




CASSA DI ESPANSIONE SUL T.BAGANZA

PROGETTO PRELIMINARE

00	03/2015	Prima emissione	NP	MB	DC
INDICE	DATA	MODIFICHE	REDATTO	CONTR.	APPROV.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

I PROGETTISTI: Dott. Ing. Denis Cerlini Dott. Ing. Marco Belicchi Dott. Ing. Nicola Pessarelli Dott. Ing. Michele Ferrari ASPETTI IDROLOGICI, IDRAULICI, IDROGEOLOGICI, GEOTECNICI E SISMICI:  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA <small>DICATeA - Dipartimento di Ingegneria Civile, dell'Ambiente, del Territorio e Architettura Parco Area delle Scienze 181/a, 43124 Parma - tel. +39.0521.905926-34</small>	HANNO COLLABORATO: Dott. Ing. Cecilia Benassi Dott. Ing. Elena Bocciarelli Dott. Ing. Daniele Mori Dott. Federica Filippi Dott. Annamaria Belardi Dott. Ing. Massimo Valente VISTO IL R.U.P.: Dott. Ing. Mirella Vergnani  <small>Agenzia Interregionale per il fiume Po Via Garibaldi 75 - 43121 Parma - tel. +39.0521.7971</small>	ELABORATO: <h2 style="margin: 0;">BAG 1.01</h2>
 <small>Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923 Via Cavallotti, 16 - 43121 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022</small>		<h2 style="margin: 0;">MARZO 2015</h2>

INDICE

1. PREMESSA	2
2. SCELTA DELLE ALTERNATIVE	4
2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
2.2 ANALISI DELLE CRITICITÀ	9
2.3 A SCALA DI ASTA FLUVIALE PARMA - BAGANZA	14
2.4 DIMENSIONAMENTO DELLA CASSA DI ESPANSIONE	30
2.5 CARATTERISTICHE DELLA CASSA.....	34
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELLA SOLUZIONE PRESCELTA	36
3.1 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROPOSTA.....	36
3.2 FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO	43
3.2.1 <i>Esiti delle indagini geologiche e geotecniche</i>	43
3.2.2 <i>Esiti delle indagini idrologiche ed idrauliche</i>	44
3.2.3 <i>Esiti delle indagini archeologiche e di vincolo</i>	44
3.3 ACCESSIBILITÀ ED INTERFERENZE	46
3.4 ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITÀ DELLE AREE	47
3.5 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO	48
3.5.1 <i>Rilievi Topografici</i>	48
3.5.2 <i>Approfondimento delle indagini Geognostiche</i>	48
3.5.3 <i>Studi di approfondimento propedeutici al progetto definitivo ed al S.I.A.</i> ...	49
3.5.4 <i>Affinamenti progettuali</i>	49
3.6 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE.....	50
4. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	51
4.1 ARTICOLAZIONE DELL'INTERVENTO IN STRALCI FUNZIONALI E FRUIBILI.....	51
4.2 CALCOLI ESTIMATIVI GIUSTIFICATIVI DELLA SPESA, QUADRO ECONOMICO E FONTI DEL FINANZIAMENTO.....	51
5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	53

1. **PREMESSA**

L'AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, ha stipulato con la società Majone & Partners S.r.l. l'incarico per l' "Aggiornamento del progetto preliminare della cassa di laminazione sul torrente Baganza nei comuni di Collecchio, Parma e Sala Baganza".

Il presente progetto preliminare viene predisposto in conformità con gli artt.17÷23 del D.P.R. 207/2010, vigente regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 163/2006 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture).

Nello specifico, sono stati acquisiti i risultati delle analisi idrologiche ed idrauliche, nonché di natura geologica, idrogeologica e geotecnica, effettuate nei sopracitati studi ed approfondimenti a cura dell'Università di Parma, con particolare riferimento alla sollecitazione idrologica da utilizzare in ingresso alla cassa, ed al valore di portata compatibile in alveo a valle della cassa di espansione sia nell'attraversamento della città di Parma che dell'abitato di Colorno. Quest'ultimo obiettivo costituisce il principale nuovo "target" progettuale rispetto ai presupposti alla base del progetto preliminare 2004 redatto per conto del Servizio Tecnico di Bacino della Regione Emilia Romagna e ne determina, sulla base degli approfondimenti idrologici ed idraulici nel frattempo svolti, le seguenti modifiche:

- adozione di uno schema di cassa di laminazione ad unico comparto (in linea) con manovra degli organi mobili in corso d'evento;
- una riduzione (14%) della portata massima di progetto in uscita dalla cassa del Baganza da 500 a 430 m³/s al verificarsi dell'evento di piena duecentennale;
- una significativa riduzione (36%) della portata massima di progetto in uscita dalla cassa del Baganza da 470 a 300 m³/s al verificarsi dell'evento di piena centennale;
- un corrispondente incremento (38%) del volume di laminazione di 1.3 milioni di m³ (da 3.4 a 4.7 milioni di m³);
- un significativo incremento dei volumi di scavo necessari da 1.02 a 3.2 milioni di m³.

Lo *Studio di prefattibilità ambientale* individua i principali elementi di carattere ambientale e paesaggistico che caratterizzano il tratto del T. Baganza in cui è prevista la realizzazione dell'opera in progetto; ciò con riferimento anche alle prime indicazioni per la stesura dello *Studio di Impatto Ambientale*.

La presente relazione illustrativa (art. 18 del D.P.R. 207/2010) si articola nei seguenti punti:

- scelta delle alternative (Capitolo 2);
- descrizione puntuale del progetto (Paragrafo 2.2), con riferimento alla fattibilità dell'intervento, agli aspetti legati all'accessibilità ed alle interferenze, all'accertamento in ordine alla disponibilità delle aree ed infine agli indirizzi per la stesura del progetto definitivo ed al cronoprogramma delle fasi attuative;
- aspetti economici e finanziari (Capitolo 4).

2. SCELTA DELLE ALTERNATIVE

2.1 Inquadramento territoriale

In questo paragrafo viene riportata una sommaria descrizione dell'intero bacino idrografico del torrente Parma chiuso alla sezione di foce in Po, comprensivo quindi del bacino del torrente Baganza oggetto specifico del presente lavoro.

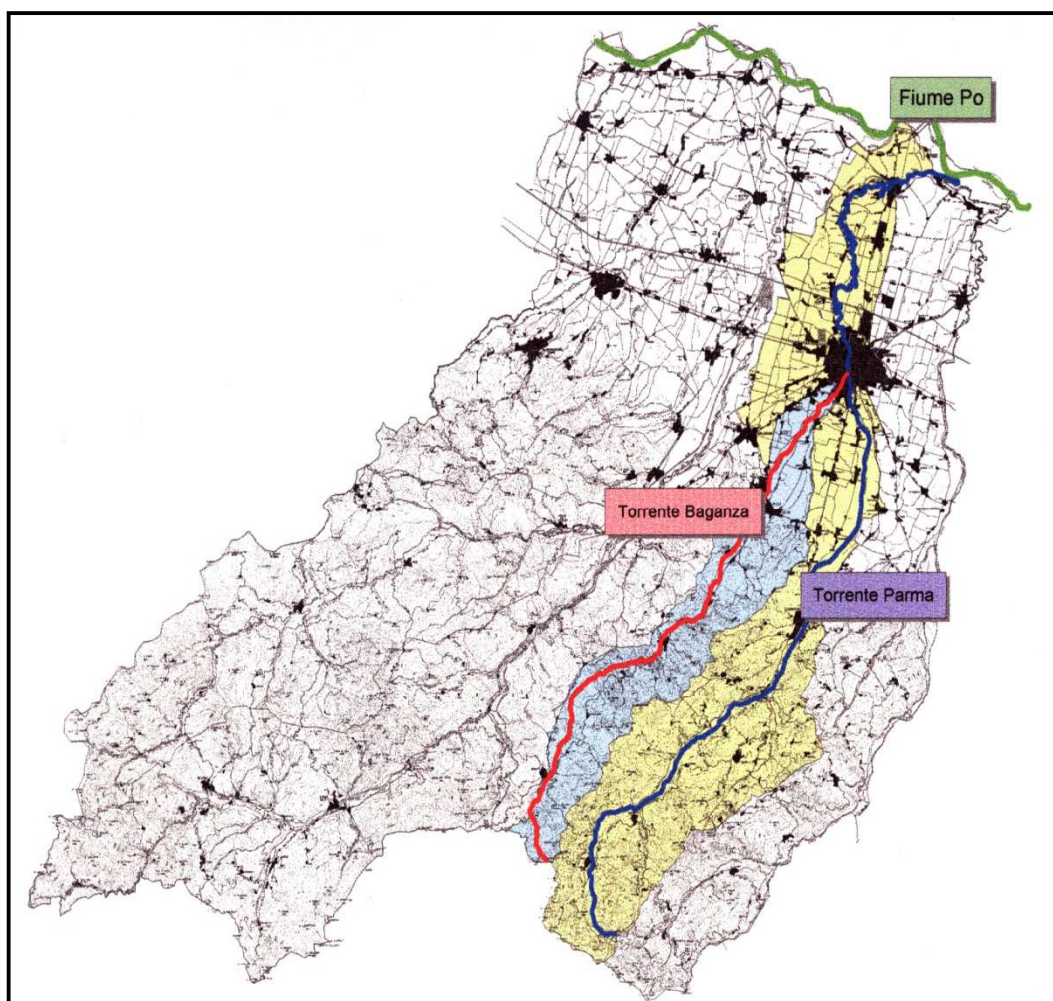


Figura 2-1 – Rappresentazione dei bacini idrografici del torrente Parma e del torrente Baganza.

Come riportato in **Figura 2-1** il bacino del torrente Parma si estende dall'Appennino Tosco-Emiliano fino alla Pianura Padana: i suoi confini naturali sono a sud lo spartiacque appenninico che lo separa dal bacino del fiume Magra, ad est e sud est lo spartiacque che lo separa dal bacino del torrente Enza, ad ovest e

nord ovest lo spartiacque che lo divide dalla valle del fiume Taro, infine a nord e nord est il Po stesso lo separa dalla Lombardia.

Si nota che il bacino ha una forma decisamente stretta ed allungata; nella parte a monte della città i sottobacini del Parma e del Baganza sono pressoché paralleli sino alla loro confluenza che avviene proprio in città.

Il bacino può essere suddiviso in due parti:

- una montana - collinare più pendente che si estende dal crinale appenninico (con quote massime di 1831 m s.l.m. del Monte Orsaro) sino alla città di Parma;
- una più pianeggiante che comprende la zona a valle della città di Parma sino alla foce in Po, con quote da 60 m a 20 m s.l.m. per una lunghezza dell'asta torrentizia di circa 37 km.

La prima parte ricopre circa 2/3 della superficie totale del bacino ed è responsabile della formazione degli eventi di piena così come transitano attraverso la città. Tale porzione di bacino situata a monte della città, a causa della sua maggiore estensione, pendenza e per il coinvolgimento di una superficie che raggiunge altitudini elevate (quindi interessate da precipitazioni generalmente più abbondanti), può ritenersi responsabile della formazione della quasi totalità (in termini di portate e volumi) di ciascun evento di piena che transita per la città di Parma. Viceversa la parte di bacino a valle della città ha pendenze modestissime, è composta da una rete fitta di canali artificiali, alcuni dei quali (finalizzati al drenaggio di bacini urbani di quartieri periferici) scaricano esigue portate in tempi piuttosto brevi; altri drenano terreni di campagna con deflussi piuttosto lenti.

Le parti alte dei due bacini presentano alcune affinità: un sostanziale parallelismo delle aste torrentizie, alcune comuni caratteristiche idrogeologiche, altitudini elevate, pressoché identici regimi pluviometrici. Questo non significa che necessariamente i due bacini vengano sollecitati da eventi meteorici contemporanei ed uniformi. In effetti, a causa anche delle considerevoli altitudini raggiunte dello spartiacque interno: (monte Borgognone 1401 m s.l.m. da cui nasce il torrente Baganza e poi, verso la pianura, il monte Polo 1419 m s.l.m., monte Cervellino 1492 m s.l.m. , monte Montagnana 1313 m s.l.m. ed infine, come ultimo contrafforte montuoso a circa 25 km dalla confluenza, il monte Sporno 1058 m s.l.m.) si registrano spesso sollecitazioni meteoriche differenti.

Tuttavia, gli eventi meteorici intensi verificatisi negli ultimi decenni che hanno dato origine ad eventi di piena particolarmente gravosi sia per la città di Parma sia per il tratto di pianura del torrente Parma, hanno sempre interessato, anche se con precipitazioni differenti, entrambi i bacini montani o medio collinari.

Questo, di fatto, determina la generazione di due onde di piena distinte: una sul torrente Parma ed una sul torrente Baganza. Ne consegue che un problema importante è costituito dalla eventuale coincidenza temporale dei due colmi di piena alla confluenza del torrente Baganza proprio nel tratto di attraversamento della città di Parma.

Il torrente Parma

Il torrente Parma nasce dal complesso montuoso formato dal Monte Orsaro (1831 m s.l.m.) e dal Monte Marmagna (1851 m s.l.m.) che fa da spartiacque con il bacino del torrente Magra in provincia di Massa Carrara, dalla confluenza di tre rami iniziali: il torrente Parma del Lago Santo, delle Guadine e di Badignana. Ad est la quota più alta dello spartiacque con la valle del torrente Enza è quella del Monte Caio (1580 m s.l.m.), mentre ad ovest il Monte Borgognone (1401 m s.l.m.) fa da spartiacque con il bacino del torrente Baganza. Poco a valle di Corniglio confluisce nel Parma, in destra idraulica dalla omonima valle, il torrente Bratica (bacino di 33.6 km²), il più importante affluente per il tratto montuoso; nel tratto successivo non ci sono altre confluenze significative, ma solo rii secondari fino a Capoponte dove confluisce, sempre in destra idraulica, il torrente Parmossa (bacino di 32.6 km²). Appena a monte di Langhirano, in sinistra idraulica sfocia in Parma il rio Fabiola (bacino di 15.7 km²), ultimo affluente degno di nota. Successivamente tra Langhirano e Torrechiara sfociano in Parma solo rii secondari che sottendono bacini di piccola superficie; inoltre, in questa zona hanno inizio le maggiori derivazioni di canali irrigui verso la zona di media e bassa collina: in località Stadirano il canale Maggiore, il canale Comune poco più a valle e la canaletta di Monticelli in prossimità di Mariano.

A valle di Capoponte l'alveo è costituito da uno strato di ghiaie alluvionali di spessore rilevante e con dimensioni trasversali notevoli (fino a 600 m) e pendenza che si riduce rispetto al tratto montano: è la classica situazione in cui il corso d'acqua,

abbandonando il fondovalle montano, genera una conoide alluvionale depositando materiale solido a causa della diminuzione della velocità della corrente.

Non appena il t. Parma raggiunge la periferia della città confluisce in destra idraulica il cavo Ariana; poco più a valle, in sinistra idraulica, immediatamente a monte del Ponte Italia si trova la confluenza con il t. Baganza.

Il tratto urbano del torrente Parma si sviluppa per una lunghezza di poco inferiore a 4 km e presenta andamento pressoché canalizzato. Si riscontrano diversi progressivi restringimenti della sezione trasversale dovuti sia alla presenza di ponti ma anche alla progressiva antropizzazione del territorio: è il caso della zona di ponte Dattaro, dove però l'altezza del piano stradale e dell'impalcato del ponte non provocano un'eccessiva ostruzione al moto della corrente. Diversamente accade in prossimità del ponte di Mezzo che collega il centro storico della città con la zona dell'Oltretorrente: l'esigua larghezza della sezione e l'ingombro delle pile del ponte ne fanno uno dei punti più critici del tratto cittadino.

A monte di Baganzola vi è l'immissione dalla sponda sinistra, regolata da un manufatto di intercettazione, del Cavo Abbeveratoio che adduce le acque di scarico della parte della città posta in sinistra idraulica del Torrente Parma provenienti dall'impianto di trattamento acque "Parma Ovest".

La presenza di terreni impermeabili fa sì che le acque freatiche vengano in superficie talvolta in forma di fontanili ma più spesso per mezzo di piccole sorgenti che adducono le acque direttamente nell'alveo (il t. Parma a valle di Baganzola difficilmente si trova in secca anche in periodo estivo).

Il tratto di corso d'acqua a valle della città è caratterizzato da pendenze modeste, con alcuni tratti in contropendenza in prossimità della foce.

Questo fatto provoca un progressivo rallentamento della corrente idrica che nel tempo ha determinato una situazione di alveo pensile rispetto al piano di campagna. Si distingue fino alla foce una classica morfologia di alveo meandriforme caratterizzata da due argini laterali che delimitano la golena, invasata solo in occasione di piene rilevanti, e l'alveo nel quale scorrono le portate di magra e di morbida.

È proprio in questo tratto che si realizza una evidente laminazione del colmo di piena, effetto dovuto alla presenza di zone di golena che invasano consistenti vo-

lumi d'acqua. Già in prossimità di Colorno, e fino alla foce in Po, l'alveo si restringe ulteriormente divenendo ancor più pensile e perdendo gran parte degli invasi golionali.

A Colorno confluiscono nel Parma i tre più importanti canali di pianura: il canale Lorno, il canale Galasso ed il canale Naviglio Navigabile. Durante gli eventi di piena più gravosi Colorno, per la presenza di questi quattro corsi d'acqua, diventa un nodo idraulico critico perché di frequente i suddetti canali sono soggetti ad evidenti fenomeni di rigurgito provocati dagli elevati livelli idrometrici del Parma che non permettono di scaricare le acque se non molto lentamente.

La confluenza del Parma in Po è situata solo 7 km a valle di Colorno, in località Croce di Mezzani; in questo tratto si apprezza un dislivello del fondo alveo di soli 5 m.

Il torrente Baganza

Il torrente Baganza ha origine dal complesso del Monte Borgognone (1375 m s.l.m.) e confluisce, dopo un percorso di circa 57 km nel torrente Parma, nella città omonima poco a valle di Ponte Nuovo.

Lungo il suo percorso bagna, in sequenza da monte verso valle, i seguenti comuni: Berceto, Calestano, Terenzo, Sala Baganza, Collecchio, Felino e Parma.

Le caratteristiche idrologiche e morfologiche del bacino, caratterizzato da un regime pluviometrico sublitoraneo - appenninico, danno origine ad un corso d'acqua a carattere torrentizio.

L'analisi morfometrica del bacino, consente di individuare due tratti sostanzialmente omogenei: il tratto montano, dalla sorgente sino a Marzolaro, ed il successivo di bassa collina fino alla confluenza con il torrente Parma.

Il bacino del torrente Baganza presenta una forma allungata con direzione prevalente sudovest - nordest. Nella morfologia del bacino si riscontra una sostanziale asimmetria che si riflette in una altrettanto asimmetrica distribuzione delle aree drenate e della struttura del reticolo idrografico. Il corso d'acqua, soprattutto nella sua parte montana, scorre molto più vicino alla Val Taro che alla Val Parma; lo spartiacque che lo separa dalla Val Taro presenta altitudini più basse (Monte Formigare 1205 m s.l.m., Monte Marino 1068 m s.l.m) rispetto allo spartiacque con il torrente Parma (Monte Cervellino 1492 m s.l.m., Monte Montagnana 1313 m s.l.m.).

Ne consegue che nel tratto che va da Berceto sino a Calestano i versanti di sinistra sono poco estesi e molto pendenti: da questi si generano rii scoscesi e brevi in cui prevale il ruscellamento superficiale.

Le formazioni geologiche prevalenti sono di origine sedimentaria con elevate componenti argillose facilmente erodibili che danno origine nella alta e media collina ad una valle con profilo a "V" con versanti ripidi (calanchi argillosi).

In sponda destra i versanti sono più dolci, il reticolo afferente all'asta principale in fondovalle è ordinato in modo piuttosto elementare e presenta una maggiore densità di drenaggio rispetto al versante sinistro.

A valle di Marzolarà l'alveo del torrente si allarga; per restringersi nuovamente a San Martino Sinzano fino alla confluenza, raggiungendo valori minimi di circa 50 m in prossimità di Ponte Nuovo.

Poco a monte di Sala Baganza cessa completamente la funzione drenante del torrente nei confronti dei versanti e già da Marzolarà hanno inizio le derivazioni idriche superficiali quali il Canale del Vescovo ed il Canale di Felino. Unico affluente degno di nota del torrente Baganza è lo scolmatore del torrente Cinghio che vi si immette nei pressi di Gaione, infine poco a monte dell'idrometrografo di Ponte Nuovo, confluisce dalla sponda sinistra lo scolmatore del Cavo Baganzale. Circa 500 m a valle di Ponte Nuovo il Baganza si immette nel torrente Parma immediatamente a monte di Ponte Italia.

2.2 *Analisi delle criticità*

Il nodo idraulico di Parma, inteso in senso ampio e comprendente quindi non solo l'attraversamento della città omonima ma anche quello di Colorno (**Figura 2-2**), è notoriamente uno dei più critici a livello regionale.

Le piene verificatesi negli ultimi anni, e segnatamente quella del 13 ottobre 2014, non hanno fatto altro che confermare quanto sopra citato.

In particolare, nell'ottobre 2000 (prima dell'entrata in funzione della cassa di espansione sul torrente Parma, a monte della città e della confluenza con il torrente Baganza), nel gennaio e dicembre 2009 (successivamente all'entrata in funzione della summenzionata Cassa) e, soprattutto, nell'ottobre 2014 le piene sono

transitate a Colorno con franchi ridottissimi (**Figura 2-3 e Figura 2-4**), nonostante il fiume Po non fosse contemporaneamente in condizioni di piena.

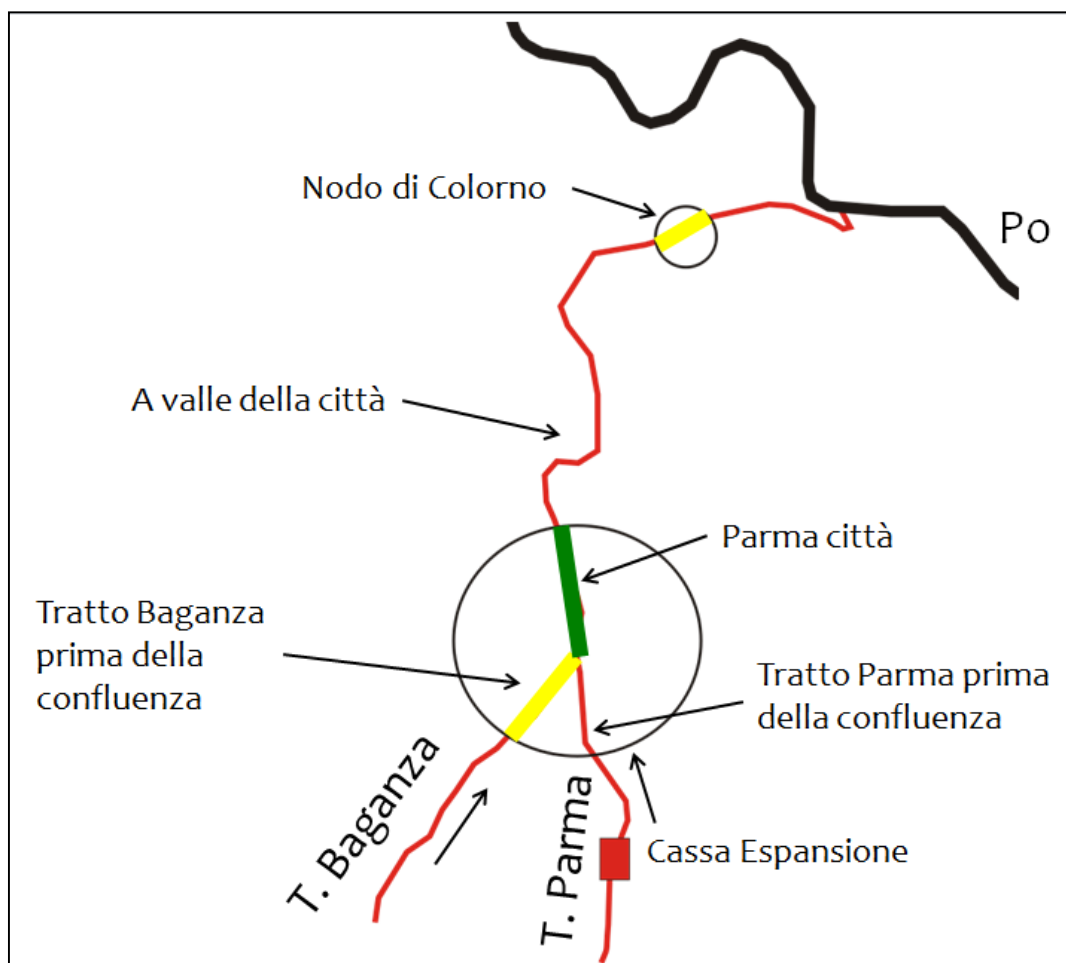


Figura 2-2 – Nodo idraulico di Parma-Colorno.



Figura 2-3 – Piena del torrente Parma a Colorno del 25/12/2009 ore 15:15 (foto Paolo Mignosa).



Figura 2-4 – Piena del torrente Parma a Colorno del 14/10/2014 ore 03:00 (foto Paolo Mignosa).

Nello stesso evento del 13 ottobre 2014 si è verificata l'esondazione del torrente Baganza in corrispondenza dell'attraversamento della città di Parma, con il crollo del ponte ciclopedonale della Navetta (**Figura 2-7**) e ingentissimi danni a strutture importanti (Ospedale Piccole Figlie, centrale Telecom) e ad interi quartieri residenziali (in particolare il quartiere Montanara e Molinetto).



Figura 2-5 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, ore 18.04 a Ponte Nuovo, già ponte dei Carrettieri (foto Marco Belicchi).



Figura 2-6 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014 a Ponte Nuovo, già ponte dei Carrettieri, con evidenti segni di sormonto (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 8.44).

Le piene del torrente Baganza non sono attualmente controllate da alcuna opera di laminazione, del tipo di quella che è oggetto del presente progetto preliminare;

studi pregressi ([1], [2]) avevano tuttavia evidenziato come il suo tratto cittadino non fosse in grado di convogliare le portate di elevato tempo di ritorno provenienti da monte.

Nello stesso evento del 13 ottobre 2014, in alcuni punti immediatamente a valle della città di Parma (zona Baganzola) i franchi arginali si sono praticamente azzerati, come si evince anche dalla picchettatura post-piena effettuata da AIPO. È appena il caso di sottolineare che queste insufficienze si sono manifestate nonostante la presenza della cassa di espansione sul torrente Parma e le relative manovre effettuate da AIPO sulle paratoie delle bocche della stessa, che hanno ridotto drasticamente l'apporto proveniente dal torrente Parma a monte della confluenza in concomitanza del transito del colmo del torrente Baganza, verificatosi intorno alle 16:40 (**Figura 2-8**).

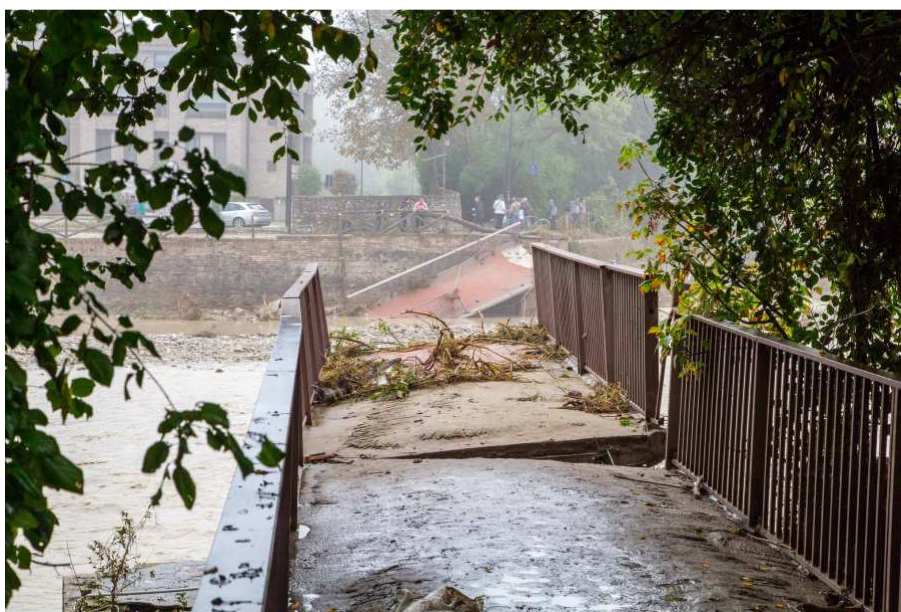


Figura 2-7 – Crollo del ponte ciclopedonale “della Navetta” durante la piena del torrente Baganza del 13/10/2014.

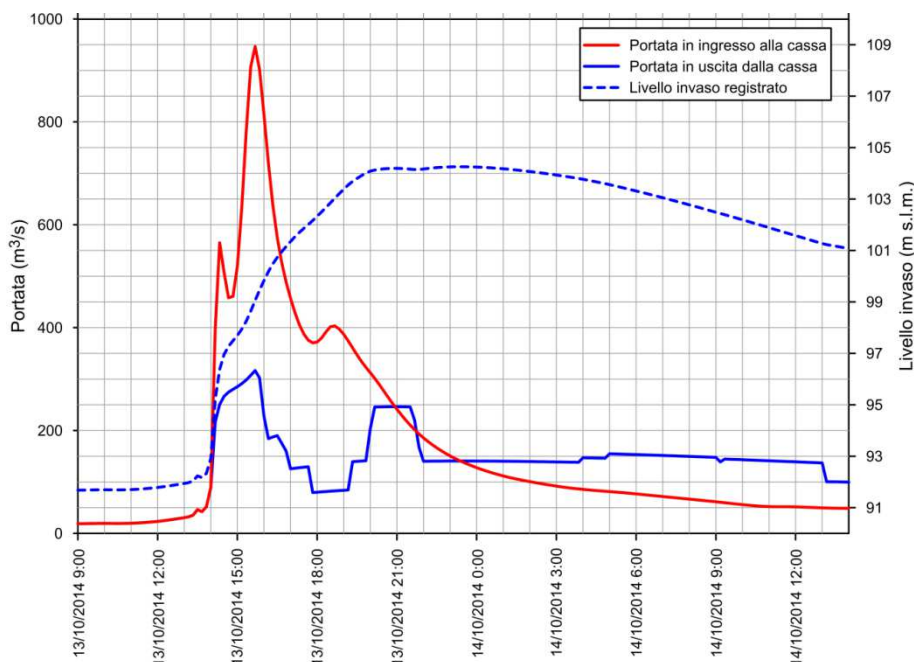


Figura 2-8 – Portate in ingresso, in uscita e livelli registrati nella Cassa di espansione sul torrente Parma nell'evento del 13-14 ottobre 2014 (fonte DICATeA).

2.3 A scala di asta fluviale Parma - Baganza

Il sistema idraulico Parma – Baganza è stato oggetto di numerosi studi ([1], [2], [4], [5], [7], [8]) allo scopo di determinare le portate compatibili nei vari tratti dei due torrenti e analizzare gli interventi per migliorare le situazioni più critiche. Le aste coinvolte possono essere convenientemente suddivise nelle tratte seguenti (cfr. **Figura 2-2**):

1. torrente Parma compreso tra la cassa di espansione e la città di Parma, fino alla confluenza con il t. Baganza in città;
2. torrente Baganza compreso tra il ponte di Sala Baganza e la confluenza con il torrente Parma in città;
3. torrente Parma nel tratto cittadino, dopo la confluenza tra i due torrenti e fino al ponte della ferrovia Milano-Bologna;
4. torrente Parma a valle del ponte della ferrovia Mi-Bo, fino all'ingresso di Colorno (eventualmente suddiviso in ulteriori sotto-tratte);
5. torrente Parma in corrispondenza dell'attraversamento di Colorno;
6. torrente Parma, a valle di Colorno e fino alla confluenza in Po.

I risultati di dettaglio dei suddetti lavori sono riportati negli studi citati (in particolare [2], [8]) e nella relazione Idrologico-Idraulica allegata al presente progetto, ma in estrema sintesi si può concludere che i tratti più critici sono:

- l'attraversamento cittadino del torrente Baganza (dal Ponte sulla tangenziale Sud fino alla confluenza nel torrente Parma in città);
- il tratto del torrente Parma immediatamente a valle dell'attraversamento cittadino di Parma;
- l'attraversamento di Colorno, in corrispondenza del Ponte di piazza Garibaldi;

La particolare criticità dell'attraversamento cittadino del torrente Baganza è stata oggetto di studi pregressi [2] che avevano valutato in 450-500 m³/s la portata contenibile in alveo, corrispondente all'incirca ad un evento con tempo di ritorno di 30-40 anni. Il "*collo di bottiglia*" è in particolare costituito dal tratto compreso tra il ponte ciclopedonale della Navetta (incluso) ed il ponte Nuovo (o "*dei Carrettieri*"). Ivi l'alveo si restringe notevolmente ed è arginato in destra per difendere l'area su cui insiste l'Ospedale delle Piccole Figlie, sito in zona particolarmente depressa. In sinistra è delimitato dalla pista ciclabile che costeggia la via Baganza. La particolare morfologia del territorio urbanizzato sito in sinistra idraulica, in pendenza dal Baganza verso la città (Barriera Bixio) rende poi particolarmente gravi gli effetti di un'eventuale esondazione e particolarmente estese le aree coinvolte.



Figura 2-9 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, ore 18.23 allagamento di Piazzale Barbieri (foto Marco Belicchi).



Figura 2-10 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, ore 18.23 allagamento di Piazzale Barbieri e del tratto iniziale di Via Spezia (foto Marco Belicchi).

Tutto ciò è realmente avvenuto in occasione dell'evento di piena verificatosi il 13 ottobre 2014. Piogge intense sul bacino del Baganza hanno provocato la formazione di una piena rapida¹, con un picco di portata particolarmente elevato, anche se con un volume complessivo non altrettanto importante².

La piena ha provocato la demolizione completa del ponte ciclopedonale della Navetta, il sormonto e conseguente danneggiamento del successivo ponte Nuovo ed una estesissima esondazione in città, sia in destra che in sinistra idraulica, che ha coinvolto interi quartieri, l'allagamento dell'Ospedale delle Piccole Figlie, con gravi rischi per pazienti e personale sanitario, e la messa fuori uso per diversi giorni della centrale Telecom di via Po, a servizio di tutta l'Emilia occidentale.



Figura 2-11 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, allagamento dei poliambulatori dell'ospedale Piccole Figlie (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 8.51).

¹Il colmo di livello ha percorso il tratto compreso tra il Ponte di Marzolarà (ove è ubicato un idrometrografo) e il ponte Nuovo in 1 ora e 10 minuti. Considerata la distanza (circa 22 km) la celerità di propagazione è stata di ben 5.1 m/s, valore particolarmente elevato. Inoltre, il livello idrometrico a Ponte Nuovo è cresciuto di quasi 5 metri e mezzo in sole due ore.

²Alla data della stesura del presente documento, l'analisi di dettaglio dell'evento è ancora in fase di ultimazione da parte degli enti competenti.



Figura 2-12 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, allagamento dell'ospedale Piccole Figlie (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 8.51).



Figura 2-13 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, allagamento edifici lato sud di via Po (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 9.08).



Figura 2-14 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, allagamento centrale Telecom di via Po (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 9.55).



Figura 2-15 – Piena del torrente Baganza del 13/10/2014, allagamento edifici adiacenti alla centrale Telecom di via Po (foto Marco Belicchi, 14/10/2014 ore 10.00).

Con ogni probabilità un simile evento avrebbe potuto essere totalmente controllato qualora fosse stata realizzata e resa operativa la cassa di espansione sul torrente Baganza, oggetto del presente progetto preliminare.

Anche la particolare criticità dell'attraversamento di Colorno è nota da tempo, tant'è che negli anni '70 era stata addirittura prospettata l'ipotesi di realizzare uno scolmatore, che prendeva origine in sponda sinistra a monte dell'abitato e, con un tracciato più a ovest del corso del torrente, restituisse le acque scolmate in Po, a monte della confluenza tra Parma e Po. Tale ipotesi è stata poi abbandonata per diversi motivi, tra i quali un ruolo di primo piano devono aver avuto le numerose interferenze con canali e infrastrutture viarie, che avrebbero richiesto la realizzazione di numerose (e costose) opere d'arte.

Del resto, l'acclarata insufficiente capacità di portata del tratto cittadino del torrente Baganza impone che almeno una parte della riduzione di portata, necessaria anche per rendere compatibile l'attraversamento di Colorno, debba essere effettuata a monte della città di Parma.

Per questa ragione il progetto preliminare del 2004 sopra citato [3] individuava un'area, sita a sud di Parma, idonea per l'ubicazione di una cassa di laminazione delle piene sul torrente Baganza. Dalle analisi degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e delle caratteristiche morfologiche del torrente Baganza, era emerso che la posizione migliore per la realizzazione di una cassa di espansione fosse quella compresa fra il comune di Sala Baganza (in sinistra idraulica) e l'abitato di San Ruffino (in destra), dove le pendenze del fondo si addolciscono, rispetto al tratto di monte, permettendo di invasare volumi significativi senza dover ricorrere a tiranti idrici troppo elevati, minimizzando per quanto possibile l'altezza delle arginature.

Più precisamente (**Figura 2-16**) la localizzazione ottimale si sviluppava subito a valle della zona industriale di Sala Baganza, ma prevalentemente in destra idraulica, in modo da interessare una porzione di territorio attualmente già soggetta ad attività estrattive ed interessata in passato da altre attività produttive. Il limite fisico della larghezza da assegnare alla cassa di espansione era poi costituito dalle due strade che corrono parallele al torrente: 'Strada Provinciale n°56' in sponda destra e 'strada Comunale Farnese' in sponda sinistra.



Figura 2-16 – Zona di possibile ubicazione della Cassa di espansione.

Con l'intento di migliorare la sicurezza idraulica della città di Parma nell'attraversamento cittadino del torrente Baganza, il Servizio Tecnico bacini Ta-

ro-Parma della Regione Emilia-Romagna aveva pertanto commissionato, nel 2004, un progetto preliminare per una “Cassa di espansione sul T. Baganza nei comuni di Parma Collecchio e Sala Baganza” [3]. Il dimensionamento dell’invaso era stato definito dagli studi propedeutici effettuati dall’Università di Parma ([1] e [2]) considerando un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni, con obiettivo di limitare la portata massima in uscita dalla cassa a $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Tale portata è riconducibile, non senza alcuni interventi di ricalibratura dell’alveo, alla portata compatibile del torrente Baganza nell’attraversamento cittadino. Si rimarca come nel progetto preliminare 2004 l’unico obiettivo fosse la riduzione delle portate a valori compatibili con l’alveo nel tratto cittadino di Parma, senza comprendere anche il tratto di valle ed, in particolare, la criticità nell’attraversamento di Colorno.

Nel già citato progetto preliminare [3], la cassa di laminazione, rappresentata in **Figura 2-17**, era suddivisa in tre invasi: il primo, situato “*in linea*” al torrente, era sbarrato a valle dal manufatto limitatore principale (manufatto A). Detto manufatto aveva la funzione di limitare le portate in uscita secondo una opportuna legge di efflusso ed era costituito da una soglia tracimabile, al di sotto della quale erano aperte 4 luci di fondo.

L’invaso 2, situato “*fuori linea*” in sponda destra, in fregio all’invaso 1, era collegato all’invaso 1 mediante una soglia libera (manufatto B). Quando la portata in ingresso nell’invaso 1 superava quella esitabile attraverso le luci di fondo, si creava un rigurgito a monte del manufatto A; se il livello idrico raggiungeva la quota della soglia del manufatto B aveva inizio il riempimento dell’invaso 2.

Quest’ultimo era a sua volta collegato all’invaso 3 (invaso “*fuori linea*” di valle) mediante una ulteriore soglia (manufatto C). Quando il livello idrico dell’invaso 2 raggiungeva il ciglio della soglia iniziava lo sfioro delle acque verso l’invaso 3, con conseguente riempimento anche del terzo settore. Il manufatto D permetteva poi lo svuotamento completo dell’invaso 3, in linea di massima successivamente al passaggio della piena. Il manufatto E aveva, infine, la funzione di sfioratore di sicurezza per l’invaso 3.

Il volume complessivo da assegnare alla cassa, per poter laminare a $500 \text{ m}^3/\text{s}$ in uscita l’evento con tempo di ritorno duecentennale (evento di progetto), era stato valutato in $3.4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ricavati in parte in elevazione rispetto all’altimetria del terri-

torio, ed in parte in scavo ($1,019 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) estendendo l'attività estrattiva del comparto AC14 autorizzato dal PIAE allora vigente e già in avanzato stato di attuazione nell'anno 2004 in cui venne redatto il progetto.

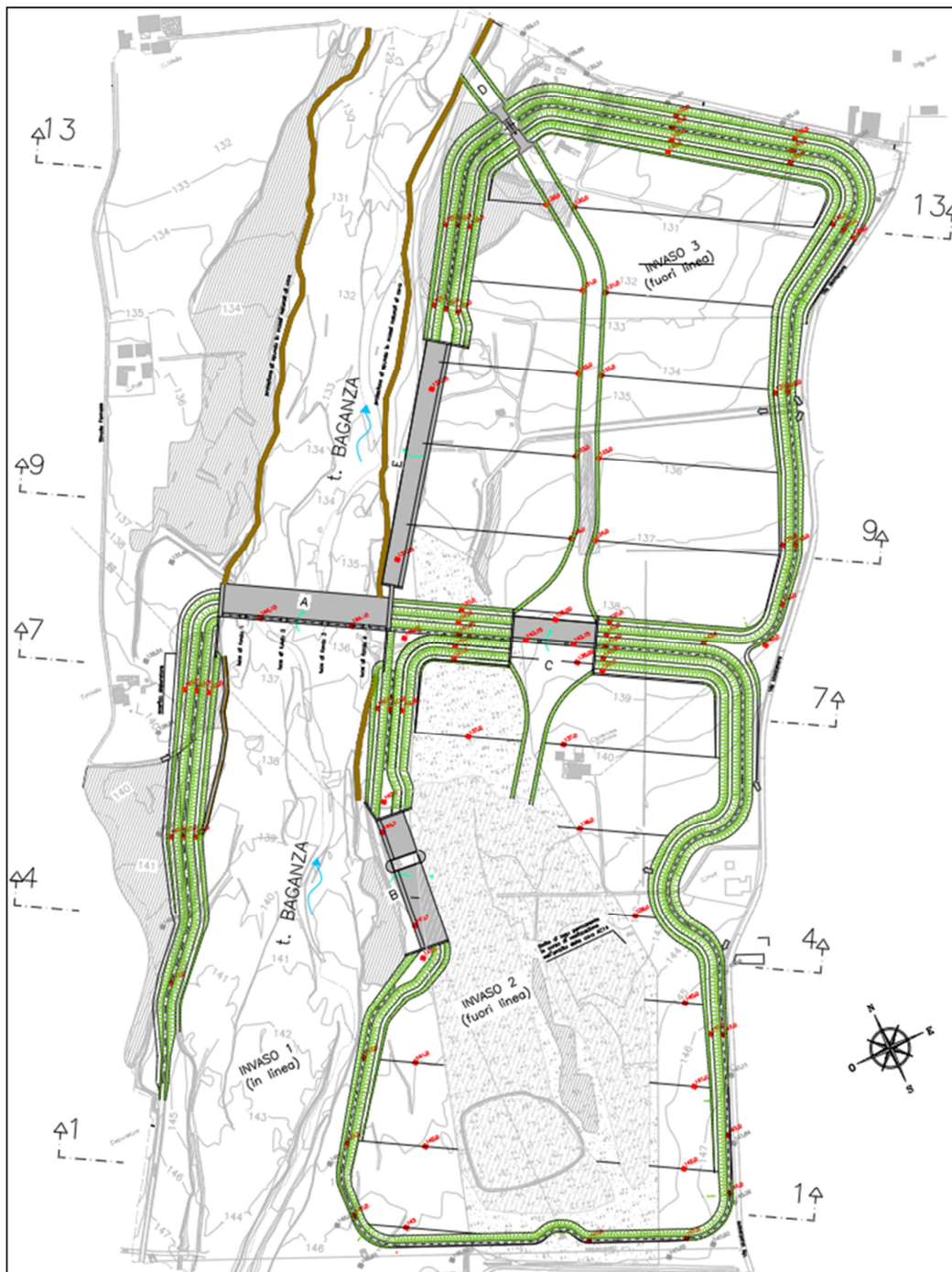


Figura 2-17 – Progetto preliminare (2004) della cassa di espansione sul t. Baganza (da [2]).

Come si comprende da questa breve descrizione, la cassa progettata era articolata, richiedendo la realizzazione di cinque importanti manufatti, oltre naturalmente

ad una notevole lunghezza di arginature e diaframature³.

Il problema più rilevante, però, riguardava il fatto che la cassa, progettata senza organi mobili per limitare la portata uscente a 500 m³/s (per un evento duecentennale), se da un lato garantiva la sicurezza dell'attraversamento cittadino del Baganza per eventi bisecolari, dall'altro non garantiva la sicurezza idraulica di Colorno neppure per tempi di ritorno apprezzabilmente più bassi. Infatti, la cassa sul torrente Parma, che assieme alla progettanda cassa sul Baganza dovrebbe garantire la sicurezza idraulica dei territori ubicati a valle, allontana dalle sue luci di fondo (con le tre paratoie all'apertura di progetto e l'invaso alla quota di sfioro) una portata di circa 440 m³/s [6]. Questo valore, sommato alla portata evacuata attraverso le bocche della cassa del Baganza, porterebbe il totale a valle della confluenza a circa 940 m³/s. Questa portata è sì (appena) compatibile con l'attuale alveo del Parma in città (a valle della confluenza) ma, come si mostrerà più avanti e come è estesamente riportato nella relazione idraulica e negli studi [8], è decisamente superiore a quella contenibile dall'attuale alveo a valle di Parma ed, in particolare, a Colorno⁴. Né si può del resto fare affidamento sull'effetto naturale di laminazione delle golene, che pur sono presenti con cospicui volumi principalmente nel tratto tra la tangenziale Nord e poco a valle di Baganzola, poiché le portate massime evacuate dalle due casse verrebbero a mantenersi prossime ai valori massimi (500 e 440 m³/s) per lunghi periodi di tempo, dell'ordine della decina di ore, vanificando quindi i benèfici effetti di laminazione naturale delle golene.

Studi recenti effettuati dal DICATeA dell'Università degli Studi di Parma hanno affrontato la valutazione della portata compatibile del torrente Parma a Colorno e l'individuazione di possibili interventi migliorativi delle criticità attualmente presenti in quella zona [8].

In particolare, la valutazione della portata compatibile con il nodo di Colorno, dove la sezione più critica è quella del ponte di piazza Garibaldi, ha comportato un accurato e approfondito studio idraulico con modello bidimensionale; tale portata risente anche dei contemporanei livelli del fiume Po, a causa della breve distanza

³ Per contro essa risultava avere un funzionamento che non richiedeva l'intervento o la manovra di alcun operatore in corso di evento e poteva essere frazionabile in lotti funzionali successivi.

⁴ Tale valore non è neppure compatibile con l'attuale assetto nel tratto a valle di Baganzola, ma ivi i vincoli sono meno rigidi e l'aumento di portata compatibile potrebbe ottenersi con sovralti arginali.

dalla confluenza (8 km) e delle modestissime pendenze. In **Figura 2-18** è riportato il grafico di sintesi, ottenuto in tale studio, che riporta la variazione del franco a Colorno in funzione del livello del Po e della portata transitante nel torrente Parma.

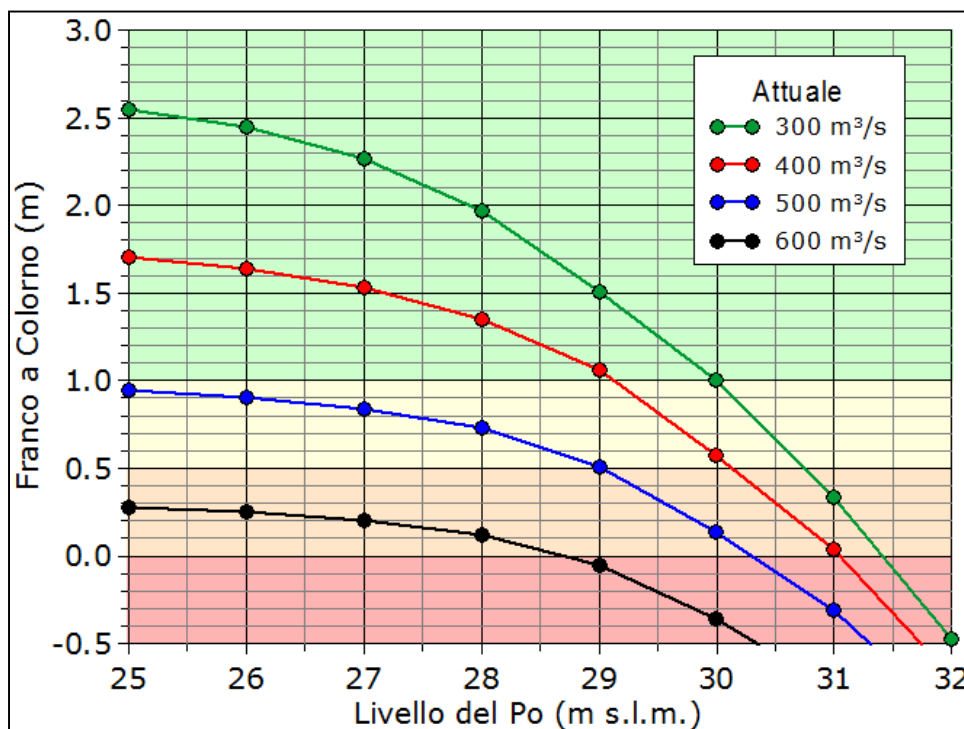


Figura 2-18 – Franchi e portate compatibili a Colorno (da [6])

Dall'analisi del grafico si può osservare che per portate superiori ai 500 m³/s non è garantito il franco di 1 metro, per nessuno dei livelli del Po presi in esame. Nel caso di portata pari a 600 m³/s il franco non supera mai i 30 cm e, per livelli del fiume Po superiori a 28.5 m s.l.m., corrispondenti ad una portata di poco inferiore a 7'500 m³/s, si verifica l'esondazione del torrente Parma in Colorno (**Figura 2-3** e **Figura 2-4**).

Un possibile intervento volto ad incrementare la portata compatibile a Colorno, vagliato nel medesimo studio [8], consiste nel rifacimento del ponte della ferrovia Parma – Brescia, con un aumento dell'ampiezza della luce di circa 18 m (**Figura 2-19**) e in contestuali interventi di raccordo e riprofilatura dell'alveo, sia a monte che a valle dell'attraversamento ferroviario, con un volume di scavo complessivo stimato in circa 71000 m³.

Questo intervento consente di modificare lo scenario riportato in **Figura 2-18** e por-

tarlo allo situazione rappresentata in **Figura 2-20**. Si nota un miglioramento del franco arginale di circa 30-40 cm, con la portata di 600 m³/s che ora risulta compatibile per la maggior parte dei livelli del fiume Po, anche se con franchi molto ridotti e comunque inferiori al metro⁵.

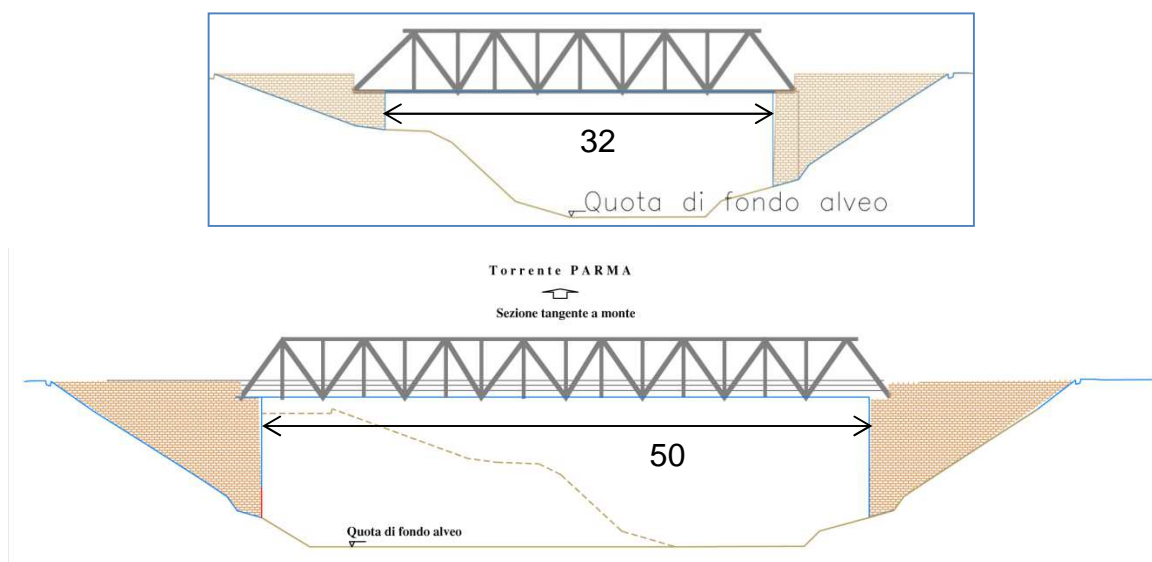


Figura 2-19 –Stato di fatto (in alto) e ipotesi di intervento sul ponte della ferrovia Parma – Brescia (in basso) (da [8]).

⁵ Del resto, le quote di contenimento a Colorno (muro della Piazza in destra idraulica e chiusure delle arcate della Reggia) si aggirano intorno ai 32 m s.l.m., pari alle quote del coronamento degli argini di Po alla confluenza, diversi chilometri più a valle. Il solo rigurgito del Po in piena, anche in assenza totale di portata proveniente dal torrente Parma, potrebbe quindi portare il franco al di sotto del metro.

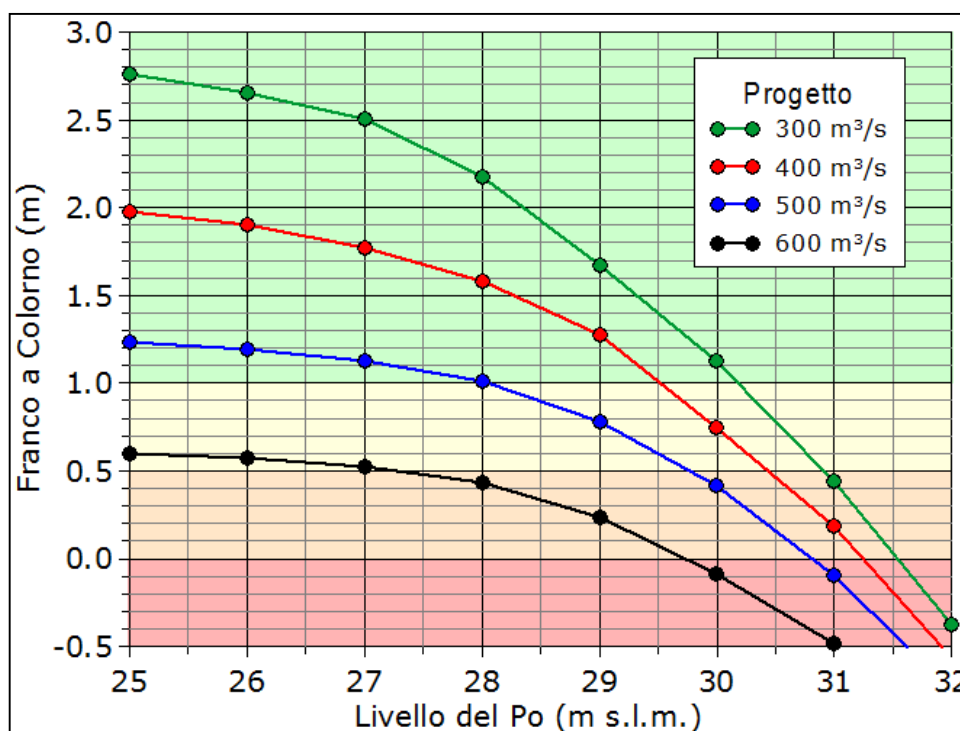


Figura 2-20 – Franco a Colorno nell'ipotesi di ampliamento del ponte della ferrovia Parma-Brescia (da [8]).

Qualora da monte giungessero portate dell'ordine di 900-950 m³/s, come è prospettabile per un evento di 200 anni di tempo di ritorno dalla somma delle portate in uscita dalla Cassa del torrente Parma, e dalla prima ipotesi di progetto della Cassa sul torrente Baganza⁶, l'esondazione a Colorno (ed anche in diversi punti a monte di Colorno) sarebbe quindi verosimilmente inevitabile nonostante i consistenti miglioramenti rispetto alla situazione attuale o a quella precedente la costruzione della cassa sul Parma.

Esclusa da tempo l'ipotesi della realizzazione di uno scolmatore a monte di Colorno, la riduzione del rischio idraulico per l'attraversamento dell'abitato può pertanto essere raggiunta, almeno in via teorica, attraverso:

- 1) interventi di ricalibratura dell'alveo del torrente Parma a Colorno e/o immediatamente a valle di Colorno;
- 2) interventi volti a laminare ulteriormente le piene in uscita dalla città di Parma, da individuarsi tra Parma e Colorno;

⁶ Gli eventi di piena sui torrenti Parma e Baganza sono strettamente correlati, come ha dimostrato anche quello del 13 ottobre 2014. Né si può fare affidamento sulla sfasatura temporale dei colmi, poiché le due casse ne effettuano una sostanziale rifasatura, visto che la portata in uscita si mantiene prossima alla massima per diverse ore.

3) interventi di laminazione sul torrente Baganza, a monte dell'attraversamento cittadino⁷, più consistenti di quelli prospettati nel progetto prima citato.

Della prima alternativa si è già discusso, mostrando come interventi in corrispondenza dell'attraversamento della ferrovia Parma-Brescia possano aumentare, anche se in misura modesta, il franco a Colorno. Una manutenzione dell'alveo del torrente Parma a valle di Colorno è senz'altro auspicabile, e potrebbe migliorare ancora un poco la situazione. Ma nell'attraversamento di Colorno vero e proprio, i vincoli urbanistici sono tali da non far ritenere realisticamente possibile un intervento sull'alveo del torrente che possa far aumentare la portata compatibile di circa il 50% (da 600 a 900 m³/s).

La seconda alternativa richiederebbe di individuare (ed utilizzare in maniera efficiente) volumi golenali adeguati nel tratto compreso tra Parma e Colorno. Di ciò si è occupato estesamente lo studio [8], effettuato dal DICATeA dell'Università degli studi di Parma per conto di AIPO⁸. In estrema sintesi⁹ si è dapprima individuato il volume minimo che sarebbe necessario per laminare di ulteriori 50 m³/s l'idrogramma uscente dalle due casse, ormai decapitato e quindi molto piatto. Si è poi ricercato se tale volume fosse effettivamente disponibile nelle golene site a nord di Parma. Si sono individuate quattro ampie golene (ulteriormente suddivise in sotto-zone) che, dal punto di vista esclusivamente geometrico, sarebbero effettivamente in grado di immagazzinare un volume dell'ordine di 2 milioni di metri cubi. Tale volume, se gestito in maniera efficiente, sarebbe sufficiente ad abbattere la portata di un evento di piena già laminato dal sistema di casse Parma-Baganza, di circa altri 50 m³/s. La più idonea di queste (Golena B), perché sviluppantesi tutta in destra idraulica, è riportata in **Figura 2-21**. Essa però è in grado di invasare (senza alcuno scavo) "solo" circa mezzo milione di metri cubi, per cui occorrerebbe intervenire anche sulle altre tre (A, C, e D, cfr. [8]). Le simulazioni hanno però dimostrato la sostanziale infattibilità dell'intervento semplicemente chiudendo le

⁷ Sul torrente Parma, poco a monte della città, è già presente una cassa di espansione. A parte il completamento dello scavo per ricondurla al volume di progetto (12 milioni di m³) non sono pertanto realisticamente proponibili altri interventi.

⁸ Ciò comporterebbe comunque di prevedere ulteriori sovralti arginali nella zona a valle dell'attraversamento cittadino, prima che il benefico effetto di laminazione delle golene riduca apprezzabilmente le portate transienti ed i conseguenti tiranti idrici.

⁹ Per una più estesa trattazione si rimanda allo studio citato [8].

golene, a causa del contributo fondamentale che esse forniscono al moto durante lo smaltimento delle portate di piena.



Figura 2-21 - Ubicazione della Zona B, con indicazione delle quattro sottozone in cui è stata ulteriormente suddivisa (da [[8]]).

La Tabella 2.1 mostra infatti la ripartizione delle portate transitanti in alveo ed in golena, in condizioni di moto permanente e con una portata proveniente da monte pari a $600 \text{ m}^3/\text{s}$ ¹⁰. Si nota che portata transitante in golena destra ($334 \text{ m}^3/\text{s}$) è addirittura superiore a quella smaltita dall'alveo inciso ($260 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tabella 2.1 – Confronto tra le portate transitanti in alveo e in golena nella Zona B

	Golena sx	Alveo	Golena dx
Portata [m^3/s]	6	260	334
Percentuale (%)	10.0	43.3	55.7

¹⁰ L'approssimazione di moto permanente a portata costante può apparire eccessivamente cautelativa, ma occorre sottolineare che la presenza delle (due) casse sui torrenti Parma (esistente) e Baganza (oggetto del presente progetto preliminare) portano a mantenere a lungo le portate elevate, avvicinando la situazione reale a quella qui prospettata.

Oltre al prospettato intervento di ricalibratura d'alveo a Colorno, l'unica possibilità per ridurre il rischio idraulico a Parma e Colorno rimane quindi la realizzazione di una cassa d'espansione sul torrente Baganza a monte della confluenza con il torrente Parma: le capacità di laminazione di questa nuova cassa e di quella già in esercizio sul torrente Parma possono garantire che, in occasione di un evento di tempo di ritorno almeno secolare, a Colorno la portata non superi i $600 \text{ m}^3/\text{s}$. Ciò non richiederebbe la modifica della quota dei coronamenti arginali a Nord di Parma e aumenterebbe in maniera rilevante la sicurezza idraulica a Colorno, anche se essa rimarrebbe, inevitabilmente, in parte dipendente dai contemporanei livelli di Po.

Contemporaneamente la cassa sul torrente Baganza metterebbe in sicurezza la città di Parma dalle piene di tempo di ritorno almeno bi-secolare del Baganza stesso, riducendo sensibilmente le attuali criticità, manifestatesi purtroppo in maniera così eclatante in occasione dell'evento di piena del 13 ottobre 2014.

2.4 Dimensionamento della cassa di espansione

Dalle indagini riportate nel paragrafo precedente emerge che:

1. la portata compatibile del torrente Baganza, nel tratto più critico a monte del ponte Nuovo (già ponte dei Carrettieri), è stimabile in $500 \text{ m}^3/\text{s}$;
2. la portata compatibile del torrente Parma, a valle della confluenza con il torrente Baganza nell'attraversamento della città di Parma, è stimabile in $900\text{-}950 \text{ m}^3/\text{s}$;
3. la portata compatibile nell'attraversamento dell'abitato di Colorno è stimabile in $600 \text{ m}^3/\text{s}$, solo nell'ipotesi che si dia attuazione agli interventi in progetto in corrispondenza del ponte ferroviario di Colorno.

1. La prima condizione implica la necessità di realizzare una cassa di espansione a monte della città di Parma che sia in grado di laminare, per un evento di piena bi-centenario, la portata in uscita dalla cassa a non più di $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Contemporaneamente la terza condizione implica, per mettere in sicurezza l'abitato di Colorno, la necessità di limitare la portata defluente nel torrente Parma a Colorno al valore di $600 \text{ m}^3/\text{s}$. Appurato lo scarso effetto di laminazione che si verificherebbe lungo l'asta nel tratto Parma-Colorno, a seguito della decapitazione delle onde di piena

operata dalle due casse (Parma e Baganza), sarebbe auspicabile limitare già a $600 \text{ m}^3/\text{s}$ la portata immediatamente a valle della confluenza dei due torrenti in città. Quest'ultima condizione è però molto gravosa e si è ritenuto opportuno, nel prosieguo della progettazione, soddisfarla "solamente" per un evento di piena centenario proveniente contemporaneamente da due torrenti. Le principali ragioni di questa scelta sono le seguenti:

- l'evento simultaneo, corrispondente a piene di tempo di ritorno centenario sia sul torrente Parma che sul torrente Baganza, pur considerando l'elevata correlazione tra i due eventi e l'allungamento dei colmi operato dalle casse, presenta un tempo di ritorno superiore a quello dei due eventi disgiunti;
- è da attendersi comunque un'attenuazione, per quanto di entità modesta per le ragioni più volte esposte, lungo il percorso tra Parma e Colorno;
- l'evento simultaneo, corrispondente ad elevati livelli nel Po e ad elevate portate nel torrente Parma, che può mettere in crisi l'attraversamento urbano di Colorno, presenta un tempo di ritorno superiore a quello dei due eventi disgiunti.

L'attribuzione del volume da assegnare alla cassa è stata pertanto effettuata con l'intento di rispettare le condizioni precedentemente elencate. Sulla base dell'idrogrammi sintetici ricavati in [7] (**Figura 2-22**), ed in particolare sulla base di quello bi-centenario, si è stimato il volume da assegnare alla cassa in $4.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Tale volume consente¹¹:

- a) con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo ultimato della cassa, di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $430 \text{ m}^3/\text{s}$;
- b) con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo parziale della cassa¹², di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $500 \text{ m}^3/\text{s}$;
- c) con paratoie parzializzate¹³ (ma non regolate in condizioni di piena) ed a scavo completo della cassa, di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $500 \text{ m}^3/\text{s}$;

¹¹ Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione idrologico-idraulica allegata al presente progetto preliminare.

¹² circa $1.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in meno rispetto allo scavo di progetto, ovvero $1.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ anziché $3.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

d) con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo ultimato della cassa, di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento secolare, a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$.

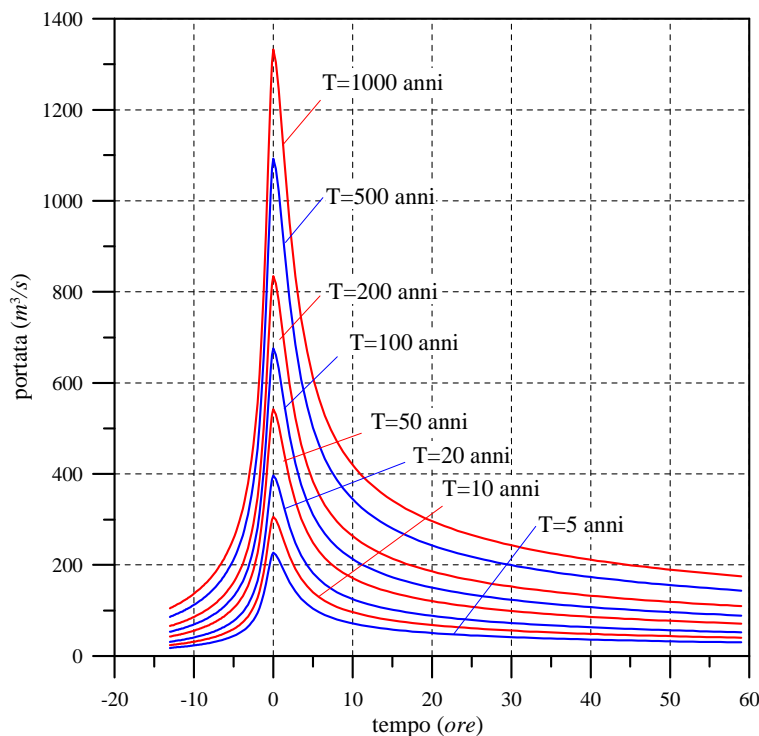


Figura 2-22 – Idrogrammi sintetici per il torrente Baganza in ingresso alla cassa di espansione in progetto (da [7]).

L'affermazione “*opportuna manovra delle paratoie*” può sembrare, a prima vista semplicistica e reticente. In realtà la manovra può prescindere, entro certi limiti, dall'informazione in tempo reale dell'evento in atto. Basta qui rimarcare che è possibile stabilire una “*regola*” di manovra automatica, indipendente appunto dall'evento in atto, che porta a parzializzare progressivamente le paratoie¹⁴ al crescere del livello di invaso, in modo da mantenere costante la portata in uscita al *set-point* stabilito. In assenza di previsioni, il rischio è “solo” quello di non sfruttare appieno la cassa, qualora si sia impostato un *set-point* troppo alto in occasione di un evento di piena di tempo di ritorno modesto¹⁵.

¹³ 2.10 m anziché 3.00 m, che rappresenta l'altezza delle luci a totale apertura.

¹⁴ Lo stesso risultato si può ottenere chiudendo contemporaneamente tutte le paratoie in maniera sincrona oppure una alla volta, a seconda delle convenienze operative che andranno approfondite anche attraverso la realizzazione di un indispensabile modello fisico.

¹⁵ Il contrario, ovvero stabilire un *set-point* troppo basso in occasione di un evento particolarmente gravoso, è evidentemente da evitare, perché porterebbe ad un precoce, ed inutile, riempimento della cassa, con successiva attivazione dello sfioratore di sicurezza. Ciò ridurrebbe l'efficienza di laminazione della cassa.

2. La seconda condizione implica la necessità di verificare che l'attuale cassa sul torrente Parma sia in grado di laminare, per un evento di piena bi-centenario, la portata in uscita a non più di 400-450 m³/s. Contemporaneamente la terza condizione implica, per mettere in sicurezza l'abitato di Colorno, la necessità di limitare la portata uscente dalla cassa stessa a non più di 300 m³/s per l'evento secolare. In **Figura 2-24** sono riportati gli idrogrammi sintetici in ingresso alla cassa, ricavati in [1]. Le stime ottenute in base al rilievo Lidar effettuato nel 2008, forniscono, in corrispondenza della quota del ciglio sfiorante¹⁶, un volume invasabile di circa 10 milioni di m³, a fronte dei 12 previsti in sede di progetto¹⁷ (**Figura 2-23**).

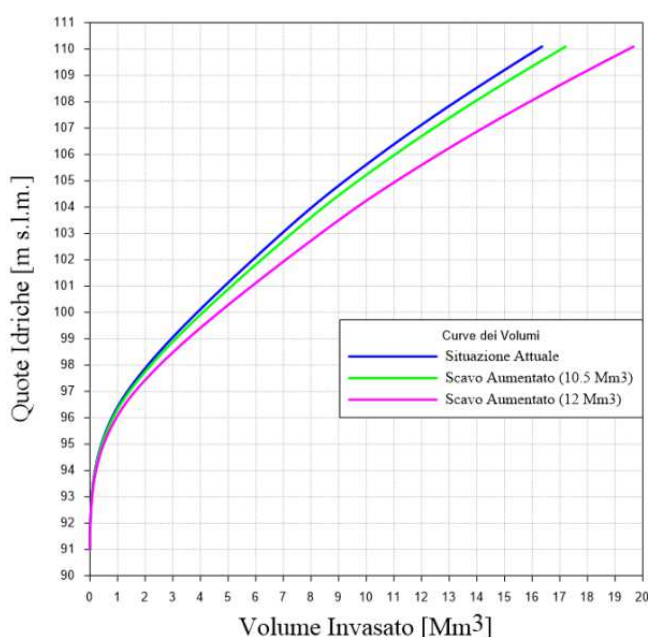


Figura 2-23 – Curva dei volumi attuale della cassa di espansione sul torrente Parma e medesima curva nell'ipotesi di completamento dello scavo.

Sulla base dei calcoli riportati nella relazione idrologico-idraulica del presente progetto, si evince che attualmente dalla cassa di espansione sul torrente Parma è possibile, attraverso un'opportuna manovra delle paratoie, scaricare una portata non superiore a 460 m³/s in occasione dell'evento di tempo di ritorno T=200 anni e 300 m³/s in corrispondenza dell'evento di tempo di ritorno T=100 anni. Per T=200

¹⁶ 105.60 m s.l.m.

¹⁷ Poiché dal 2008 ad oggi è in atto una campagna di scavo all'interno della cassa, è ragionevole ritenere che attualmente il volume sia maggiore. Un ulteriore rilievo potrebbe consentire di aggiornare la curva dei volumi.

anni il valore si ridurrebbe a $400 \text{ m}^3/\text{s}$ qualora il volume invasabile venisse aumentato a 12 milioni di m^3 .¹⁸

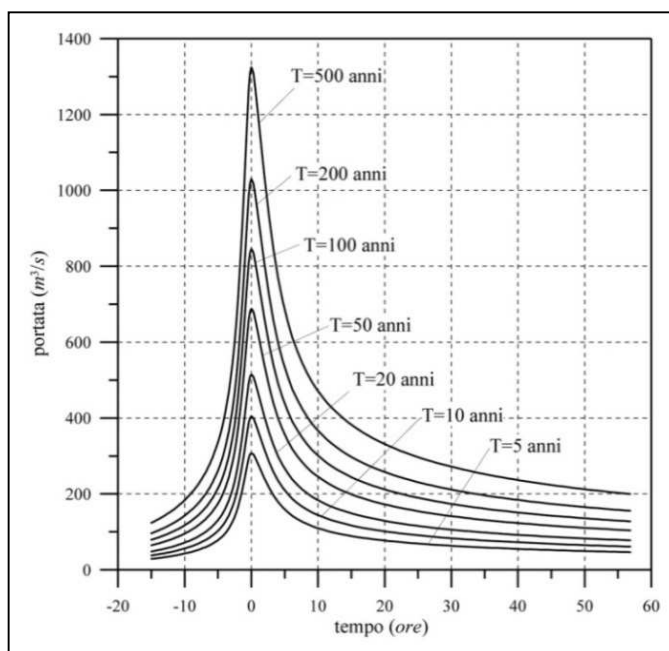


Figura 2-24 – Idrogrammi sintetici ottenuti dalla stima regionale per il torrente Parma, in ingresso alla cassa di espansione di Marano (da [1]).

2.5 Caratteristiche della cassa

La cassa di espansione sul torrente Baganza, oggetto del presente progetto preliminare, è in grado laminare:

- l'evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni a valori tali da garantire la sicurezza idraulica dell'abitato di Parma;
- l'evento di piena con tempo di ritorno 100 anni, garantendo una portata massima in uscita non superiore a $300 \text{ m}^3/\text{s}$, indispensabile, assieme alla cassa sul torrente Parma, per la sicurezza idraulica dell'abitato di Colorno.

Il raggiungimento del secondo obiettivo (sicurezza idraulica dell'abitato di Colorno) richiede, rispetto al progetto preliminare del 2004 riportato in [2]:

- una notevole riduzione della portata massima in uscita dalla cassa del Baganza;
- un significativo incremento (38%) del volume di laminazione di circa 1.3 milioni di m^3 (da 3.4 a 4.7 milioni di m^3).

¹⁸ L'aumento di volume consentirebbe, in alternativa alla diminuzione della portata uscente, di avere maggiore flessibilità di manovra sulle paratoie.

Al fine di ridurre i costi di costruzione e aumentarne la flessibilità, si è inoltre optato per una cassa di laminazione con un unico vaso “*in linea*”: tale configurazione infatti consente di realizzare un solo manufatto, dotato di paratoie mobili, che possono consentire di mantenere la portata in uscita dal manufatto stesso pressoché costante, indipendentemente dal livello idrico nell’invaso. Tale soluzione progettuale consente di aumentare significativamente l’efficienza di laminazione dell’opera, riducendo così il volume complessivo da invasare per raggiungere i prefissati obiettivi¹⁹.

La localizzazione dell’area invasabile è sostanzialmente la medesima del progetto preliminare 2004, con uno spostamento verso valle di circa 500 m del manufatto di regolazione. Nella nuova configurazione non è più previsto l’invaso 3 (fuori linea - valle), per cui, per occupare sostanzialmente la medesima zona, è necessario spostare a valle il manufatto di regolazione.

Si rimanda al capitolo successivo per la descrizione dettagliata delle opere previste in progetto.

¹⁹ È noto infatti che le casse in linea, se dotate di organi fissi, sono meno efficienti delle casse in derivazione, in quanto tendono a riempirsi precocemente nella fase crescente della piena.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DELLA SOLUZIONE PRESCELTA

3.1 Descrizione della soluzione proposta

La soluzione progettuale selezionata è costituita, come detto, da un invaso “*in linea*” sul t. Baganza, le cui quote sono state ricavate attraverso calcoli preliminari, successivamente verificati mediante simulazioni effettuate tramite modelli numerici statici (*level-pool routing*) e bidimensionali [7]. Sulla base del volume complessivo necessario per la laminazione, è stata definita la geometria dell’invoso che consente di ricavare tale volume, rispettando sostanzialmente i vincoli territoriali e cercando altresì di limitare l’altezza delle arginature e del manufatto di regolazione rispetto al piano campagna.

Per ottenere questi obiettivi parte del volume è stato ottenuto mediante scavo, riducendo la pendenza dell’alveo all’interno della cassa allo 0.2% e prevedendo un abbassamento significativo sia dell’alveo sia del fondo della cassa rispetto alla condizione attuale. Il collegamento fra l’invoso di laminazione e l’alveo del torrente a monte è ottenuto mediante la realizzazione di una serie di briglie. L’abbassamento dell’alveo in corrispondenza delle briglie consentirebbe anche il transito della prosecuzione della strada Pedemontana (oggetto di un approfondito studio riportato in [9]) in modesta elevazione rispetto al piano campagna circostante, riducendone i costi e l’impatto paesaggistico ed ambientale.

Sulla base dei vincoli presenti e della capacità richiesta alla cassa di espansione è stato ubicato il manufatto di regolazione, nonché definita l’estensione planimetrica della cassa (**Figura 3-1**). Il tracciato planimetrico dell’arginatura presenta alcuni vincoli dovuti, in sponda destra, alla presenza della S.P. 56 e di una abitazione e a monte per la presenza dell’attraversamento di un metanodotto.

La definizione dello sviluppo trasversale del manufatto regolatore dipende dal funzionamento idraulico dello scaricatore di superficie, il quale ha l’obiettivo di allontanare le portate di piena eccezionali, in modo che il livello nell’invoso non superi mai la quota di massima ritenuta, la quale si trova al disotto del coronamento degli argini di una quantità pari al franco di sicurezza. Per tale motivo, in prima analisi, si è valutato lo sviluppo dello scaricatore di superficie necessario.

Al vincolo imposto dal regolamento dighe, circa la portata millenaria da smaltire completamente con gli scaricatori di superficie, stimata in $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, si è aggiunto quello imposto dal carico limite sullo stramazzo, che è stato definito pari a 2 m.

Si ottiene così una lunghezza dello stramazzo di circa 250 metri²⁰. Il risultato evidenzia una forte differenza tra la lunghezza del ciglio sfiorante e la larghezza dell'alveo attuale, dell'ordine di 100-120 m. Si è ritenuto che una diga rettilinea di circa 250 m di lunghezza non fosse tecnicamente ed economicamente proponibile, comportando necessariamente anche la realizzazione di un impalcato da ponte soprastante ed una vasca di dissipazione al piede pressoché delle stesse dimensioni.

Si è quindi optato per una soluzione alternativa, ponendo come vincoli uno sviluppo trasversale del manufatto entro i 120-130 m e, al contempo, il mantenimento di un carico sullo stramazzo pari a 2 m, per evitare arginature di eccessiva altezza ed impatto.

L'idea progettuale sviluppata per massimizzare lo sviluppo della soglia di sfioro ha preso spunto dalla configurazione del manufatto, già esistente, realizzato sulla cassa d'espansione del Torrente Parma. In particolare, si è ritenuto opportuno adottare sfioratori della tipologia a "*becco d'anatra*", i quali attraverso un'opportuna conformazione geometrica, riescono a garantire uno sviluppo del ciglio sfiorante dello stramazzo superficiale consono con quello di progetto, contenendo l'ingombro della struttura portante del manufatto entro i limiti prefissati²¹.

²⁰ Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Idrologico-idraulica allegata al presente progetto.

²¹ È del tutto evidente che le successive fasi progettuali, in particolare quella definitiva, degli interventi potranno affinare tale tipologia di sfioratore in funzione dei successivi approfondimenti e/o indicazioni/prescrizioni conseguenti allo svolgimento dell'iter approvativo previsto dalla legge

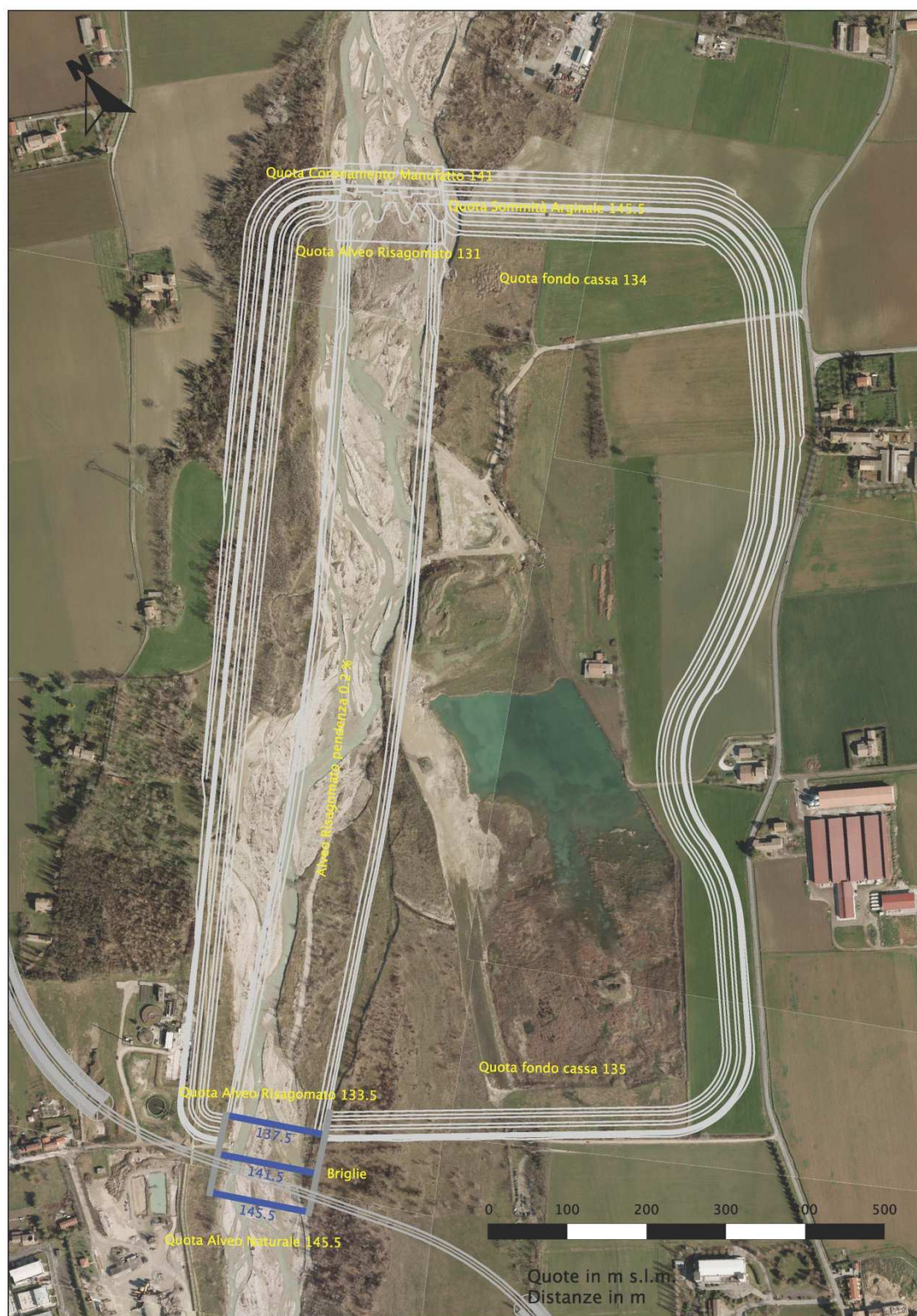


Figura 3-1 – Configurazione e principali quote di progetto della cassa di espansione.

Tali dispositivi presentano una sagoma del tipo di quella riportata nella **Figura 3-2**, con una sezione trasversale sagomata secondo un profilo Creager–Scimemi nella parte rettilinea e tenendo conto dell'interferenza della vena convergente nella parte apicale, basandosi anche sugli studi relativi agli scaricatori a calice ²².

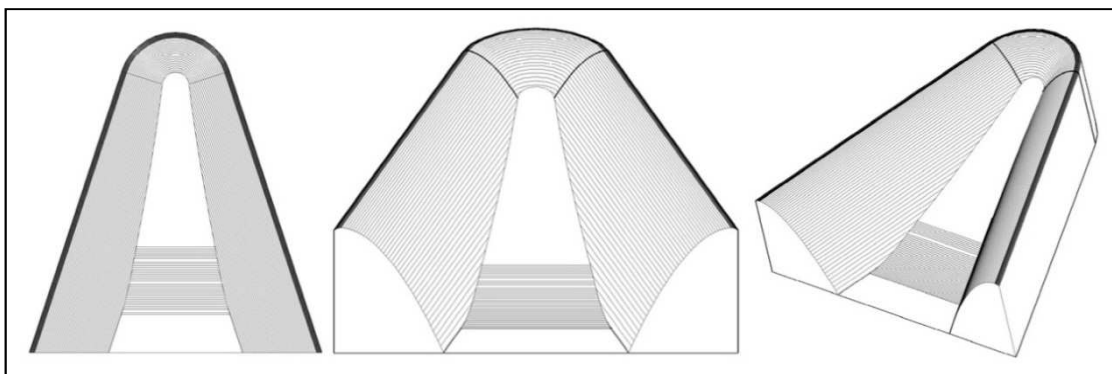


Figura 3-2 – Configurazione di uno scaricatore di superficie “a becco d’anatra”.

L'adozione di tale forma ha permesso quindi di impostare una configurazione di progetto dello sbarramento di lunghezza pari a 129 m, senza tener conto dei muri d'ala atti all'immorsamento della diga nel rilevato arginale e, al contempo, garantendo una lunghezza di sfioro effettivo adeguata. Come si può notare dalla **Figura 3-3** e dal *rendering* 3D riportato nella **Figura 3-4**, la configurazione di progetto del manufatto è costituita da quattro becchi d'anatra, in cui i due centrali ad asse rettilineo e quelli laterali inclinati. Tali becchi sono intercalati da tre tratti di sfioro rettilinei in corrispondenza delle luci di fondo, di larghezza pari a 10 m ciascuno.

In definitiva gli elementi caratteristici dell'invaso della cassa di espansione (**Figura 3-1**) sono i seguenti:

- l'alveo sistemato del torrente Baganza ha una quota di monte di 133.5 m s.l.m. e una di valle, al piede dello sbarramento, di 131.0 m s.l.m., con una pendenza media dello 0.2% il collegamento fra l'invaso di laminazione e l'alveo del torrente a monte è ottenuto mediante la realizzazione di una serie di briglie: l'abbassamento dell'alveo in corrispondenza di tali opere consentirebbe, tra l'altro, anche il transito della prosecuzione della strada Pedemontana secondo

²² È del tutto evidente che una simile configurazione richieda, data la sua complessità, una modellazione fisica a scala adeguata.

- il fondo della cassa presenta una quota di monte di 135.0 m s.l.m. e una quota di valle di 134.0 m s.l.m.;
- due argini di modesta altezza separano l'alveo dalle zone di espansione; essi hanno una quota di monte di 136.5 m s.l.m. e una di valle di 135.0 m s.l.m.. Sugli stessi, in prossimità del manufatto, sono presenti due finestre, che portano la quota dell'argine da 135.0 a 134.0 m s.l.m. per una larghezza di 4 m e per garantire lo svuotamento totale della cassa;

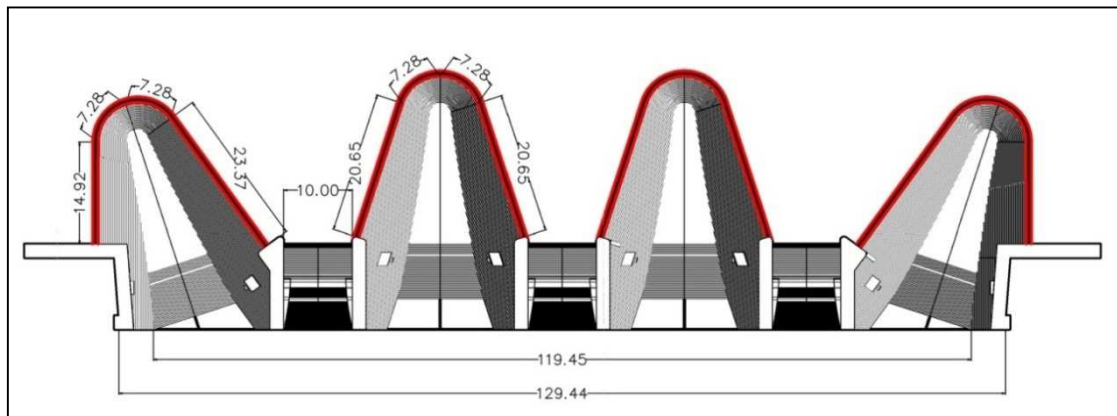


Figura 3-3 – Configurazione di progetto del manufatto regolatore (da [7]).

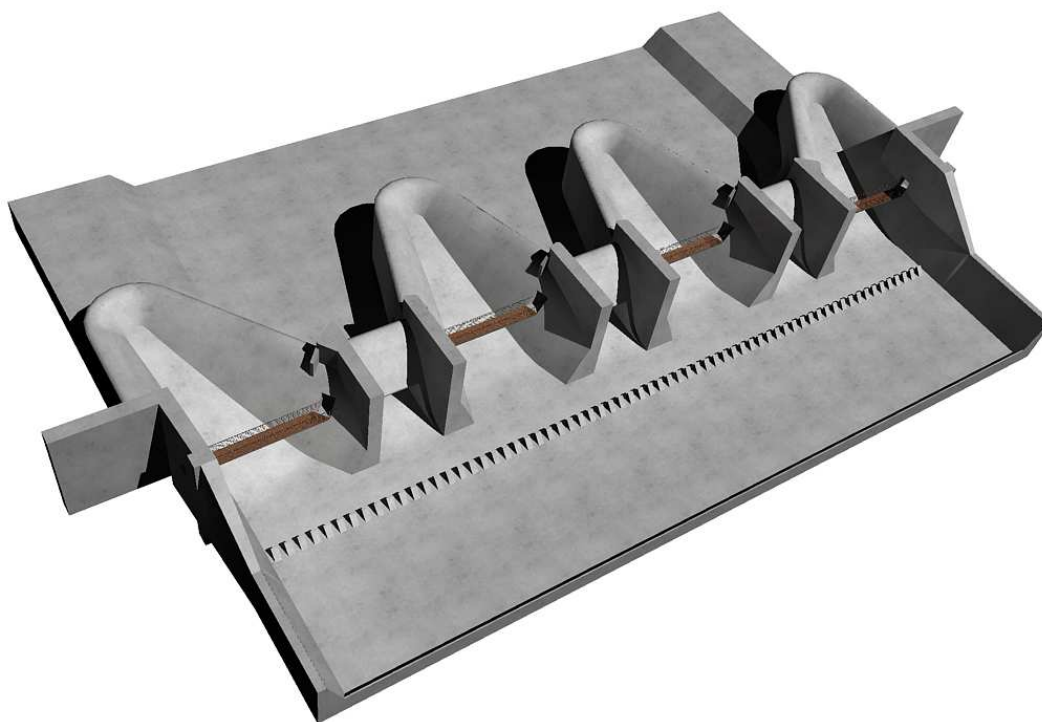


Figura 3-4 – Rendering 3D del progetto del manufatto regolatore e della vasca di dissipazione (da [7]).

- gli argini perimetrali hanno il coronamento a quota 145.5 m s.l.m. Essi si elevano al massimo rispetto al piano campagna a valle, posto a quota 131.5 m s.l.m., di circa 14 m; l'elevazione si riduce progressivamente verso monte, fino ad azzerarsi ove il piano campagna medesimo raggiunge la quota di 145.5 m s.l.m. (**Figura 3-1**). Procedendo ulteriormente verso monte la cassa non è più arginata ed il volume a disposizione si ottiene solo mediante scavo;
- l'alveo del torrente Baganza all'interno dell'invaso avrà una pendenza costante del 2 per mille, contro una pendenza naturale attuale del 1.5%, partendo dalla quota di monte di 133.5 m e arrivando a valle, dopo aver percorso 1200 m, al piede dello sbarramento, alla quota di 131.0 m; la larghezza costante è pari a 100 m. Entrambe le scarpate arginali hanno una pendenza di 2:1 e terminano sulla sommità dell'arginello, in modo da assicurare un contenimento di almeno 3 m a monte, che si incrementa a 4 m a valle, in corrispondenza del manufatto. Ciò per garantire sia il contenimento in alveo della portata di 300 m³/s, nonostante l'effetto di rigurgito operato dal manufatto, che per garantire il riempimento della cassa da valle che è uno dei requisiti fondamentali per evitare eccessi-

ve velocità in fase di riempimento e garantire un buon funzionamento della cassa. La funzione degli arginelli è appunto quella di garantire che per portate modeste del torrente la cassa non venga invasata; solo quando la portata supera i $290 \text{ m}^3/\text{s}$ la cassa inizia ad invasarsi, in modo da non sprecare anticipatamente parte del volume disponibile;

- Le arginature perimetrali della cassa (di volume complessivo pari a ca. $545'000 \text{ m}^3$) hanno una pendenza di 2:1 intervallata ogni 5 m di dislivello da banche della larghezza di 4.0 m (aventi lo scopo sia di interrompere il ruscellamento che di permettere di muoversi agevolmente sugli argini per ispezioni e manutenzioni). Il coronamento dell'argine, posto a quota di 145.5 m s.l.m., è largo anch'esso 5.0 m per consentire il transito di mezzi di servizio. Al fine di garantire la necessaria tenuta idraulica, in relazione al fatto che il corpo arginale sarà realizzato con materiale proveniente dagli scavi (con caratteristiche di impermeabilità non particolarmente elevate), si prevede la formazione di un diaframma impermeabile mediante colonne di jet-grouting compenstrate del diametro non inferiore a 80 cm. Gli argini terminano nella parte esterna dell'opera sul piano campagna, mentre all'interno alla quota di progetto, che è inferiore al piano campagna stesso. Le arginature presentano una lunghezza lineare di circa 2'200 m.

L'opera comporta lo scavo di circa 3.2 milioni di m^3 di materiale e un volume di riporto per la realizzazione delle arginature pari a circa $545'000 \text{ m}^3$ ²³.

Di seguito vengono riassunti i principali dati della soluzione di progetto:

<i>Massimo volume di invaso (quota idrica 143 m s.l.m.)</i>	6.2 milioni di metri cubi
<i>Massimo volume alla soglia di sfioro (quota idrica 141 m s.l.m.)</i>	4.7 milioni di metri cubi
<i>Lunghezza del ciglio sfiorante</i>	250 metri
<i>Larghezza del manufatto di regolazione</i>	130 metri
<i>Volume complessivo di cls manufatto di regolazione</i>	c.a. 60'000 metri cubi
<i>Superficie dello specchio d'acqua a massimo invaso</i>	74 ettari circa
<i>Altezza massima del manufatto regolatore (rispetto al piano di fondazione)</i>	12 metri

²³ A tale volume andrà sommata una quota parte aggiuntiva, qui non considerata, per la realizzazione delle rampe di accesso e di raccordo

Altezza massima del manufatto regolatore (rispetto alla soglia delle luci di fondo)	10 metri
Altezza massima delle arginature principali	13 metri
Lunghezza complessiva arginature principali	2'200 metri
Altezza massima delle arginature secondarie	4 metri
Portata uscente (evento duecentennale, scavo completo), con manovra paratoie	430 metri cubi al secondo
Portata uscente (evento duecentennale, scavo parziale), con manovra paratoie	500 metri cubi al secondo
Portata uscente (evento duecentennale, scavo completo), luci parzializzate a 2.10 m	500 metri cubi al secondo
Portata uscente (evento centennale, scavo completo), con manovra paratoie	300 metri cubi al secondo

3.2 **Fattibilità dell'intervento**

3.2.1 *Esiti delle indagini geologiche e geotecniche*

Gli approfondimenti in merito agli aspetti geologici e geotecnici svolti dal DICATeA dell'Università degli studi di Parma, anche con il supporto della ditta SOGEO S.r.l. che ha realizzato diverse prove ed indagini (vedi elaborato BAG 1.03), hanno evidenziato in particolare che:

- l'area in cui è prevista la realizzazione della cassa di espansione è caratterizzata da un litotipo più superficiale prevalentemente ghiaiosa (Orizzonte 1) e ghiaiosa in matrice limo-argillosa (Orizzonte 2);
- al di sotto di questo primo e più superficiale strato di terreno, ad una profondità compresa tra di spessore variabile da 17 a 32 m dal p.c. è posto un orizzonte di natura più coesiva ed impermeabile (Orizzonte 3);
- la soggiacenza media della falda è superiore ai 4-5 metri dal piano campagna, e risente significativamente della vicinanza dell'alveo inciso del t. Baganza, nonché di un'ampia superficie, in destra idraulica oggetto di attività estrattive ora ultimate.

Gli esiti delle indagini geologiche e geotecniche, e le successive modellazioni idrogeologiche dell'acquifero (vd. elaborato BAG 1.04) hanno suggerito di prevedere una diaframmatura impermeabile interna al corpo arginale, estesa dalla quota 141.00 m s.l.m. (sfioro manufatto regolatore) fino al raggiungimento del substrato impermeabile (Orizzonte 3).

Si rimanda all'elaborato BAG 1.03 per maggiori dettagli sulle indagini preliminari di natura geologica e geotecnica, ed al già citato elaborato BAG 1.04 per una prima modellazione numerica dell'acquifero.

3.2.2 *Esiti delle indagini idrologiche ed idrauliche*

Gli esiti delle indagini idrologiche ed idrauliche sono riportati nel precedente capitolo relativo alla scelta delle alternative (vd. in particolare Paragrafo 2.4), in quanto strettamente funzionali alla definizione della migliore soluzione possibile dell'opera preposta al controllo delle piene del t. Baganza.

In sintesi, la cassa di espansione in progetto consente:

- con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo ultimato della cassa ($3.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $430 \text{ m}^3/\text{s}$;
- con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo parziale della cassa ($1.9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $500 \text{ m}^3/\text{s}$;
- con le 3 paratoie parzializzate a 2.10 m (anziché 3.00, massima apertura delle luci) ed a scavo ultimato della cassa ($3.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento bi-secolare, a circa $500 \text{ m}^3/\text{s}$;
- con un'opportuna manovra delle paratoie ed a scavo ultimato della cassa ($3.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), di limitare la portata massima uscente, in occasione di un evento secolare, a circa $300 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si rimanda all'elaborato BAG 1.04 per tutte le valutazioni di dettaglio, di natura idrologica ed idraulica, che nella presente relazione sono riportate a livello di sintesi.

3.2.3 *Esiti delle indagini archeologiche e di vincolo*

Le preliminari indagini archeologiche sono state riportate nell'elaborato BAG 1.05: in questa sede ci si limita ad evidenziare in particolare un'area a rischio potenziale nella parte nord della cassa d'espansione in progetto, che potrà essere verificata tramite la realizzazione di trincee esplorative.

Non vi sono altre dirette interferenze con i siti posti al margine est della cassa, in quanto si trovano oltre i 250 m dall'opera in progetto.

Si ritiene poi a basso rischio archeologico potenziale la fascia est dell'area, che ricade su campi agricoli, perché questa zona è già stata oggetto in passato di ricognizioni di superficie da parte di appassionati locali, i quali non hanno segnalato altre zone oltre alle aree cartografate.

Per quanto attiene agli aspetti di vincolo, si rimanda all'elaborato BAG 1.06: dall'analisi degli strumenti di pianificazione urbanistica a livello comunale (PSC) e sovracomunale (PTCP e PTPR) non sono emerse destinazioni d'uso per la zona oggetto di studio che siano in contrasto con la realizzazione della cassa di espansione. Si nota invece, come, ai diversi livelli di pianificazione territoriale, siano sottolineate da un lato la necessità di preservare da una eccessiva antropizzazione l'area di pertinenza fluviale e dall'altro la possibilità di realizzare, in tale area, opportune opere di difesa idraulica.

La realizzazione dell'invaso per la laminazione delle piene nel tratto di torrente analizzato appare così:

- adeguato dal punto di vista idraulico in virtù delle caratteristiche morfologiche che il Torrente Baganza assume in quel tratto: pendenza non eccessiva e sezione fluviale non troppo canalizzata e sufficientemente larga;
- in linea con le indicazioni previste nei piani elaborati ai diversi livelli di pianificazione che sottolineano la necessità di preservare le caratteristiche ambientali e paesaggistiche della zona.

Per quanto attiene infine agli aspetti paesaggistici e vegetazionali, dallo studio di prefattibilità ambientale (elaborato BAG 1.06 già citato) è emerso che gli impatti più significativi sono a carico delle acque superficiali (il T. Baganza stesso), delle acque profonde (la falda) e della flora intesa più in termini di paesaggio e di impatto visivo dell'opera. Sarà quindi a beneficio di tali componenti che si orienteranno le misure di mitigazione e di compensazione. Il progetto di dettaglio di tale misure compensative è peraltro previsto, per legge, nelle successive fasi progettuali.

3.3 **Accessibilità ed interferenze**

La localizzazione della cassa di espansione sul t. Baganza costituisce una scelta ottimale anche in relazione all'accessibilità all'utilizzo ed alla manutenzione delle opere ad essa connessa, grazie alla vicinanza ad arterie viabilistiche del tutto adeguate: oltre alla Strada Provinciale n°56, che collega Felino a San Ruffino-Gaione-Parma, occorre menzionare anche il futuro tracciato della "Pedemontana". In merito alle interferenze (vd. tavola BAG 1015), si segnalano principalmente le seguenti infrastrutture:

- metanodotto SNAM con attraversamento in subalveo, posto sul confine meridionale della cassa, e con tracciato compatibile con l'ingombro esterno della cassa previo mantenimento della idonea distanza di rispetto del ciglio di scavo;
- linea elettrica di alta tensione TERNA, che 'taglia' l'area della cassa in direzione sud-nord con due tralicci: mentre quello in posizione più meridionale (rif. N 377 – P 176 A) potrà essere 'aggirato' dal limite di scavo con una modifica locale del limite di ingombro della cassa, per il traliccio centrale occorrerà procedere con opportune sottofondazioni (es. pali o micropali) in funzione delle richieste che verranno formulate dall'ente gestore in sede autorizzativa; in ogni caso, i probabili oneri sono stati stimati ed accantonati tra le somme a disposizione;
- linea elettrica di bassa tensione ENEL, in buona parte a servizio della ex cascina "Casanova Varrone" che dovrà essere demolita e quindi tale ramo della linea di BT potrà essere di smesso; per il ramo che va ad alimentare la C.na Peri si provvederà allo spostamento in posizione non interferente con le arginature della cassa; anche in questo caso, i probabili oneri sono stati stimati ed accantonati tra le somme a disposizione;
- impianto di depurazione di Sala Baganza e relativa fognatura: il limite di scavo a sud-ovest della cassa potrà essere adeguato in funzione delle esigenze che l'ente gestore segnalerà in sede di rilascio del proprio parere; si evidenzia in ogni caso che le strutture a confine con la cassa sono sostanzialmente aree cortilizie e di stoccaggio rifiuti, mentre le vasche e gli impianti si trovano in posizione arretrata di ca. 50 metri dal confine stesso.

3.4 **Accertamento in ordine alla disponibilità delle aree**

Nell'ambito del presente progetto preliminare, si è provveduto, ai sensi dell'Art. 93 comma 3 del D.Lgs. 163/06, a redigere il *Piano particellare preliminare delle aree* (elaborato BAG 1.09) al fine di consentire l'avvio delle procedure espropriative, ed a stimare sommariamente le somme da accantonare per l'occupazione - temporanea o definitiva - delle aree di intervento (riportato nel quadro economico degli interventi, vedi elaborato BAG 1.08).

Sono stati acquisiti i fogli catastali relativi ai comuni di Collecchio, Parma e Sala Baganza (vedi elaborato BAGP 1106) e sono state eseguite le visure al catasto terreni o fabbricati.

La quantificazione degli oneri di esproprio è stata effettuata in ottemperanza a quanto indicato nel D.P.R. n° 327 del 08.06.01 "*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari di espropriazione per pubblica utilità*": per l'indennità di esproprio si è applicato, alla superficie di ingombro delle opere, il valore agricolo attuale, determinato sulla base dell'effettivo utilizzo del suolo per le regioni agrarie nn°4 e 5 della provincia di Parma anno 2013; inoltre è stata considerata, come previsto dal già citato D.P.R. 327/2001, un'indennità aggiuntiva al proprietario coltivatore diretto che sarà costretto ad abbandonare in tutto od in parte i fondi coltivati. L'importo unitario per l'occupazione temporanea (una fascia di 10 m esterna al limite di occupazione definitiva delle opere) è stato invece assunto pari ad 1/12 del valore agricolo, per 2 anni di durata dell'occupazione stessa (per la sola realizzazione delle arginature: per le restanti opere le aree sono infatti oggetto di occupazione definitiva).

In questa sede non è stato previsto alcun costo per l'acquisizione delle peraltro limitate aree reliquate (sostanzialmente concentrate sul lato est della cassa, tra l'opera ed il tracciato della S.P.56): ciò anche per tenere in conto un probabile futuro allargamento di tale arteria viabilistica provinciale.

Si sottolinea, come già precisato in precedenza, che l'accessibilità alle aree è consentita direttamente dalla S.P. 56 o da Strada comunale Farnese: non si ritiene, in questa fase di progettazione, di dover prevedere ulteriori oneri per occupazioni temporanee e/o permanenti finalizzate alla realizzazione delle piste di accesso alle aree.

Infine è stata tenuta in considerazione anche una perdita per frutti pendenti forfetariamente valutata in €/mq. 0,20 sulle sole aree private coltivate a seminativo o seminativo irriguo.

Complessivamente sono interessate da occupazioni temporanee o definitive ca. 83.29 ha di superficie, di cui 52.86 ha (pari al 63.47 %) private e 30.43 ha (pari al 36.53 %) demaniali.

3.5 *Indirizzi per la redazione del progetto definitivo*

Nel presente paragrafo sono descritte le attività di approfondimento da effettuarsi nell'ambito dei successivi gradi di progettazione; gli oneri previsti per queste attività sono stati inseriti nel quadro economico (vedi elaborato BAG 1.08).

3.5.1 *Rilievi Topografici*

Nei successivi gradi di progettazione sarà necessario effettuare un rilievo topografico integrativo, con restituzione di un piano quotato delle aree in scala almeno pari a 1:200, opportunamente esteso su tutte le aree interessate in cui è prevista l'ubicazione delle arginature ed in particolare del manufatto di regolazione.

3.5.2 *Approfondimento delle indagini Geognostiche*

A completamento delle indagini geognostiche eseguite dal DICATeA dell'Università degli studi di Parma per conto di AIPO, non si prevedono ulteriori prove ed indagini finalizzate a determinare i parametri geotecnici fisici e meccanici del terreno.

Tuttavia, a titolo cautelativo ed in relazione al fatto che alcune delle prove eseguite (vd. elaborato BAG 1.03 Relazione geologica e geotecnica) sono state ritenute inattendibili a causa dell'inutilizzabilità dei campioni prelevati, è bene considerare l'opportunità di eseguire ulteriori e limitati sondaggi e prove geotecniche atte a confermare:

- localmente, la stratigrafia del terreno;
- i livelli piezometrici locali relativamente all'acquifero superficiale ed al primo acquifero confinato;
- la permeabilità in sito dei terreni;
- l'azione sismica locale;

- le proprietà chimico fisiche dell'acquifero;
- le caratteristiche meccaniche dei terreni del sottosuolo.

Sulla base di queste necessità sono ipotizzabili le seguenti prove da realizzarsi sui terreni di fondazione:

- esecuzione di n°2 sondaggi a carotaggio continuo con profondità variabile da 10 a 35 m;
- esecuzione di ulteriori prove, dai campioni prelevati nei sondaggi aggiuntivi, per la caratterizzazione meccanica dei terreni: classificazione granulometrica, parametri fisici, prove di taglio, prove edometriche;
- analisi chimiche e fisiche sui terreni finalizzate alla caratterizzazione delle "terre e rocce da scavo" ai sensi della normativa vigente.

3.5.3 Studi di approfondimento propedeutici al progetto definitivo ed al S.I.A.

Si elencano di seguito, a titolo indicativo ma non limitativo, i principali temi meritevoli di approfondimenti attraverso studi specialistici propedeutici alla redazione del progetto definitivo e dello Studio di Impatto Ambientale:

- modello idrogeologico opportunamente esteso volto ad approfondire l'interazione della nuova opera, nelle diverse configurazioni di funzionamento, con la falda;
- analisi del trasporto solido del T. Baganza e valutazione delle interazioni della nuova opera;
- analisi morfologica e delle tendenze evolutive del corso d'acqua del T. Baganza esteso in un tratto di lunghezza opportuna a monte e valle dell'opera in progetto;
- studio dell'impatto acustico delle attività di cantiere in relazione alla presenza di recettori prossimi alle aree di intervento.

3.5.4 Affinamenti progettuali

Nell'ambito della redazione del progetto definitivo dovranno essere approfonditi i seguenti aspetti:

- posizionamento pianoaltimetrico delle opere e dei manufatti in relazione al recepimento di eventuali osservazioni/prescrizioni di Enti terzi;

- progettazione dei manufatti con particolare attenzione ai requisiti prestazionali idraulici in relazione alle più severe condizioni di funzionamento (interazione con il trasporto solido, presenza di materiale flottante, eventuali opere di presidio, ecc.) e alle indicazioni specifiche derivanti anche dalle “*Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)*” di cui al D.M. 26/06/2014; a supporto di tale progettazione è indispensabile la realizzazione di un modello fisico, a scala adeguata, del manufatto e della vasca di dissipazione;
- caratteristiche dei materiali da impiegare nella realizzazione sia delle opere in materiali sciolti (arginature) sia dei manufatti in conglomerato cementizio armato ed eventualmente in acciaio (ad es. impalcato del ponte di servizio in coronamento sulle soglie di sfioro);

3.6 Cronoprogramma delle fasi attuative

Nel seguito si riporta una indicazione dei tempi prevedibili per lo svolgimento delle successive attività di progettazione, approvazione, esecuzione e collaudo:

• progettazione definitiva	6 mesi
• acquisizione pareri	9 mesi
• progettazione esecutiva	6 mesi
• approvazione del progetto	3 mesi
• esecuzione dei lavori	48 mesi
• collaudi	6 mesi
TOTALE	78 mesi

Pertanto, a partire dalla data di presentazione del presente progetto preliminare, si prevede che l'iter realizzativo delle opere oggetto dell'intervento duri circa 6,5 anni.

4. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

4.1 Articolazione dell'intervento in stralci funzionali e fruibili

Al fine di raggiungere la completa funzionalità dell'opera è indispensabile la sua realizzazione in un unico stralcio funzionale. È peraltro ipotizzabile che lo scavo del fondo della cassa possa avvenire in fasi successive, anche in funzione dell'iter approvativo delle necessarie varianti al PIAE che potranno definire successive fasi di lavorazione per le attività estrattive.

In ogni caso, già eseguendo il solo scavo indispensabile alla realizzazione delle arginature l'invaso renderebbe disponibili più di 2 milioni di m³ alla quota del ciglio sfiorante; ciò consentirebbe, ad esempio, di laminare un evento di 20 anni di tempo di ritorno regolando la portata uscente sul valore di ca. 200 m³/s, l'evento cinquantennale rilasciando una portata di poco superiore a 300 m³/s, e l'evento centennale regolando la portata uscente sul valore di ca. 550 m³/s.

4.2 Calcoli estimativi giustificativi della spesa, quadro economico e fonti del finanziamento

L'intervento non è al momento interamente finanziato, e si è provveduto alla richiesta d'inserimento nel piano antidissesto idrogeologico ([#italiasicura](https://italiasicura.governo.it), italiasicura.governo.it).

Nell'elaborato BAG 1.08 vengono allegati il *Quadro economico* (riportato anche in coda al presente paragrafo), il *Calcolo sommario della spesa* e l'*Elenco prezzi* degli interventi, effettuato sulla base dei prezzi unitari di riferimento dei seguenti prezziari ufficiali:

- prezzario AIPO edizione corrente (versione 2007, Det. n°1346 del 20/07/2007, aggiornata secondo indicazioni ricevute direttamente dal committente);
- prezzario regionale (DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 17 GIUGNO 2014, N. 858 'Aggiornamento Elenco regionale dei prezzi per lavori e servizi in materia di difesa del suolo, della costa e bonifica, indagini geognostiche, rilievi topografici e sicurezza - Annualità 2014').

QUADRO ECONOMICO (Art. 16 del D.P.R. 207/2010)			
A	Lavori:		
A	Importo totale lordo dei lavori, di cui:		€ 37'553'821.01
A1	soggetti a ribasso	€ 25'238'184.16	
A2	oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 1'502'152.84	
A2	costo della manodopera non soggetto a ribasso	€ 10'890'608.09	
B	Somme a disposizione della stazione appaltante:		
b.1	Lavori in economia previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	€ -	
b.2	Rilievi, accertamenti ed indagini (<u>esclusi contributi e IVA</u>)	€ 100'000.00	
b.3	Allacciamenti ai pubblici servizi ed oneri per spostamento linee ENEL, ITALGAS e TELECOM interferenti (inclusa IVA)	€ 200'000.00	
b.4	Imprevisti ed arrotondamenti, compreso il recupero del ribasso di gara (inclusa IVA)	€ 398'207.38	
b.5	Acquisizione aree o immobili, risarcimento danni per passaggi su proprietà private	€ 4'980'812.78	
b.6	Accantonamento di cui all'art. 133, c. 3 e 4 del Cod.	€ 375'538.21	
b.7	Spese tecniche e collaudi (<u>esclusi contributi e IVA</u>):	€ 2'112'500.00	
b.8	Spese per pubblicità e opere artistiche (inclusa IVA)	€ 25'000.00	
b.9	IVA, altre imposte e contributi:		
b.9.1	I.V.A. 22% (su A, b2, b7)	€ 8'767'620.62	
b.9.2	Contributi di legge	€ 86'500.00	
b.10	Conferimento in discarica di eventuali rifiuti rinvenuti in alveo (inclusa IVA)	€ 400'000.00	
	Totale somme a disposizione dell'Amministrazione	€ 17'446'178.99	€ 17'446'178.99
	FINANZIAMENTO		€ 55'000'000.00

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] DICATeA-RER Servizio Provinciale Difesa del Suolo Risorse Idriche e Forestali (2003) *“Studio della messa in sicurezza del territorio parmense, con particolare riferimento alla realizzazione della cassa di espansione sul Torrente Baganza- Relazione Idrologica”*.
- [2] DICATeA-RER Servizio Provinciale Difesa del Suolo Risorse Idriche e Forestali (2003) *“Studio della messa in sicurezza del territorio parmense, con particolare riferimento alla realizzazione della cassa di espansione sul Torrente Baganza- Relazione Idraulica”*.
- [3] Studio Maione Ingegneri Associati - RER Servizio Tecnico bacini Taro-Parma (2004) *“Cassa di laminazione sul T. Baganza nei comuni di Collecchio, Parma e Sala Baganza – Progetto preliminare”*.
- [4] DICATeA-AIPo (2008) *“Prove su modello fisico del manufatto regolatore della cassa di espansione sul torrente Parma”*
- [5] DICATeA-AIPo (2008) *“Cassa di espansione sul torrente Parma: Quinta fase di invasi sperimentali (17 marzo-31 luglio 2008)”*
- [6] DICATeA-AIPo (2008) *“Cassa di espansione sul torrente Parma: Quinta fase di invasi sperimentali (17 marzo-31 luglio 2008)”* Allegato C: Portate Uscenti dalla Cassa di Espansione in Funzione del Grado di Apertura delle Paratoie.
- [7] DICATeA-AIPo (2012) *“Aggiornamento delle analisi idrologiche e revisione del progetto preliminare della cassa di espansione sul torrente Baganza”*
- [8] DICATeA-AIPo (2012) *“Modellazione 2D del tratto del torrente Parma: da Colorno alla confluenza in Po, con possibili scenari di sistemazione; da Parma a Colorno, con possibili interventi volti a migliorare l'effetto di laminazione”*.
- [9] DICATeA-AIPo (2012) Revisione del progetto preliminare del collegamento tra la S.P. n. 56 e la S.P. n. 15 con nuovo ponte sul Baganza, Valutazione trasportistica sulle possibili alternative di progetto ed implicazioni sulla viabilità esistente.