

COMMITTENTE:

21



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD – PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



U.O. : PRODUZIONE SUD E ISOLE

PROGETTO PRELIMINARE

LINEA PESCARA – BARI
RADDOPPIO TERMOLI (e) – LESINA (e)

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica 2/3

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

L 0 3 2 0 2 R 1 1 RH I D 0 0 0 2 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato; Data
A	Emissione	R. Velotta	Dic 2012	R. Lauriciana	Dic 2012	F. Gernone	Dic. 2012	<p>UFFICIO TECNICO SACCHI LESINA Municipalità di Roma 12/12/2012</p>

File: L03202R11RHID0002001_1.DOC

n. Elab.: X



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica 2/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	02	R11 RH	ID 00 02 001	1	2 di 15

INDICE

1. PREMESSA	3
2. L'ASSETTO IDRAULICO DEL FIUME BIFERNO ALLA LUCE DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	4
2.1. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO.....	6
2.2. DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI PERICOLOSITÀ	7
3. VERIFICA IDRAULICA DEL VIADOTTO SUL FIUME BIFERNO.....	11
4. ATTRAVERSAMENTI MINORI	13



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica 2/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	02	R11 RH	ID 00 02 001	1	3 di 15

1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono illustrate le metodologie utilizzate nonché i risultati conseguiti nell'ambito dello studio dell'interazione dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato della linea ferroviaria Termoli-Lesine Lotto 2.

In particolare interferiscono con l'opera di progetto il Fiume Biferno nonché alcuni corsi d'acqua minori.

Per quanto attiene il fiume Biferno, attese le peculiarità dell'assetto fluviale dell'area di interesse, lo studio si è posto, in particolare, la finalità di valutare l'entità dei franchi idraulici di sicurezza dell'opera di attraversamento dell'alveo inciso, nonché le eventuali interazioni. Le analisi condotte hanno mostrato che compatibilmente con il grado di approfondimento della progettazione preliminare risultano garantite le prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione allegate al PPAI. Ad una successiva analisi di dettaglio si rimanda l'approfondimento di fenomeni di interazione locale a ridosso delle pile che insistono nelle aree inondate. Per i corsi d'acqua minore, la cui interferenza è stata risolta prevedendo tombini, si sono assunte valide le condizioni di moto uniforme.

Il presente studio è stato condotto nel rispetto delle norme tecniche contenute nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PPAI) - Approvato dal Comitato Tecnico nella seduta n. 25 del 16-12-2004 ed Adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 87 del 28-10-2005, nonché con le prescrizioni del manuale di progettazione Italferr.



LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica 2/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	02	R11 RH	ID 00 02 001	1	4 di 15

2. L'ASSETTO IDRAULICO DEL FIUME BIFERNO ALLA LUCE DEL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'analisi dell'assetto idraulico del tratto del fiume Biferno di interesse per il presente progetto è stata condotta, relativamente alle condizioni ante-operam, sulla scorta delle risultanze indicate dall'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore nel Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PPAI)- Approvato dal Comitato Tecnico nella seduta n. 25 del 16-12-2004 ed Adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 87 del 28-10-2005- ed in particolare nella Relazione Generale.

Le attività condotte possono essere sintetizzate nei seguenti tre punti:

- Acquisizione e archiviazione dei dati di base;
- Elaborazione delle carte tematiche di studio e di pianificazione;
- Definizione degli interventi strutturali e non strutturali.

Le diverse attività sono state relative sia all'assetto di versante che all'assetto idraulico.

Durante la fase di acquisizione dei dati di base si è proceduto all'informatizzazione e omogeneizzazione dei dati raccolti.

Nella fase di elaborazione delle carte tematiche di studio e di pianificazione sono state condotte le attività per la predisposizione del quadro conoscitivo e sono state avviate le elaborazioni necessarie alla fase di definizione degli interventi.

Infine nella fase di definizione degli interventi strutturali e non strutturali si è proceduto, sulla base delle elaborazioni condotte nella fase precedente a definire gli interventi strutturali per la messa in sicurezza valutandone il costo relativo e gli interventi non strutturali che si concretizzano nelle Norme di Piano per l'uso del territorio e nelle attività di monitoraggio.

L'analisi idraulica propedeutica alla redazione di tale studio è sinteticamente sintetizzata di seguito.

Tale analisi, finalizzata alla definizione della pericolosità, è stata riservata alla parte più significativa dell'area di studio, in sostanza le fondovali più urbanizzate, che coincidono con quelle più larghe e quelle ove i corsi d'acqua principali hanno subito maggiori processi di antropizzazione.

Per tali aree, si è fatto uso della modellazione idrologica messa a punto, utilizzando gli stessi tempi di ritorno (30, 100, 200, 500 anni) considerati nello studio per il "Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Trigno - parte abruzzese", nonché nel precedente "Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise". Inoltre, le perimetrazioni ricavate su base idrologico-idraulica nell'ambito del suddetto "Studio del rischio idrogeologico nella Regione" sono state acquisite e riverificate alla luce degli affinamenti della caratterizzazione idrologica.

La modellazione idraulica ha riguardato tutte le aste fluviali per le quali erano già disponibili rilievi recenti o per le quali sono stati appositamente effettuati rilievi integrativi. Tra queste, il fiume Biferno dalla sorgente alla foce, per una lunghezza di circa 95 km.

Relativamente, alla modellistica idraulica, è stata generalmente adottata una schematizzazione mono-dimensionale di moto vario, per tener conto dei fenomeni di riduzione del colmo di piena dovuti alla naturale laminazione in alveo e alle eventuali esondazioni. Vale la pena di sottolineare, che un modello di moto permanente, meno oneroso, non è infatti in grado di simulare tali fenomeni, che invece possono essere rilevanti per quei corsi d'acqua che scorrono in alvei poco pendenti, come nella condizione in esame.

Solo un modello di moto vario, inoltre, può simulare un evento di piena in un sistema idraulico complesso in cui ogni corso d'acqua ha tempi di risposta propri e pertanto sussistono sfasamenti temporali tra le onde di piena che talvolta possono risultare anche determinanti nelle modalità di svolgimento del fenomeno inondativo.

Di contro, gli effetti laminativi dovuti a invasi artificiali presenti lungo le aste fluviali sono già stati tenuti in debito conto, ed esplicitamente, nel modello idrologico.

In definitiva, la modellazione idraulica è stata eseguita in moto vario, ma secondo due schemi alternativi:

- ove il corso d'acqua non presenta arginature in rilevato ed il relativo fondovalle si presenta di larghezza contenuta, lo schema impiegato è stato quello del moto mono-dimensionale puro. In particolare sono state risolte le equazioni di St. Venant complete, utilizzando, nel modello numerico, sezioni trasversali sufficientemente estese per comprendere tutto l'alveo di piena straordinaria; nelle aree golenali si è generalmente fatta l'ipotesi che siano prevalenti i fenomeni di accumulo su quelli di trasporto: dette aree pertanto non partecipano al moto ma contribuiscono alla laminazione dell'onda di piena;
- ove il corso d'acqua presenta, al contrario, arginature in rilevato, oppure il suo fondovalle è sensibilmente largo, si è integrato il modello mono-dimensionale puro con un modello di esondazione a macro-celle, ottenendo così un modello quasi-bidimensionale tipo Cunge. Nel modello tipo Cunge l'area potenzialmente inondabile viene immaginata composta da celle elementari connesse idraulicamente tra loro e con l'asta fluviale da soglie sfioranti e la propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene attraverso la sola legge di continuità dei volumi. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti.

La risoluzione spaziale adottata è variabile secondo la disponibilità dei rilievi, mediamente una sezione ogni 500 m. In generale ove possibile la distanza tra due sezioni idrauliche consecutive è stata commisurata alla larghezza del corso d'acqua, e comunque in modo da rappresentare idraulicamente tutte le maggiori discontinuità presenti quali attraversamenti, briglie, traverse, ecc.. Fenomeni localizzati a scala inferiore ai 500 m pertanto possono non risultare descritti, ma ciò è pienamente giustificato in considerazione della scala di indagine del PPAI.

Quanto alla risoluzione temporale, sono stati utilizzati idrogrammi a scansione di 30' e questa è anche la scala temporale della simulazione idraulica, che può considerarsi idonea date le ampiezze dei bacini idrografici e quindi i tempi di risposta tipici di questi sistemi.

Le condizioni al contorno di monte sono state dedotte dalle conclusioni del modello idrologico impiegato che ha fornito una serie di idrogrammi di portata in ingresso, al variare del periodo di ritorno. Tali idrogrammi sono stati applicati in corrispondenza della confluenza con i maggiori affluenti, come immissioni di portata laterali. Come condizione di valle, lo studio del PPAI ipotizza un sovrizzo del livello del mare di 0.5 m in considerazione della forte eventualità di una concomitanza di condizioni meteomarine avverse.

	LINEA PESCARA - BARI					
	LOTTO 00 ELABORATI GENERALI					
Relazione idraulica 2/3	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	L032	02	R11 RH	ID 00 02 001	1	6 di 15

In conclusione per le aree oggetto dello studio idraulico sono state quindi definite le aree inondabili per i tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, sulla base dei livelli idrometrici raggiunti in alveo e nelle macro-celle in cui sono state suddivise le aree di potenziale esondazione.

I risultati dello studio idraulico condotto mostrano che in generale, il fiume Biferno tende a occupare con facilità le aree circostanti che comunque sono morfologicamente di stretta pertinenza fluviale in quanto sedi di barre di sedimenti, rami fluviali minori e tratti abbandonati. A tal proposito, il confronto tra le cartografie attuali e quelle realizzate attorno al 1963 dal Genio Civile di Campobasso mostra che l'andamento planimetrico del fiume è andato soggetto a modificazioni anche sensibili negli ultimi quaranta anni, a conferma della sempre attuale natura di stretta pertinenza fluviale delle aree attraversate, limitatamente al tratto a monte della confluenza del T. Cigno. A valle della confluenza di quest'ultimo, e quindi nella zona di Termoli-Campomarino, il fiume è invece stato regimato e imbrigliato in arginature e l'esondazione avviene con maggior difficoltà.

Scendendo verso valle, i primi allagamenti di una certa estensione si verificano nella zona dello svincolo Biferno Cigno presso Guglionesi, al viadotto Tanassi della S.S. Bifernina; in parte sono imputabili al rigurgito indotto dal viadotto; tali allagamenti interferiscono con le infrastrutture viarie già per $Tr=30$ anni.

Gli allagamenti proseguono con sensibile estensione (già per $Tr=30$ anni) fino allo svincolo del Biferno (zona Zuccherificio del Molise) per insufficienza arginale .

A valle dello Zuccherificio del Molise, e fino alla foce, le arginature sono sufficienti a contenere la piena con $Tr=30$ anni ad eccezione del tratto adiacente al depuratore in loc. Rivolta del Re (zona viadotto autostradale): qui l'arginatura sinistra, almeno dalle risultanze dei rilievi topografici condotti nello "Studio del rischio idrogeologico nella Regione", è localmente più bassa e permette esondazioni che raggiungono la loc. Pantano Basso posta a qualche km di distanza e una parte dell'area a valle della linea ferroviaria Adriatica (per il tramite di un sottovia).

Per eventi con tempo di ritorno 200 anni l'aggravio generale del quadro delle esondazioni riguarda soprattutto l'area del Bosco Tanassi a Guglionesi e l'area industriale ove è ubicato lo Zuccherificio del Molise, la Fabbrica Cavi Elettrici A.C.E., la stazione ferroviaria di Portocannone, lo Stabilimento O.S.I. Italia, lo Stabilimento Fiat e numerosi altri opifici, nonché quella agricola e residenziale a sinistra della foce del Biferno; solo in piccola misura esondazioni avvengono anche a destra della foce.

2.1. Definizione della pericolosità e del rischio idraulico

Sulla base delle risultanze della modellazione idraulica, l'AdB ha proceduto alla definizione della pericolosità e del rischio idraulico, secondo le linee metodologiche coerenti con la normativa vigente e in particolare con l'Atto di Indirizzo e Coordinamento del DPCM 29.9.98.

In particolare, nei comma 1 e 2 dell'art. 1 del D.L. 180 dell'11.06.98, si sottolinea la necessità che la perimetrazione delle aree inondabili sia condotta mediante adeguati studi idraulici e idrogeologici, in corrispondenza di eventi associati a tre diversi tempi di ritorno compresi rispettivamente tra 20 e 50, 100 e 200, 300 e 500 anni. La rappresentazione delle aree perimetrate deve essere effettuata su cartografia a scala non inferiore a 1:25.000, mentre la presenza degli elementi a rischio, costituiti da insediamenti, attività produttive e patrimonio ambientale, deve essere individuata tramite cartografia scala minima 1:25.000 (carta degli elementi a rischio).

La sovrapposizione della carta degli elementi a rischio con quella delle aree inondabili fornisce la carta del rischio classificabile nelle seguenti classi: R1-rischio moderato, R2-rischio medio, R3-rischio elevato, R4-rischio molto elevato.

2.2. Definizione delle classi di pericolosità

La valutazione della pericolosità idraulica è stata condotta nel PPAI utilizzando sia i risultati dell'analisi idraulica (per le aree di fondovalle più importanti, oggetto di rilievo topografico) sia quelli dell'analisi geomorfologica storico-inventariale (per le rimanenti, meno importanti), in modo da coprire tutta l'Area di Studio.

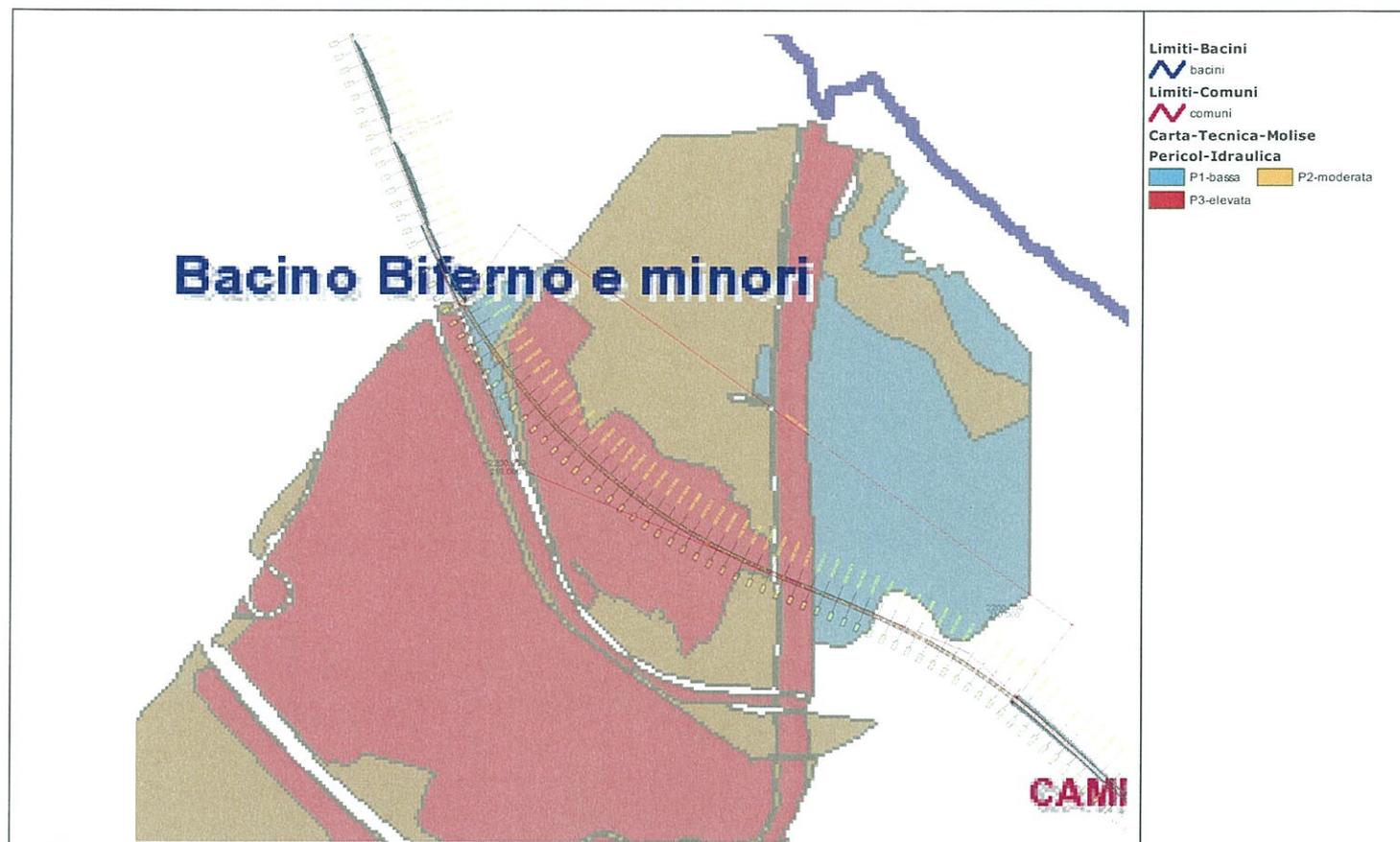
La pericolosità idraulica è stata definita secondo tre classi PI1, PI2, PI3.

Nel caso dei tratti fluviali studiati con il modello idraulico la pericolosità è stata associata al tempo di ritorno.

La seguente Tabella sintetizza le le definizioni delle diverse classi di pericolosità per le aree studiate dall'AdB con il modello idraulico.

Classe di Pericolosità	Tempo di ritorno area inondabile (per le aree studiate su base idraulica)
P3	Inferiore a 30 anni
P2	Tra 30 anni e 200 anni
P1	Tra 200 anni e 500 anni

La Carta della Pericolosità Idraulica è riportata nelle TAVOLE T.04.1-28 (nell'elaborato di studio TAVOLE II.B.3.6.1-28 sulla base cartografica costituita dalla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. Uno stralcio estratto dal SIT dell'AdB relativo alle aree di interesse è riportato nella seguente figura:



La valutazione del rischio è condotta sulla base delle indicazioni contenute nell'“Atto di Indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998 n. 180 (DPCM 29/09/1998)”. Il rischio idraulico viene pertanto articolato in quattro classi: RI1, RI2, RI3 e RI4. La attribuzione delle classi di rischio è condotta sulla base di una tabella a due ingressi ove da un lato vi sono le classi di pericolosità e dall'altro le classi di uso del suolo in analogia con quanto adottato in studi precedenti.

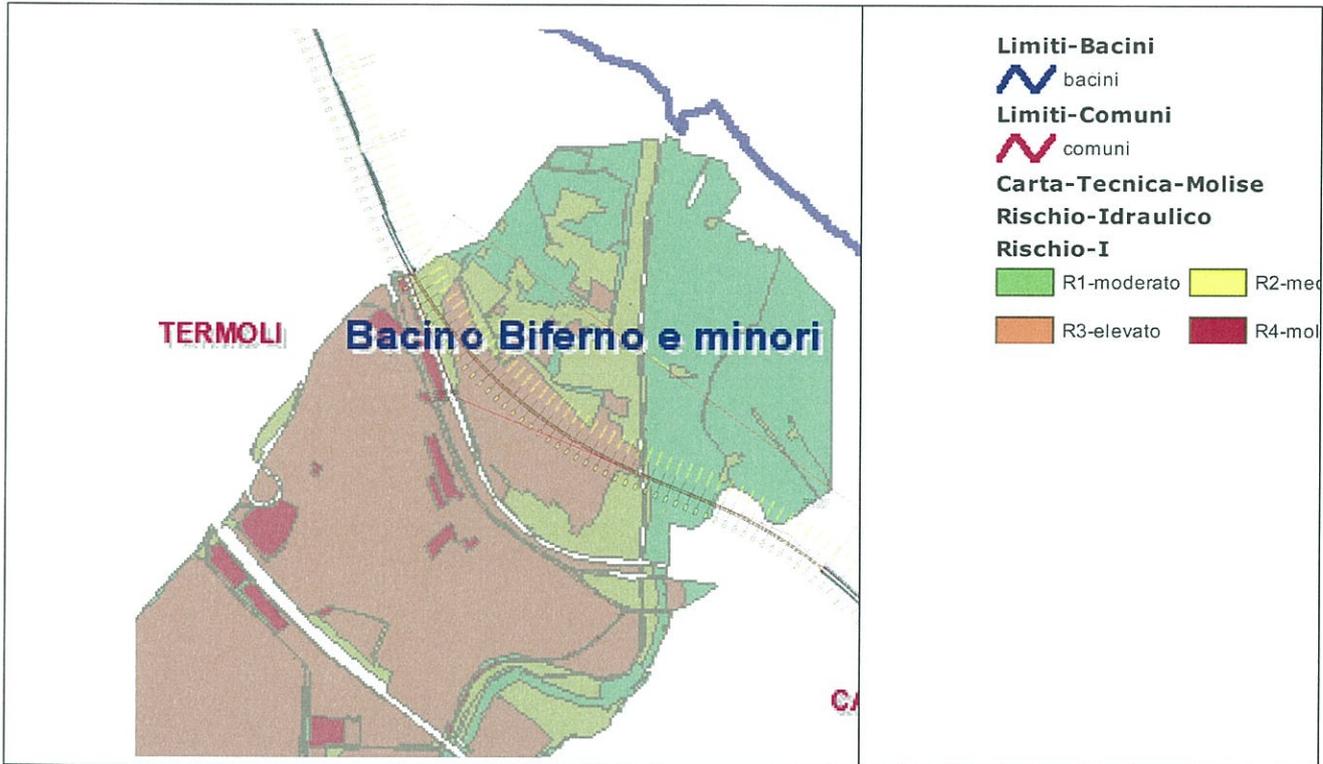
In particolare, nella TABELLA 33 della Relazione Generale (di seguito riportata) sono elencate le classi di uso del suolo considerate nell'ambito del presente studio, mentre nella successiva TABELLA 34 (anch'essa riportata nella presente relazione) sono indicate le classi di rischio idraulico in funzione della pericolosità idraulica e della classe di uso del suolo.

La mappatura del rischio è stata infine ottenuta mediante la “sovrapposizione” delle mappe degli Elementi a Rischio, rappresentati dalle diverse classi dell'uso del suolo, con quelle della Pericolosità Idraulica, ottenendo in tal modo un'associazione tra il singolo elemento a rischio e la pericolosità dell'area in cui si trova.

Codice	Uso del suolo
1	Aree edificate urbane continue, autostrade, ferrovie, gallerie, grandi impianti di servizi pubblici e privati, insediamenti industriali e artigianali con spazi annessi, insediamenti commerciali, strade statali, tessuto residenziale continuo denso e mediamente denso
2	Aree per il tempo libero, aree sportive, campeggi, cantieri, insediamento rado, insediamento residenziale a tessuto discontinuo, P.I.P. parchi, strade provinciali, unità industriali e commerciali, Zona C, Zona D, zone edificate discontinue, installazioni speciali
3	Attività estrattive, cave, depuratori, discariche e depositi, metanodotti, strade comunali, tratturi, strade interpoderali
4	Oliveti, vigneti, frutteti
5	Corpi idrici (serbatoi, bacini, canali, estuari, fiumi, torrenti, fossi, paludi), formazioni riparie, opere di ingegneria idraulica, spiagge, dune, sponde fluviali e formazioni riparie, vegetazione ripariale
6	Sistemi colturali e particellari complessi
7	Boschi di latifoglie, aree a ricolonizzazione artificiale e naturale, aree agro-forestali, boschi di conifere e boschi misti
8	Colture annuali associate a colture permanenti, arboricoltura da legno, aree a pascolo, praterie e prati, aree a vegetazione rada, boschi cespugliati, brughiere, cedui matricinati, colture agrarie con spazi naturali importanti, rocce nude, falesie, rupi, affioramenti, seminativi in aree non irrigue, terre arabili con vegetazione continua e discontinua, vegetazione sparsa su calanchi e rocce

Codice Uso del suolo	P3	P2	P1
1	R4	R3	R2
2	R4	R3	R2
3	R3	R2	R2
4	R3	R2	R1
6	R3	R2	R1
7	R2	R2	R1
8	R2	R1	R1
5	R1	R1	R1

La cartografia delle aree a rischio definita con la metodologia prima descritta è riportata nelle TAVOLE T.05.1-28 (elaborato di studio TAVOLE II.B.3.7.1-28) sulla base costituita dalla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. Uno stralcio estratto dal SIT dell'AdB relativo alle aree di interesse è riportato nella seguente figura:





LINEA PESCARA - BARI

LOTTO 00 ELABORATI GENERALI

Relazione idraulica 2/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
L032	02	R11 RH	ID 00 02 001	1	11 di 15

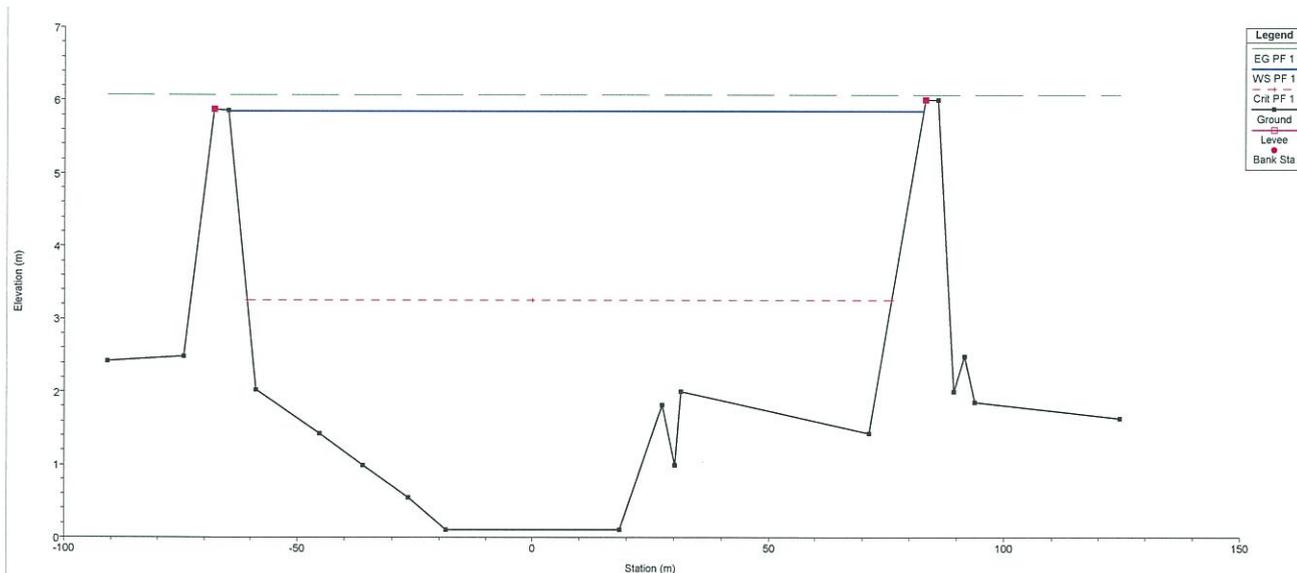
3. VERIFICA IDRAULICA DEL VIADOTTO SUL FIUME BIFERNO

Come può evincersi dall'esame del quadro conoscitivo esposto nel PPAI e riferito all'area di interesse del presente progetto, il deflusso delle piene caratterizzate da valori elevati del periodo di ritorno (maggiori di 200 anni) si manifesta piuttosto complesso dal punto di vista idraulico. Le motivazioni che hanno portato all'adozione di un modello idraulico così sofisticato ai fini della redazione del PPAI trovano infatti piena conferma con riferimento in particolare alla zona di foce del corso d'acqua, interessata dal viadotto di progetto. Ciò è testimoniato dalla presenza di estese aree di esondazione in sinistra e –seppur in misura minore - in destra idraulica, determinate dalla insufficiente capacità idrovetrica dell'alveo inciso del fiume Biferno, ed in particolar modo del tratto posto a monte dei manufatti di attraversamento della SS16 e della linea ferroviaria esistente. In definitiva, con riferimento a tali eventi di piena estremi, lo scenario che si prefigura nella zona di interesse delle opere di progetto è caratterizzato dal deflusso di portate prossime alle massime compatibili con la capacità dell'alveo inciso, e dalla presenza di zone laterali, con livelli idrici alquanto minori, inondate per effetto di esondazioni avvenute a monte. Da quanto sin qui esposto si conclude che la verifica delle condizioni di sicurezza idraulica del viadotto di progetto con un modello monodimensionale non appare proponibile in quanto non si riuscirebbe a descrivere la complessa dinamica della corrente.

Tuttavia, in relazione alle caratteristiche del viadotto occorre rilevare che l'opera in progetto presenta entrambe le spalle all'esterno delle aree a rischio, e che non sono presenti pile nella porzione di alveo inciso. Le pile insistono, di contro, nelle aree di inondazione ai lati dell'alveo inciso. Inoltre, tale alveo inciso si presenta arginato nel tratto interessato, e l'intradosso del viadotto corre 1.7 m al di sopra dell'argine destro, il più alto. Sulla base di tali premesse, ed in considerazione delle finalità e del livello di approfondimento della presente progettazione preliminare, si è ritenuto di soffermarsi sulla sola valutazione delle condizioni di sicurezza (franchi idraulici) dell'opera di progetto relativamente alle condizioni di deflusso nell'alveo inciso, considerando la quota di pelo libero coincidente con la sommità arginale (5.85 m.s.m.). E' da rilevare che dalla cartografia disponibile dell'AdB, in occasione della portata due centennale, si evince che nel tratto di interesse le quote di pelo libero risultano addirittura inferiori a quelle del ciglio arginale sinistro e pertanto l'assunzione di incipiente sormonto arginale appare soddisfacente.

L'altezza cinetica della corrente e il carico totale, sono stati stimati determinando preventivamente la portata massima che può defluire nella suddetta condizione limite, in regime di moto uniforme ($i=0.00125$; $K_s=21 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$). La sezione impiegata nell'analisi corrisponde all'incirca al picchetto 83, ed è riportata nella figura seguente mentre nella tabella si riportano la portata, la quota di fondo, la quota di pelo libero, del carico idraulico totale nonché l'altezza cinetica.

Portata	Quota fondo sezione	Quota pelo libero	Carico Totale	Altezza cinetica	Intradosso Viadotto	Franco sul Carico Totale	Franco sul pelo libero
(m ³ /s)	(msm)	(msm)	(msm)	(m)	(msm)	(m)	(m)
1380	0.1	5.85	6.07	0.22	7.70	1.63	1.85



L'esame della tabella mostra come il franco soddisfa sia quanto richiesto nelle norme di attuazione del PPAI, dall'Autorità di Bacino competente (1.5 m sul pelo libero e comunque non inferiore all'altezza cinetica della corrente) sia le prescrizioni Italferr (il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m). Pertanto l'opera idraulica risulta dimensionata con un adeguato grado di sicurezza idraulica.

Alle successive fasi della progettazione è demandata un'analisi di dettaglio, necessariamente da condursi attraverso lo sviluppo di un modello quasi-2D (come quello sviluppato dall'AdB) o completamente bidimensionale, o al fine poter studiare l'interazione tra le pile poste nell'area golenale e la corrente in essa defluente, che tuttavia si prevede modesta stanti le ridotte velocità in gioco.

4. ATTRAVERSAMENTI MINORI

L'opera di progetto lungo il suo sviluppo interferisce con tre corsi d'acqua minori. Nella tabella che segue si riportano il lotto di appartenenza, le progressive, il codice identificativo del corrispondente bacino, la denominazione del corso d'acqua nonché la tipologia di manufatto: T indica la presenza di un tombino, P di un ponte. Questi ultimi si prevedono come prolungamento dei ponti esistenti che presentano le seguenti caratteristiche:

- Bacino B2: Ponte ad un'unica campata L=1.0 m quota intradosso 18.50 msm
- Bacino C2: Ponte ad un'unica campata L=2.0 m quota intradosso 11.71 msm

Lotto	Progressiva	Bacino	Nome	TIPO
2	0+432	A2	Sevoce	T
2	1+554	B2	Vallone Punta di Pizzo	P
2	1+929	C2	Vallone delle Indie	P
2	2+535	D2	Vallone Serpentina	T
2	5+370	E2	Fosso	T

Rimandando alla relazione idrologica i dettagli del caso, in tale sede si riportano i risultati salienti dell'analisi svolta. Per la stima delle portate è stata condotta preliminarmente un'analisi statistica dei dati pluviometrici della stazione Chieuti-Scalo ricostruendo le curve di possibilità pluviometriche per i periodi di ritorno di interesse (in accordo con il manuale Italferr il periodo di ritorno è stato fissato pari a: 200 anni per corsi d'acqua che sottendono a bacini con estensione inferiore a 10 km²; 300 anni per corsi d'acqua che sottendono a bacini con estensione superiore a 10 km²). Come modello di trasformazione afflussi deflussi è stato considerato il modello cinematico utilizzando, per la stima del tempo di corrivazione, differenti espressioni disponibili in letteratura. Prudenzialmente per la definizione della portata è stato assunto il valore minimo dei tempi di corrivazione stimati (limitandolo tuttavia a quindici minuti). Nella tabella che segue si riportano i risultati delle elaborazioni svolte in termini di estensione dei bacini e di portate.

Lotto	N. Bacino	A (kmq)	Q (m ³ /s)
-------	-----------	---------	-----------------------

Lotto	N. Bacino	A (kmq)	Q (m ³ /s)
2	A2	3.09	51.6
2	B2	1.25	41.0
2	C2	1.22	39.8
2	D2	9.43	80.5
2	E2	0.11	3.1

Come anticipato in premessa le verifiche idrauliche sono state condotte ipotizzando valide le condizioni di moto uniforme e facendo riferimento alla nota formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \sigma R^{2/3} i^{1/2}$$

in cui si è indicato con:

- Q la portata (m³/s);
- i la pendenza del manufatto (m/m);
- σ la sezione idrica (m²);
- R il raggio idraulico, pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m);
- K_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler e Strickler (m^{1/3}/s).

Il motivo fondamentale per cui l'impiego in campo tecnico della formula di Gauckler e Strickler è ampiamente consolidato risiede sicuramente nella vasta messe di dati sperimentali su cui la formula è stata calibrata; sono disponibili infatti in letteratura valori tabellati del coefficiente di scabrezza K_s , per diverse tipologie di canali e di materiali costituenti le pareti dei canali stessi (valutati per primo da Manning nel 1889). Il valore del coefficiente di Gauckler e Strickler è stato assunto cautelativamente sempre pari a 60 m^{1/3}/s. In quanto segue riportano i risultati delle verifiche idrauliche. In particolare oltre la portata e la pendenza longitudinale, si riporta la tipologia (R: Scatolare; C: Circolare), le dimensioni il grado di riempimento nonché la velocità media di portata.

Lotto	Progressiva	Bacino	Nome	Q	i	TIPO	D	B	H _{max}	h/H _{max}	h/D	V
				m ³ /s	-		m	m	m	-	m/s	

Lotto	Progressiva	Bacino	Nome	Q	i	TIPO	D	B	H _r max	h/H _r max	h/D	V
				m ³ /s	-		m	m	m	-	m/s	
2	0+432	A2	Sevoce	51.6	1.00%	R		6.0	4.0	0.36		5.9
2	2+535	D2	Vallone Serpentina	80.5	1.20%	R		6.0	3.0	0.62		7.2
2	5+370	E2	Fosso	3.1	0.92%	C	1.5			0.55		3.1

Lotto	Progressiva	Bacino	Nome	Q	i	b	Angolo	z _f	h	V ² /2g	E	Intradosso (l)	I-E	I-h
				m ³ /s	-	m	(°)	m _{sm}	m _{sm}	m	m _{sm}	m _{sm}	m	m
2	1+554	B2	Vallone Punta di Pizzo	41.0	10.8%	1	90	12.50	16.08	1.16	17.25	18.50	1.25	2.41
2	1+929	C2	Vallone delle Indie	39.8	9.50%	2	90	5.71	7.22	1.34	8.56	11.71	3.15	4.49

L'esame dei risultati mostra come per tutti i tombini il grado di riempimento è sempre non superiore al 65% mentre la velocità non supera i 7 m/s. Pertanto le opere risultano dimensionate con un adeguato grado di sicurezza idraulica. Per quanto attiene i ponti l'esame della tabella mostra come il franco soddisfa sia quanto richiesto nelle norme di attuazione del PPAI, dall'Autorità di Bacino che le prescrizioni Italferr. Pertanto le opere risultano dimensionate con un adeguato grado di sicurezza idraulica.