30'	30.0 (GIUGNO 1957)	17.2 (SETTEMBRE 1951)
40'	31.4 (LUGLIO 1960)	22.0 (GIUGNO 1956) - (APRILE 1964)
50'	35.2 (GIUGNO 1964)	35.0 (SETTEMBRE 1960)
1 h	64.0 (LUGLIO 1963)	41.8 (AGOSTO 1964)

I dati descritti sono stati trasferiti su piano logaritmico e sono stati così ricavati i coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica.

In relazione al primo caso critico, che definisce la curva di possibilità pluviometrica del primo ordine, si è ottenuta la seguente espressione:

$$h = 64 * t^{0.68} \quad (\text{Eq. 3.1})$$

In relazione al secondo caso critico, che definisce la curva di possibilità pluviometrica del secondo ordine, si è ottenuta la seguente espressione:

$$h = 42 * t^{0.56} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

BIBLIOGRAFIA

Autorità di bacino del fiume Po. 26 Aprile 2001. *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Norme di attuazione. Direttive di Piano.*

Autorità di bacino del fiume Po. 26 Aprile 2001. *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Norme di attuazione. Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica. Tabelle.*

Autorità di bacino del fiume Po. 26 Aprile 2001. *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Norme di attuazione. Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica. Allegato 2.*

Guereschi A., *Il dimensionamento e la verifica dei condotti fognari nell'area Cremonese - Proposta di una curva di possibilità climatica.* Comune di Cremona - Settore Igiene Ambientale.

Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma. *Annali Idrologici* - 1985 - Parte Prima.

APPENDICE A

**Dati pluviometrici - Precipitazioni orarie - Piano Stralcio per l'Assetto
Idrogeologico (PAI). Norme di attuazione. Tabella relativa alla stazione di
Cremona**

anno	1h	3h	6h	12h	24h
1951	20	38	45.6	65	98
1953	22.2	34	38	49	83.6
1954	15.8	21.6	23.4	26.8	32.6
1955	22.2	26.8	26.8	37.2	46.2
1956	27.8	40	51.4	62.8	67
1957	35.6	35.8	40	50.6	73.8
1958	37	58.2	58.2	58.4	58.4
1959	37.4	45.8	53.6	89	89.4
1960	36	50.6	65	89.8	91.6
1961	35	39	40.6	41	51.8
1962	13	20	24	39	45.4
1963	64	80	80	80	80.2
1964	41.8	46.8	52.4	63.6	69.2
1965	19.4	29	34	40.2	55.4
1966	28	41.2	42.8	46.4	81.8
1967	37.4	39.6	44.4	67.4	73
1968	19.4	28	44.6	47	50.8
1969	11	22.2	29.4	33.2	51.6
1970	35.6	38.2	38.6	48	64.2
1971	11.4	16.4	25	41.8	48.4
1972	22.4	24.4	31.4	42.4	54.2
1973	35.2	39	40.2	44.4	44.8
1974	24.6	24.6	36.8	59	81.6
1975	27	36.8	36.8	36.8	58.4
1976	37	42	59.2	60	75.8
1977	41.2	63.4	66.2	66.6	69
1978	50.2	55.2	58.2	61.6	69.2
1979	37	85.6	141	182.4	199
1980	16	24.2	27.8	47.6	59.6

anno	1h	3h	6h	12h	24h
1981	33.8	35.8	39.6	39.6	49.4
1983	12	12	16.4	24.4	44.4
1984	13	21.2	31.4	44	81
1985	19.3	20.4	29.6	44.6	54.4
1986	20.2	21.8	26.8	26.8	27