ACCORDO DI COLLABORAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

Tra

Direzione Generale Assessorato dei Lavori Pubblici (DGLLPP) della Regione Autonoma della Sardegna

е

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università degli Studi di Cagliari

Finalizzato allo sviluppo di attività di ricerca per l'implementazione di un supporto tecnico specialistico per l'individuazione delle fasi di allerta a salvaguardia delle popolazioni e dei territori interessati da eventi idrologici a valle delle grandi dighe, secondo le indicazioni della Direttiva P.C.M. 8 Luglio 2014

Bacino vallivo della diga Sa Forada sul rio Sa Forada

I.14 Relazione

Responsabile Scientifico per DICAAR

Prof. Giovanni Maria Sechi

Elaborazioni

Ing. Riccardo Zucca

Ing. Pino Frau



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Indice

1		Pren	messa	. 3
2		La d	liga di Sa Forada sul rio Sa Forada	. 6
	2.	1	Organi di scarico	. 8
3		Rego	ole operative per la gestione dell'invaso	11
4		Port	tate di riferimento ai sensi della Direttiva P.C.M. 08/07/2014	12
	4.	1	Considerazioni preliminari	12
	4.2	2	QAmax per il bacino a valle dello sbarramento di Sa Forada	13
	4.3	3	Qmin per il bacino a valle dello sbarramento di Sa Forada	14
5 Fo			ulazione idraulica ed individuazione degli elementi a rischio nel corso d'acqua vallivo alla diga Sa	15
	5.:	1	Modello idraulico	15
	5.2	2	Simulazione della portata QAmax	15
	5.3	3	Simulazione della portata Qmin	21
	5.4	4	Individuazione dei valori critici di portata	24
		5.4.2	1 Valutazione delle portate critiche per viabilità e infrastrutture a rete	24
		5.4.2	2 Valutazione delle portate critiche per le opere di difesa longitudinali	33
		5.4.3	3 Valutazione delle portate critiche per elementi antropici	33
		5.4.4	4 Sintesi dei valori critici di portata	33
6		Cons	siderazioni conclusive	34



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1 Premessa

La Direttiva P.C.M. 8 Luglio 2014, "Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe", costituisce atto di indirizzo e coordinamento per la definizione del "Documento di Protezione civile" e per i provvedimenti che le regioni devono adottare nei territori a valle delle grandi dighe. La Direttiva individua, pertanto, gli indirizzi operativi che il Documento di Protezione Civile deve contenere per stabilire le condizioni di attivazione delle fasi di allerta per le finalità di sicurezza degli sbarramenti e di gestione del rischio idraulico nei territori a valle.

In particolare, al punto 2 della Direttiva è detto che ai fini dell'obiettivo di riduzione e gestione del rischio idraulico a valle della diga, il Documento di Protezione Civile deve contenere:

- le portate massime scaricabili dagli organi di scarico alla quota di massimo invaso e la portata massima transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (denominata QAmax) di cui al punto B) della circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806;
- i valori della/e portata/e di «attenzione scarico diga» Qmin e delle soglie incrementali ΔQ di cui al successivo punto 2.4 nella Direttiva, funzionali agli ulteriori obblighi di comunicazione del Gestore.

Si ricorda, inoltre, che con Delibera N. 33/31 del 10/06/2016, la Giunta regionale della RAS, ha evidenziato la necessità della approvazione del Documento di Protezione Civile, previsto nella sopra citata Direttiva, per le c.d. "grandi dighe" ricadenti nella fascia di priorità 1. Pertanto, il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università degli Studi di Cagliari, sulla base di un Accordo di collaborazione firmato nel novembre 2016 con la Direzione Generale Assessorato Lavori Pubblici (DGLLPP) della RAS, ha fornito supporto tecnico specialistico per l'individuazione delle fasi di allerta a salvaguardia delle popolazioni e dei territori interessati da eventi idrologici a valle delle grandi dighe di prima fascia, secondo le indicazioni della Direttiva P.C.M. 8 Luglio 2014, precedentemente richiamata.

Successivamente, nel maggio 2019, è stato firmato un nuovo Accordo di Collaborazione tecnico-scientifica tra la DGLLPP - Servizio opere idriche ed idrogeologiche (SOI) e il DICAAR per l'implementazione della medesima attività di supporto tecnico specialistico per l'individuazione delle fasi di allerta a salvaguardia delle popolazioni e dei territori interessati da eventi idrologici a valle delle grandi dighe, secondo le indicazioni della Direttiva P.C.M. 8 Luglio 2014, con specifico riferimento alle **dighe di 2° Fascia**.

Come già evidenziato nella Relazioni predisposta dal DICAAR nei mese di luglio e novembre 2019, per quanto riguarda gli studi relativi alle dighe di 2° fascia si è previsto che le attività si sviluppino secondo una specifica articolazione: nella **Prima Fase**, già conclusa, sono state predisposte le Relazioni preliminari che hanno illustrato sinteticamente per le dighe di 2° fascia: 1) le caratteristiche degli sbarramenti e relativi invasi; 2) la validazione preliminare della massima portata QAmax comunicata dal Gestore della diga, transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza fluviale; 3) la valutazione preliminare della portata di attenzione Qmin.

È quindi prevista una **Seconda Fase** per la definizione conclusiva da parte del Tavolo Tecnico delle portate QAmax, Qmin e delle soglie incrementali ΔQ sulla base di **Relazioni monografiche**, come la presente, per ciascuna diga contenente le prescrizioni per la riduzione del rischio idraulico a valle sulla base di specifiche modellazioni idrauliche.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Si ricorda, inoltre, che le dighe di 2° fascia sono state suddivise in una **Prima Parte** e in una **Seconda Parte**, come evidenziato di seguito in Tabella 1 e in Tabella 2. Tale suddivisione è stata determinata dalla difficoltà nel reperimento e disponibilità dei dati che non ha reso possibile completare in parallelo le schede per tutte le dighe.

In definitiva, nella **Prima Parte** di studio rientrano le 19 dighe analizzate nella Relazione preliminare predisposta dal DICAAR nel mese di luglio 2019, per le quali il DICAAR disponeva già in tale data il FCEM e il valore di QAmax indicato dal gestore. La **Seconda Parte** comprende, invece, le rimanenti 21 dighe per alcune delle quali è stato possibile, peraltro, acquisire le informazioni mancanti.

Tabella 1 – Dighe di 2° fascia – I parte

Cod.	Diga	Corso d'acqua	Gestore
l.1	Monte Pranu	Rio Palmas	Enas
1.2	Bau Pressiu	Rio Mannu di Narcao	Enas
1.3	Punta Gennarta	Rio Canonica	Enas
1.4	Medau Zirimilis	Rio Casteddu	Enas
1.5	Rio Leni (Monte Arbus)	Rio Leni e rio Bidda Scema	Enas
1.6	Santa Vittoria	Fiume Tirso	Enas
1.7	Cuga	Rio Cuga	Enas
1.8	Surigheddu	Rio Quidongias	Enas
1.9	Simbirizzi	Stagno Simbirizzi	Enas
1.10	Liscia (Calamaiu)	Fiume Liscia	Enas
l.11	Santa Lucia	Rio Sa Teula	Enas
1.12	Flumineddu (Capanna Silicheri)	Rio Flumineddu	Enas
I.13	Monte su Rei	Rio Mulargia	Enas
1.14	Sa Forada	Rio Sa Forada	Enas
I.15	Benzone	Fiume Taloro	Enel Green Power S.p.A.
I.16	Cucchinadorza	Fiume Taloro	Enel Green Power S.p.A.
I.17	Gusana	Fiume Taloro	Enel Green Power S.p.A.
I.18	Olai	Rio Olai	Abbanoa S.p.A.
I.19	Sinnai (Cuili is Coccus)	Rio Santu Barzolu	Comune di Sinnai



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tabella 2 – Dighe 2° fascia – II parte

Cod.	Diga	Corso d'acqua	Gestore
II.1	Bidighinzu	Rio Bidighinzu	Enas
II.2	Monteponi	Rio Bellicai	Enas
II.3	Coxinas	Rio Coxinas	Enas
11.4	Monti di Deu	Rio Pagghiolu	Enas
II.5	Torrei	Rio Torrei	Enas
II.6	Sos Canales	Fiume Tirso	Enas
11.7	Mogoro	Rio Mogoro	Enas
11.8	Bau Muggeris	Fiume Flumendosa	Enel Green Power S.p.A.
11.9	Sa Teula	Rio Sa Teula	Enel Green Power S.p.A.
II.10	Bau Mela	Rio Bau Mela	Enel Green Power S.p.A.
II.11	Bau Mandara	Rio Bau Mandara	Enel Green Power S.p.A.
II.12	Corongiu 2	Rio Bau Filixi e Rio Corr'e Cerbu	Abbanoa S.p.A.
II.13	Corongiu 3	Rio Bau Filixi	Abbanoa S.p.A.
11 1 1	La Maddalena	Faces Many Lungs of Faces Combine	Abbanoa S.p.A.
II.14	(Puzzoni)	Fosso Vena Lunga e Fosso Gambino	
II.15	Caprera	Fosso Stefano	Sezione del Genio Militare
11.15	(Fosso Stefano)	POSSO SCEIGITO	per la Marina di Cagliari
II.16	Minghetti	Rio Istitti	Consorzio Bonifica Sardegna
11.10	Willightetti	THO ISCILLI	Centrale
II.17	Bunnari Alta	Rio Bunnari	Comune di Sassari
II.18	Perdu Mulas	Rio Bacch'e Linna	Azienda Agricola Manca di
11.10	reidu Mulas	NO Baccii e Liiiia	Villahermosa
II.19	19 Donegani Rio Mannu di Montev		Comune di Arbus
II.20	Gutturu Mannu	Rio Gutturu Mannu	Regione Autonoma della
11.20	Guttura iviarina	1410 Gutturu Marinu	Sardegna
II.21	Rio Perdosu	Rio Perdosu	Società Progetto Esmeralda
11.41	No retuosu	Mo reluosu	s.r.l.

Nella presente relazione sono illustrate le analisi ed i risultati della modellazione realizzata dal DICAAR per il bacino vallivo alla **diga Sa Forada sul rio Sa Forada, con codice I.14**. Si forniscono preliminarmente alcuni elementi descrittivi dello sbarramento e dell'invaso; quindi, si indicano le portate di riferimento, valutate ai sensi della Direttiva P.C.M. del 8 luglio 2014 e si illustrano le simulazioni idrauliche del deflusso nel tratto d'alveo a valle dell'invaso fino all'immissione nell'invaso delimitato dalla traversa di Casa Fiume.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2 La diga di Sa Forada sul rio Sa Forada

La diga di Sa Forada sbarra il rio Sa Forada (denominato anche rio S'Alluminu affluente del Fluminimannu di Isili) nel territorio del Comune di Furtei (SU). L'opera assolve ai compiti di serbatoio di carico della centrale idroelettrica di Santu Miali e serbatoio di regolazione giornaliera delle portate provenienti dal sistema idraulico del Medio Flumendosa per l'approvvigionamento delle utenze del Campidano di Cagliari.

La diga, ultimata nel 1962, è costituita da un'opera principale in pietrame compattato con manto di tenuta in calcestruzzo bituminoso e geomembrana in PVC; è presente anche un'opera secondaria ubicata in sponda sinistra che accoglie gli scarichi di fondo e di superficie. La diga è alta 27 m ed ha uno sviluppo al coronamento di 398 m. Lo sbarramento determina un invaso con capacità totale di 1.4 milioni di metri cubi.

Come riportato di seguito, la quota di massima regolazione coincide con quella di massimo invaso; pertanto, a tale quota non viene effettuata alcuna laminazione delle piene.



Figura 1 – Diga Sa Forada, vista da monte

Di seguito si riportano:

- l'inquadramento del bacino idrografico (Figura 2);
- le caratteristiche dello sbarramento e dell'invaso (Tabella 3);
- la curva d'invaso, fonte F.C.E.M¹. (Figura 3).

¹ Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione (F.C.E.M.) della Diga di Sa Forada (rio Sa Forada). Direzione Generale per le Dighe, le Infrastrutture Idriche ed Elettriche. Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

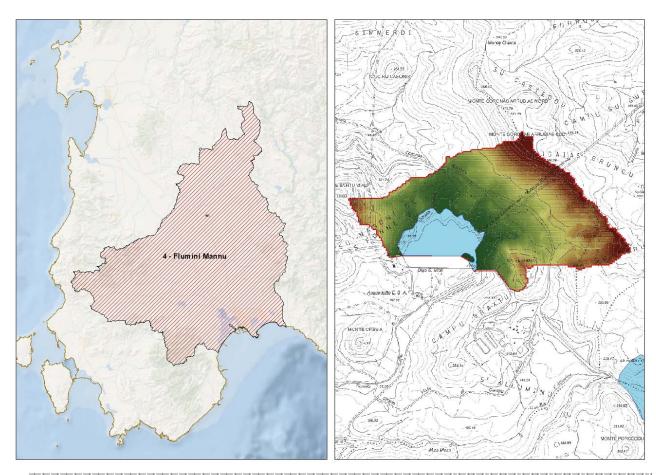


Figura 2 – Inquadramento bacino idrografico

Tabella 3 – Caratteristiche della diga Sa Forada e del relativo invaso

Tipologia diga (opera principale)	In pietrame compattato con manto di tenuta in calcestruzzo bituminoso e geomembrana in PVC		
Gestore	Enas		
Altezza sbarramento	27 m		
Quota di massimo invaso	189 m s.l.m.		
Quota massima regolazione	189 m s.l.m.		
Volume totale di invaso	1.41 x 10 ⁶ m ³		
Volume utile di regolazione	1.33 x 10 ⁶ m ³		
Superficie del bacino imbrifero sotteso	0.9 km ²		
Organi di scarico	Scarico di superficie Scarico di fondo		
Portata scaricata alla quota di massimo invaso	Totale: 112 m³/s Scarico di superficie: 60 m³/s Scarico di fondo: 52 m³/s		
Stato dell'autorizzazione all'invaso	Invaso limitato Quota autorizzata 188 m s.l.m.		



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

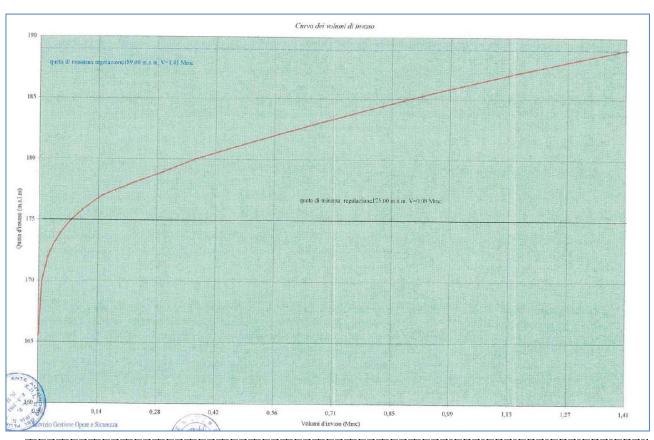


Figura 3 – Curva di invaso

2.1 ORGANI DI SCARICO

La diga è dotata di uno scarico di superficie, munito di paratoia, e di uno scarico di fondo.

Di seguito se ne riportano le descrizioni, come riportato nel F.C.E.M.

La portata scaricata con livello d'invaso a quota 189.00 m s.l.m. (quota massima regolazione/massimo invaso) è pari a:

- dallo scarico di superficie 60 m³/s;

dallo scarico di fondo 52 m³/s;

per un totale di 112 m³/s.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Scarico di superficie

Lo scarico di superficie, ubicato nel corpo della diga ausiliaria, è costituito da un'unica luce di 12 m con soglia a quota 187 m s.l.m. sormontata da una paratoia a ventola con contrappeso a comando oleodinamico, di dimensioni 12 x 2 m.

Le portate scaricate in funzione della quota di invaso per differenti livelli di apertura della paratoia sono riportate di seguito.

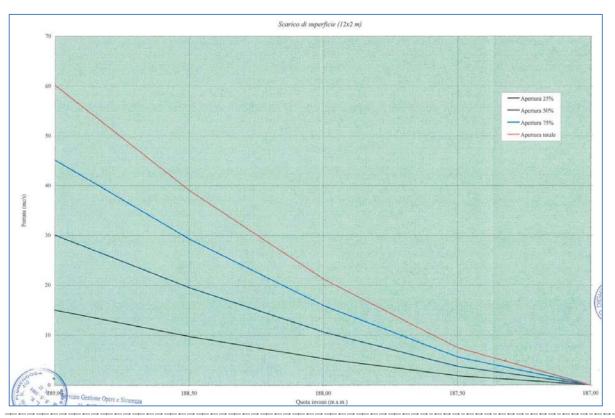


Figura 4 – Portate effluenti dallo scarico di superficie

Scarico di fondo

Lo scarico di fondo, ubicato anch'esso nel corpo della diga ausiliaria, è costituito da uno scatolare in acciaio di dimensioni di 2 x 2 m con soglia posta alla quota di 172 m s.l.m. Lo scatolare ospita due paratoie piane montate in serie a comando oleodinamico.

Le portate scaricate in funzione della quota di invaso per differenti livelli di apertura delle paratoie sono riportate di seguito.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

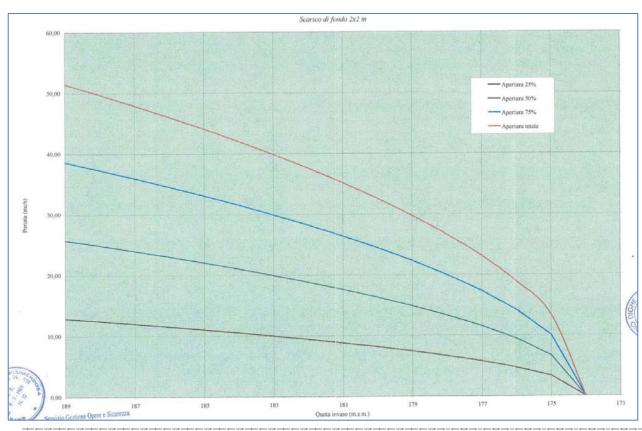


Figura 5 – Portate effluenti dallo scarico di fondo



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3 Regole operative per la gestione dell'invaso

La gestione attuale della diga Sa Forada prevede una limitazione di invaso a quota 188 m s.l.m., ovvero 1 metro al di sotto della quota di massima regolazione, a causa di un problema di funzionalità della paratoia dello scarico di superficie.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

4 Portate di riferimento ai sensi della Direttiva P.C.M. 08/07/2014

4.1 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

Con riferimento a quanto richiesto dalla Direttiva P.C.M. del 8 luglio 2014, il Tavolo Tecnico, con verbale del 08/09/2016 e in successive riunioni, ha condiviso la definizione delle seguenti portate di riferimento:

- QAmax è la massima portata transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica in assenza di argini o all'interno degli argini per i fiumi arginati fino alla foce; la QAmax è riferita alla gestione ordinaria dello sbarramento;
- **Qmin** è la portata che indica il valore di attenzione del gestore della diga in fase di evento di piena;
- ΔQ sono i livelli incrementali rispetto a Qmin che mettono in crisi aree coltivate, edifici, cave, ecc. in fase di piena.

Il Tavolo Tecnico ha altresì convenuto che:

- il valore di **QAmax** in assenza di arginature si possa ipotizzare pari alla portata indicata nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)² riferita alla piena ordinaria con tempo di ritorno di 2 anni e scaricata a valle in condizioni di gestione ordinaria della diga. Inoltre, procedendo verso la foce il valore di QAmax potrà essere incrementato per tener conto dei contributi idrologici dei bacini residui a valle diga. Nel caso di alveo arginato fino alla foce, la portata **QAmax** può essere determinata pari alla capacità di deflusso nella sezione idraulica definita dagli argini.
- il valore di Qmin è da valutarsi con riferimento ai livelli di criticità presenti lungo il corso d'acqua. Tale valore è quindi da valutare in relazione alle caratteristiche dell'opera di sbarramento analizzata e delle peculiarità dell'asta e del bacino idrografico di valle. In prima istanza, poiché il gestore attiva la fase di «allerta per rischio idraulico» quando le portate complessivamente scaricate dalla diga per mantenere le soglie di invaso previste nel piano di laminazione, inclusi gli scarichi a soglia libera e le portate turbinate (se rilevanti per entità e luogo di restituzione), superano un valore critico, si è in genere considerato un criterio di definizione del Qmin che fa riferimento al valore massimo scaricato in corrispondenza delle soglie di invaso previste nel piano di laminazione. Qualora il piano di laminazione non sia ancora stato redatto, si è convenuto di far riferimento alle soglie di invaso assunte come riferimento dal gestore.
- Ugualmente, i valori di ΔQ oltre che con riferimento a valori incrementali rispetto a Qmin che mettono
 in condizioni di criticità le infrastrutture presenti a valle, aree coltivate, cave, ecc. potranno essere
 valutati in relazione a valori di scarico dalla diga in corrispondenza di soglie predefinite di invaso e della
 capacità di efflusso dagli organi di scarico.

² Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.). Regione Autonoma della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Il Tavolo Tecnico ha convenuto che, in assenza di un adeguato sistema di monitoraggio sui deflussi provenienti dal bacino residuo vallivo, la valutazione del **Qmin** e degli eventuali Δ**Q** debba necessariamente essere definito sulla base di considerazioni cautelative e debbano essere posti in relazione alle portate scaricate al superamento dei valori di soglia ammessi nell'invaso.

4.2 QAMAX PER IL BACINO A VALLE DELLO SBARRAMENTO DI SA FORADA

Si evidenzia che il rio Sa Forada non è stato analizzato nel PSFF e pertanto non risultano attualmente definite le limitazioni delle fasce fluviali per tale porzioni di bacino ai differenti tempi di ritorno. Di conseguenza non è possibile definire la portata QAmax sulla base della piena laminata valutata nel PSFF, avente tempo di ritorno 2 anni scaricata dalla diga, criterio usualmente adottato dal Tavolo Tecnico nell'esaminare dighe e invasi già studiati in PSFF.

In questo caso, in assenza delle valutazioni di PSFF, si è ritenuto di associare alla QAmax la portata naturale, non laminata dal serbatoio, avente tempo di ritorno 2 anni. La relativa valutazione è stata fatta utilizzando per i bacini di piccole dimensioni, un metodo di stima indiretto basato sulla applicazione della Formula Razionale per la stima della portata al colmo di piena alla sezione della diga con approccio SCS- CN per la stima delle perdite.

In Tabella 4 vengono inoltre riportati i dati morfologici del bacino utilizzati per l'applicazione della Formula Razionale.

Tabella 4 - Dati morfologici del bacino idrografico e portata al colmo Tr 2 anni

Superficie bacino	A _b	[km²]	0.9
Lunghezza dell'asta principale	La	[km]	1.23
Quota media del bacino	Z _m	[m.s.l.m.]	236.00
Quota della sezione di chiusura del bacino	Z ₀	[m.s.l.m.]	181.00
Curve Number (SCS)	CN III	[-]	85.26
Perdita Iniziale	la	[mm]	8.78
Massimo volume di ritenzione	S	[mm]	43.90
Coefficiente di riduzione areale	ARF	[-]	0.95
Pendenza media del bacino	i _b	[%]	24.13
Sottozona Omogenea	SZO		2.00
Tempo critico di Pioggia	τ	[h]	0.41
Pioggia indice giornaliera	μ_{g}	[mm]	50.00
Tempo di ritorno	T _R	[anni]	2.00
Coefficiente TCEV	a(μ _g ,T _R)	[-]	18.97
Esponente TCEV	$n(\mu_g,T_R)$	[-]	0.31
Altezza di precipitazione	h(τ)	[mm]	14.44
Intensità media di precipitazione	i(τ)	[mm/h]	34.81
Coefficiente di afflusso	φ	[-]	0.04
Portata al colmo Tr=2 anni	Qc	[m ³ /s]	0.40



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

La portata naturale Q_{Tr2}, non laminata e con tempo di ritorno 2 anni è stata stimata pari a 0.4 m³/s.

Si evidenzia che il Gestore Enas, con nota Prot. 15636 del 20/07/2018 inviata via PEC a riscontro della nota della DG dell'Assessorato LLPP n. 23761 del 06/07/2018, ha comunicato un valore pari a 24 m³/s come portata massima transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica.

Ulteriormente, si vuole qui evidenziare la peculiarità della diga in esame che, a fronte di un modesto contributo idrologico del proprio bacino imbrifero, riceve i trasferimenti idrici dal sistema Flumendosa-Mulargia verso il Campidano.

Preso atto dei valori di portata critica comunicati dal Gestore ENAS e considerando che in questo caso non si può valutare la QAmax sulla base della QTr2, in prima istanza i valori proposti al TT per le portate critiche sono stati assunti pari a 24 m³/s

Tuttavia, dalle modellazioni idrauliche che sono illustrate di seguito, emerge per il valore di 24 m³/s determina un'esondazione presso un'area limitrofa alla canalizzazione di collegamento tra l'invaso di Sa Forada e Casa Fiume.

Pertanto, in considerazione degli apporti trasferiti dal sistema del Medio Flumendosa, della limitata capacità di laminazione dell'invaso allo stato attuale (che una volta ripristinata l'autorizzazione della quota di massima regolazione sarà nulla) e della potenzialità degli organi di scarico si propone al TT di assumere come QAmax il valore QAmax = 15 m³/s che, come sarà evidenziato dalla modellazione idraulica è pari alla massima portata contenuta nel canale di collegamento con l'invaso di Casa Fiume.

Poiché nella situazione attuale si è in assenza di un sistema di monitoraggio degli apporti nel bacino residuo, vallivi alla diga, si è ritenuto cautelativo assumere QAmax costante nel bacino vallivo e pari alla portata in uscita dalla diga di 15 m³/s fino all'immissione nell'invaso di Casa Fiume.

Tale assunzione è giustificata anche in considerazione del fatto che la portata QAmax è riferita alla gestione ordinaria della diga, ai soli fini della definizione della pertinenza idraulica, e quindi in assenza di un evento di piena che determini un incremento della portata procedendo verso valle.

4.3 QMIN PER IL BACINO A VALLE DELLO SBARRAMENTO DI SA FORADA

In considerazione del valore di **QAmax** determinato sostanzialmente dagli apporti dal sistema Flumendosa ed alla assenza di criticità vallive che richiedano limitazioni nel valore della Qmin, come sarà illustrato nel seguito, si propone al Tavolo Tecnico che per il tratto vallivo in esame si possa considerare per **Qmin** lo stesso valore di **QAmax**, pari quindi a **15 m³/s**.

Di seguito, tramite modellazione idraulica, sarà verificata la congruità di tali assunzioni sui valori delle portate **QAmax = Qmin** in relazione ai livelli di criticità che il modello idraulico evidenzia lungo il corso d'acqua vallivo.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

5 Simulazione idraulica ed individuazione degli elementi a rischio nel corso d'acqua vallivo alla diga Sa Forada

Sulla base delle portate determinate nei paragrafi precedenti, si è proceduto con la simulazione idraulica al fine di valutare le aree interessate dal deflusso ed individuare eventuali ulteriori criticità.

La simulazione idraulica è stata quindi sviluppata considerando tre differenti scenari di deflusso:

- simulazione con la portata QAmax;
- simulazione con la portata Qmin;
- simulazione con incrementi ΔQ nei valori di portata al fine di individuare gli elementi a rischio nel tratto del corso d'acqua a valle della diga.

5.1 MODELLO IDRAULICO

Il modello idraulico utilizzato per la simulazione è basato sull'utilizzo del software HEC-RAS. Il modello considera un tratto fluviale di lunghezza pari a circa 4 km misurata in asse all'alveo di magra attualmente individuabile dalle orto-foto, tra la sezione iniziale, posta circa 50 metri a valle della diga di Sa Forada e la l'immissione sull'invaso di Casa Fiume nel territorio comunale di Furtei.

Dal punto di vista geomorfologico il corso d'acqua presenta per quasi tutto il tratto d'interesse un tipo di alveo artificiale realizzato in calcestruzzo avente sezione trapezia e costante; debolmente sinuoso, a tratti rettilineo, con un profilo di fondo regolare avente una forte pendenza nel tratto di monte e successivamente acquisisce pendenze dolci e tipiche degli alvei dei territori collinari.

Sono state inserite 161 sezioni trasversali originate dal modello digitale del terreno ottenuto con rilievi LIDAR con risoluzione spaziale di 1 m. Le infrastrutture inserite sono costituite da n.4 ponti stradali.

Le caratteristiche di deflusso delle portate simulate lungo l'asta del fiume Sa Forada sono descritte con riferimento all'intera dell'asta fluviale.

Nella Figura 6 sono riportate le planimetrie del modello idraulico dove sono raffigurate:

- le sezioni trasversali;
- il modello digitale del terreno utilizzato, il quale si estende per tutta l'area valliva alla diga con risoluzione spaziale di 1 m;
- gli attraversamenti stradali presenti lungo l'asta del corso d'acqua.

5.2 SIMULAZIONE DELLA PORTATA QAMAX

Come già detto nei capitoli precedenti, lo scenario di simulazione della portata QAmax è relativo alla portata definita dal gestore, considerata al fine di individuare la fascia di pertinenza fluviale. La simulazione descritta nel seguente paragrafo assume come portata tale soglia di deflusso con valore di 15 m³/s.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, a monte è stata assunta la condizione di moto uniforme calcolata in funzione della pendenza del fondo locale del corso d'acqua assunta pari a 7.6%. La condizione al contorno di valle è posta in corrispondenza dell'immissione del corso d'acqua nell'invaso di Casa Fiume, ipotizzando il livello di invaso del lago pari a 76.50 m s.l.m., ovvero pari alla quota di massima regolazione.

Nelle figure seguenti, campiti in gradazione di blu, sono rappresentati i risultati della simulazione della portata QAmax, mentre il dominio relativo alla fascia di esondazione A_2 della portata biennale data nel PSFF non viene riportato in quanto tale tronco fluviale non è stato studiato da tale piano.



Figura 6 - Schema del modello idraulico del fiume Sa Forada

Il corso d'acqua incontra lungo il suo corso quattro attraversamenti stradali identificati con ID_371, ID_229, ID_370 e ID_228 visibili nelle seguenti figure. Tutti gli attraversamenti sono costituiti da un'unica luce avente sezione trapezia e risultano essere in buono stato di conservazione.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA



Figura 7 - Ponte ID_371 a 3.8 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



Figura 8 - Ponti ID_229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume





DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 9 - Ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



Figura 10 - Ponte ID_228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Per quanto riguarda la perimetrazione della portata fornita dal gestore, comunicata pari a $24 \text{ m}^3/\text{s}$, si riscontrano esondazioni in corrispondenza della progressiva n.1665 dove si evidenzia un interessamento



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

dell'area limitrofa alla canalizzazione in sinistra idraulica dove è presente un campo ad uso agricolo, e prossima ad una strada sterrata appartenente alla viabilità secondaria a servizio dei terreni circostanti.



Figura 11 – Esondazione Q=24m³/s - progressiva n.1665

Al fine di evitare l'esondazione localizzata a tale progressiva, si è abbassata la soglia di portata associata alla QAmax assumendo il valore di 15 m 3 /s.

Come visibile dai quadri di unione seguenti, in scala 1:5'000, si può notare come tale portata risulti essere contenuta all'interno del canale artificiale che collega la diga di Sa Forada all'invaso di Casa Fiume.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA



Figura 12 – Perimetrazione QAmax – Q1



Figura 13 – Perimetrazione QAmax – Q2



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



Figura 14 - Perimetrazione QAmax - Q3

5.3 SIMULAZIONE DELLA PORTATA QMIN

La simulazione idraulica del deflusso della Qmin è stata realizzata associando a tale soglia il valore di portata pari a 15 m³/s, ovvero lo stesso valore associato alla QAmax. Tuttavia, ai fini della verifica delle criticità nel territorio in condizioni di piena, per quanto riguarda le condizioni al contorno rispetto alla QAmax è stata mantenuta la condizione di monte di moto uniforme, mentre a valle la restituzione sull'invaso di Casa Fiume è stata considerata a quota 77.40 m s.l.m., pari alla quota di massimo invaso raggiungibile in condizioni di piena.

La mappatura della portata Qmin risulta ovviamente essere identica a quella analizzata per la QAmax nel paragrafo 5.2, fatto salvo l'aumento della sezione di deflusso a partire dalla sezione n°425 quasi in corrispondenza dell'immissione del corso d'acqua nell'invaso di Casa Fiume.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

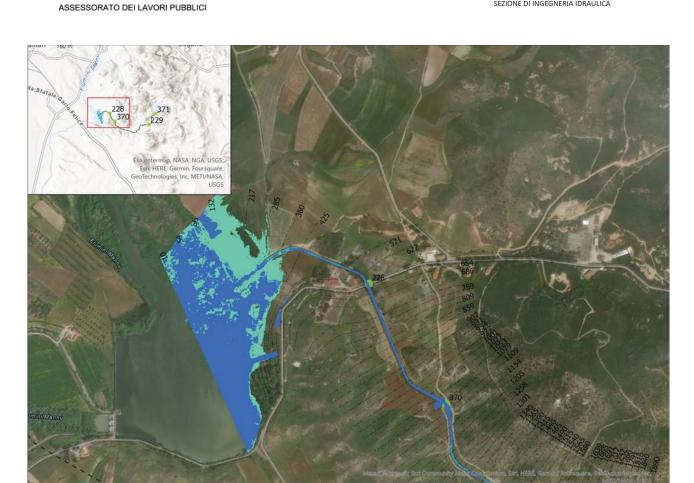


Figura 15 - Perimetrazione della portata QAmax e Qmin – Quadrante Q3



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

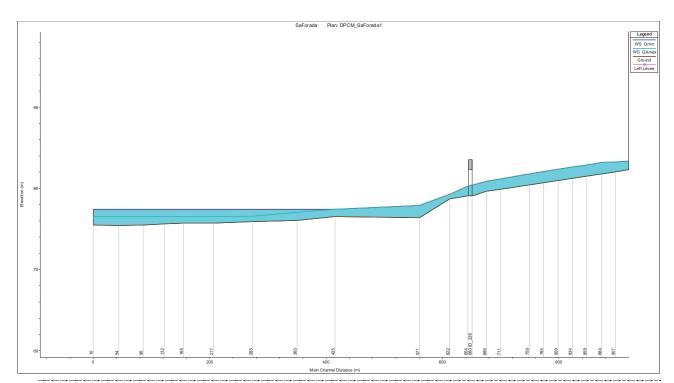


Figura 16 – Confronto profilo longitudinale relativo alla QAmax e Qmin



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

5.4 INDIVIDUAZIONE DEI VALORI CRITICI DI PORTATA

La simulazione idraulica per la stima delle portate critiche ha avuto come obiettivo quello di individuare gli elementi esposti al rischio idraulico al crescere della portata di deflusso, partendo dal valore di attenzione Qmin.

Gli elementi critici individuati per il corso d'acqua in esame sono stati raggruppati in tre macro insiemi:

- a) attraversamenti per viabilità e infrastrutture a rete (ponti tubo);
- b) opere di difesa longitudinali;
- c) elementi antropici: case sparse, fabbricati rurali, cave, luoghi di culto, ecc...

Di seguito sono illustrate nel dettaglio le criticità degli elementi sopra definiti.

5.4.1 VALUTAZIONE DELLE PORTATE CRITICHE PER VIABILITÀ E INFRASTRUTTURE A RETE

Nel presente studio la valutazione della potenzialità del deflusso idrico negli attraversamenti della rete viaria è stata valutata tenendo conto di criteri di stima del franco idraulico affinché la portata transiti in sicurezza attraverso la luce libera dell'attraversamento.

Per ogni attraversamento vengono identificati tre valori di portata:

- Q(f) portata con franco idraulico di sicurezza;
- Q(f0) portata a franco annullato;
- Q(s) portata di sormonto dell'infrastruttura.

Di seguito, per ogni elemento analizzato si fornisce la sezione ed il profilo con indicazione dei livelli idrici delle tre portate sopra citate, oltre a quelli riferiti alle portate Qmin e QAmax.

Inoltre, per ogni attraversamento si riporta in tabella per ciascun valore di portata analizzato:

- il livello idrico in corrispondenza del ponte e della sezione di monte;
- il franco idraulico in corrispondenza del ponte e della sezione di monte.

I. Ponte su strada Forada Strada Centrale Idroelettrica di Santu Miali avente ID 371

Il primo elemento critico che si incontra lungo il corso d'acqua del rio Sa Forada è un attraversamento stradale avente ID_371. L'opera è visibile nella Figura 17 la cui sezione trasversale modellata su HEC-RAS è rappresentata nella Figura 18. Il ponte è stato rilevato con modalità GPS, presenta una luce libera e la quota dell'intradosso dell'impalcato è pari a 157.83 m s.l.m.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA



Figura 17 – Ponte ID_371 a 3.8 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

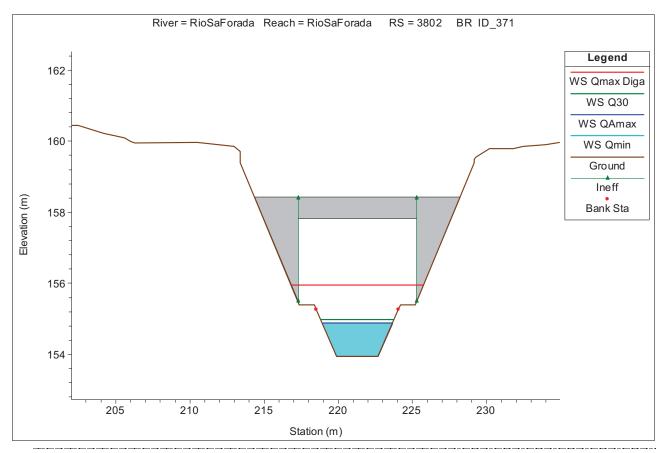


Figura 18 – Sezione Ponte ID_371 a 3.8 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

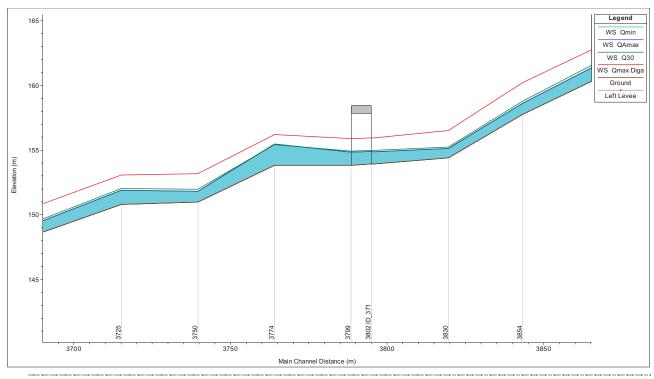


Figura 19 – Profilo di corrente Ponte ID_371 a 3.8 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Tabella 5 - Portate critiche Ponte ID_371 a 3.8 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

	Portata	Quota Intradosso	Livello Idrico Ponte	Livello idrico Sezione Monte	Franco Idraulico Ponte	Franco Idraulico Sezione Monte
	(m³/s)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)
Qmin QAmax	15		154.74	154.73	3.09	3.10
Q(f)	30	157.83	154.97	154.95	2.86	2.88
Qmax Diga	112		155.94	155.92	1.89	1.91

In Tabella 5 sono riportati i parametri caratteristici del deflusso idrico in corrispondenza del ponte. Considerando la sezione del ponte, il valore del franco idraulico da considerare è pari a 1.99 m. Essendo in prossimità degli organi di scarico della diga, ed essendo un alveo artificiale rivestito in calcestruzzo, si hanno velocità medie della corrente elevate. Per le soglia di portata superiori a 30 m³/s si hanno velocità medie superiori a 8 m/s con un conseguente incremento del valore del franco idraulico, che in tali condizioni vale l'intera altezza cinetica $v^2/2g$. Per la portata massima scaricabile dalla diga (Qmax Diga) pari a 112 m³/s il ponte risulta adeguato, non si ha il sormonto dell'opera garantendo il transito di tale soglia di portata; i valori di Q(f0) e Q(s) non sono riportati in quanto superiori alla massima portata scaricabile dalla diga e quindi non si considerano nel calcolo delle portate critiche.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

II. Ponte ID_229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Proseguendo verso valle, a circa 0.70 km a valle dal ponte precedente, si incontra il ponte avente ID_229 visibile nella Figura 20, la cui sezione trasversale modellata su HEC-RAS è rappresentata nella Figura 21. Il ponte è stato rilevato con modalità GPS, presenta una luce libera e la quota dell'intradosso dell'impalcato è pari a 136.21 m s.l.m.



Figura 20 – Ponte ID_229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

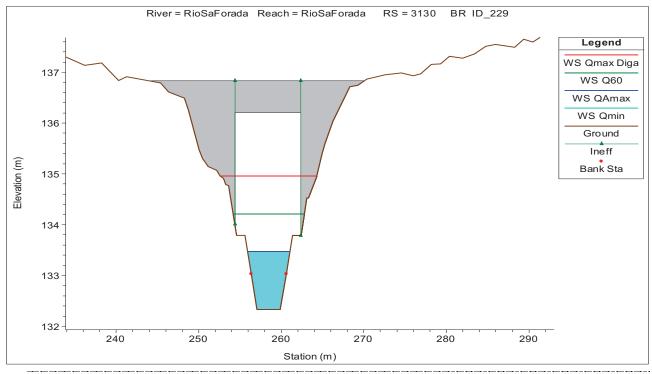


Figura 21 – Sezione del Ponte ID_229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

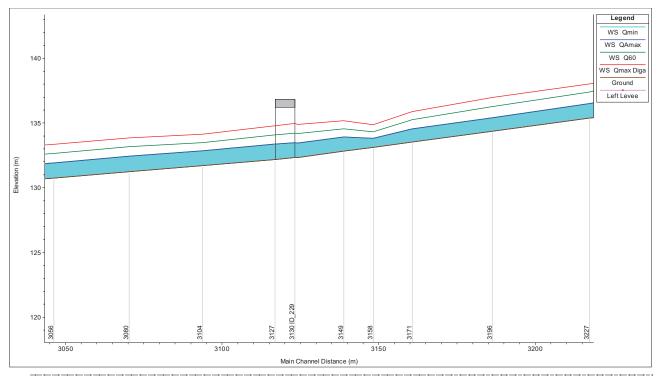


Figura 22 – Profilo di corrente Ponte ID 229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Tabella 6 - Portate critiche Ponte <u>ID_229 a 3.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume</u>

	Portata	Quota Intradosso	Livello Idrico Ponte	Livello idrico Sezione Monte	Franco Idraulico Ponte	Franco Idraulico Sezione Monte
	(m³/s)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)
Qmin = QAmax	15		154.74	154.73	3.09	3.10
Q(f)	60	136.21	134.2	134.18	2.01	2.03
Qmax diga	112		134.96	134.89	1.25	1.32

In Tabella 6 sono riportate le portate critiche ed i relativi parametri caratteristici del deflusso in corrispondenza del Ponte ID_229. Considerando la sezione immediatamente a monte del ponte, il valore del franco idraulico da considerare è pari a 1.40 m che viene verificato da una soglia di portata Q(f) pari di 60 m³/s. Per la portata massima scaricabile dalla diga (Qmax Diga) pari a 112 m³/s il ponte risulta adeguato, non si ha il sormonto dell'opera garantendo il transito di tale soglia di portata; i valori di Q(f0) e Q(s) non sono riportati in quanto superiori alla massima portata scaricabile dalla diga e quindi non si considerano nel calcolo delle portate critiche.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

III. Ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Proseguendo verso valle, a circa 2 km a valle dal ponte precedente, si incontra il ponte avente ID_370 visibile nella Figura 23, la cui sezione trasversale modellata su HEC-RAS è rappresentata nella Figura 24. Il ponte è stato rilevato con modalità GPS, presenta una luce libera e la quota dell'intradosso dell'impalcato è pari a 90.05 m s.l.m.



Figura 23 – Ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

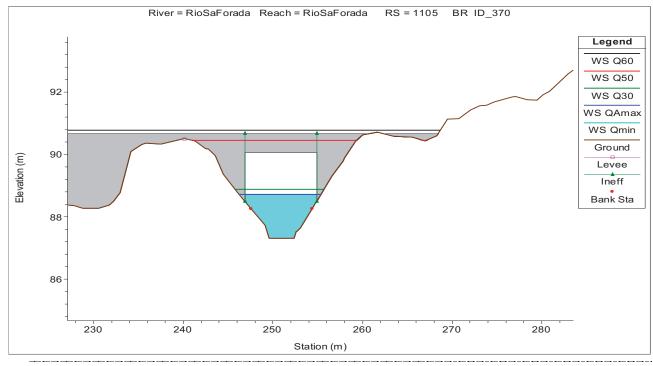


Figura 24 – Sezione trasversale del ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

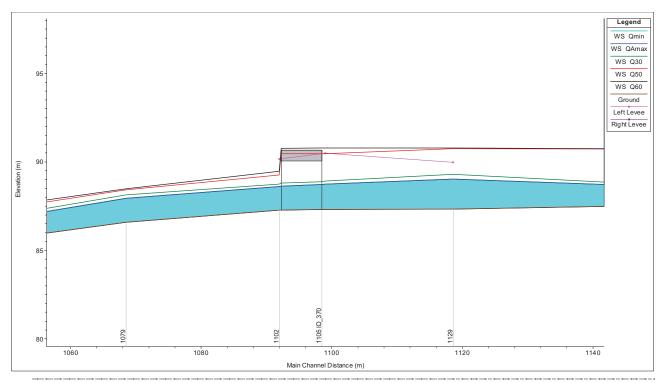


Figura 25 – Profilo di corrente ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Tabella 7 - Portate critiche ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

	Portata	Quota Intradosso	Livello Idrico Ponte	Livello idrico Sezione Monte	Franco Idraulico Ponte	Franco Idraulico Sezione Monte
	(m³/s)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)
Qmin QAmax	15		88.51	88.52	1.54	1.53
Q(f)	30	90.05	88.87	88.91	1.18	1.14
Q(f0)	50	30.03	90.45	90.45	-0.4	-0.4
Q(s)	60		90.77	90.77	-0.72	-0.72

In Tabella 7 sono riportate le portate critiche ed i relativi parametri caratteristici del deflusso in corrispondenza del ponte ID_370 a 1.1 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume. Considerando la sezione immediatamente a monte del ponte, il valore del franco idraulico da considerare è pari a 1.00 m che viene rispettato per una portata Q(f) pari di 30 m³/s; il franco viene annullato in corrispondenza del ponte per una portata Q(f0) pari a 50 m³/s; mentre il sormonto dell'attraversamento avviene per una portata Q(s) pari a 60 m³/s.

IV. Ponte ID 228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Proseguendo verso valle, a circa 0.6 km a monte dall'immissione del corso d'acqua nell'invaso di Casa Fiume, si incontra il ponte avente Ponte ID_228 visibile nella Figura 26, la cui sezione trasversale modellata su HEC-



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

RAS è rappresentata nella Figura 27. Il ponte è stato rilevato con modalità GPS, presenta una luce libera e la quota dell'intradosso dell'impalcato è pari a 82.3 m s.l.m.



Figura 26 – Ponte ID_228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

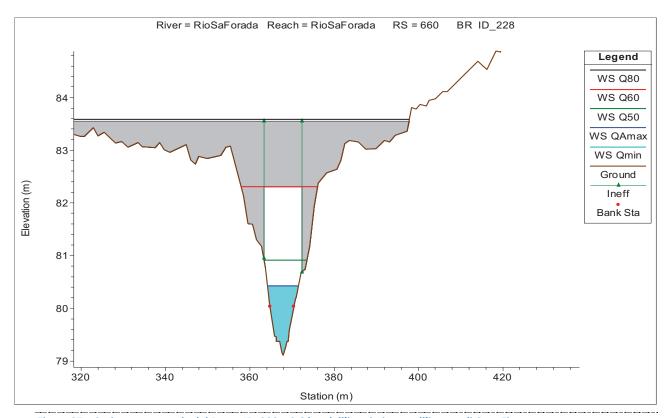


Figura 27 – Sezione trasversale del Ponte ID_228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

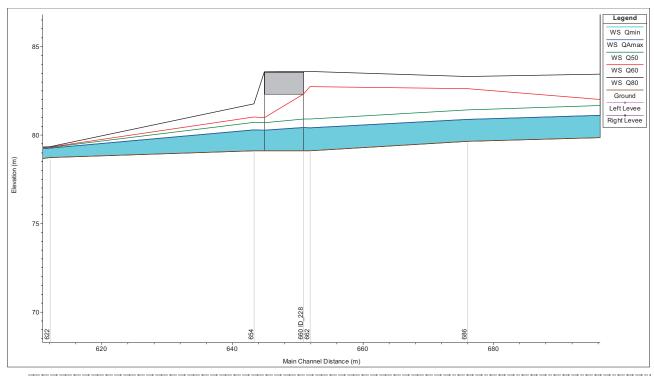


Figura 28 – Profilo di corrente Ponte ID_228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Tabella 8 - Portate critiche Ponte ID_228 a 0.6 km dall'immissione nell'invaso di Casa Fiume

Portata		Quota Intradosso	Livello Idrico Ponte	Livello idrico Sezione Monte	Franco Idraulico Ponte	Franco Idraulico Sezione Monte
	(m ³ /s)	(m slm)	(m slm)	(m slm)	(m)	(m)
Qmin QAmax	15		80.22	80.2	2.08	2.1
Q(f)	50	82.3	80.9	80.89	1.4	1.41
Q(f0)	60	02.3	82.3	82.73	0	-0.43
Q(s)	80		83.58	83.58	-1.28	-1.28

In Tabella 8 sono riportate le portate critiche ed i relativi parametri caratteristici del deflusso in corrispondenza del Ponte ID_228. Considerando la sezione immediatamente a monte del ponte, il valore del franco idraulico da considerare è pari a 1.41 m che viene rispettata per una portata Q(f) pari di 50 m³/s; il franco viene annullato in corrispondenza del ponte per una portata Q(f0) pari a 60 m³/s; mentre il sormonto dell'attraversamento avviene per una portata Q(s) pari a 80 m³/s.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

5.4.2 VALUTAZIONE DELLE PORTATE CRITICHE PER LE OPERE DI DIFESA LONGITUDINALI

Nella valutazione delle criticità associate alla presenza di opere di difesa longitudinali (arginature) non si osservano opere atte al contenimento della piena del corso d'acqua nel tratto compreso tra la diga Sa Forada fino all'invaso di Casa Fiume.

5.4.3 VALUTAZIONE DELLE PORTATE CRITICHE PER ELEMENTI ANTROPICI

Dall'analisi del territorio interessato dal deflusso idrico e tenendo conto dell'ubicazione delle case sparse lungo il corso d'acqua, la modellazione idraulica ha evidenziato che non sono presenti abitazioni rurali/residenziali a valle dello sbarramento che interagiscono con il deflusso.

5.4.4 SINTESI DEI VALORI CRITICI DI PORTATA

Nella seguente tabella si riportano in ordine crescente i valori critici di portata descritti in precedenza.

Tabella 9 - Valori critici di portata

Portata (m³/s)		Elemento	Criticità
Qc1	30	Ponte ID_371 a 3.8 km	Limite Franco Idraulico Verificato
Qc2	30	Ponte ID_370 a 1.1 km	Limite Franco Idraulico Verificato
Qc3	50	Ponte ID_370 a 1.1 km	Franco Nullo
Qc4	50	Ponte ID_228 a 0.6 km	Limite Franco Idraulico Verificato
Qc5	60	Ponti ID_229 a 3.1 km	Limite Franco Idraulico Verificato
Qc6	60	Ponte ID_370 a 1.1 km	Sormonto Ponte
Qc7	60	Ponte ID_228 a 0.6 km	Franco Nullo
Qc8	80	Ponte ID_228 a 0.6 km	Sormonto Ponte
Qc9	112	Ponte ID_371 a 3.8 km	Franco Nullo
Qc10	112	Ponti ID_229 a 3.1 km	Franco Nullo



ASSESSORADU DE SOS TRABALLOS PÙBLICOS ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6 Considerazioni conclusive

Nella presente relazione sono state definite le portate di riferimento per la diga Sa Forada, ai sensi della Direttiva P.C.M. 8 Luglio 2014, prendendo in esame il corso del rio omonimo compreso fra il suddetto sbarramento e l'immissione nell'invaso di Casa Fiume.

Poiché il rio Sa Forada non è stato oggetto di valutazioni nel PSFF non è stato possibile associare alla portata QAmax il valore riferito alla piena laminata avente tempo di ritorno 2 anni scaricata dalla diga. In considerazione degli apporti trasferiti dal sistema del Medio Flumendosa, della limitata capacità di laminazione dell'invaso allo stato attuale (che una volta ripristinata l'autorizzazione della quota di massima regolazione sarà nulla), della potenzialità degli organi di scarico e della massima portata contenuta nel canale di collegamento con l'invaso di Casa Fiume si propone di assumere come QAmax il valore **QAmax = 15 m³/s.**

Per l'attività preventiva di Protezione Civile, con riferimento di attenzione che deve svolgere il Gestore della diga in fase di evento di piena, si propone al Tavolo Tecnico che per il tratto vallivo alla diga in esame si possa considerare per **Qmin** lo stesso valore di QAmax, e quindi **assumere per la Qmin ugualmente la portata di 15 m³/s**.

Per quanto riguarda le interazioni della corrente con le principali infrastrutture presenti lungo il corso del rio Sa Forada, a valle della diga omonima fino all'immissione con l'invaso di Casa Fiume, si può affermare che risultano tutte compatibili con il transito della QAmax=Qmin, ad eccezione di eventuali guadi su strade secondarie presenti lungo il corso del fiume, potenzialmente in crisi già per portate di pochi metri cubi al secondo, per i quali occorre definire opportune procedure di messa in sicurezza nei Piani di Protezione Civile Comunali in funzione delle allerte meteo diramate dal CFD.

Non essendosi individuate specifiche criticità, per la diga Sa Forada, sulla base delle analisi di modellazione idraulica riportate nella presente relazione, si ritiene che il valore di **Qsoglia = 15 m³/s** possa essere assunto anche come soglia di portata al sotto della quale non è previsto l'obbligo di comunicazione da parte del Gestore in caso di assenza di eventi di piena previsti o in atto, come richiesto al punto 2.5 della sopracitata Direttiva.

Si evidenzia, tuttavia, la necessità di una verifica su questo aspetto da parte degli Enti che compongono il Tavolo Tecnico, valutandone le conseguenti implicazioni non unicamente riportabili alle criticità idrauliche sopra evidenziate. È infatti previsto dall'Accordo tra il DICAAR e la DGLLPP che sia verificata dal Tavolo Tecnico la congruenza dei risultati provenienti dal modello idraulico predisposto dal DICAAR con eventuali ulteriori criticità a valle delle dighe nel definire le Relazioni previste dalla Delibera RAS 33/31 del 10/06/2016.

Sulla base della modellazione idraulica del corso d'acqua, estesa fino alla immissione nell'invaso di Casa Fiume, si sono inoltre individuati gli incrementi di portata che mettono in crisi alcuni elementi antropici.

Pertanto, in relazione alla opportunità di inserire **soglie incrementali ΔQ** nei valori di portata scaricata dalla diga, seppure le caratteristiche dello sbarramento, che raccoglie sostanzialmente i deflussi regolati derivati dal sistema Flumendosa, al fine evidenziare la possibilità di ulteriori criticità vallive, sulla base di quanto sopra evidenziato operando in termini cautelativi, si ritiene che si possa considerare il seguente valore critico di portata scaricata dalla diga:

- 50 m³/s;



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Tale valore è da intendersi come soglia incrementale, comprensivo della portata Qmin e, quindi, come valore complessivo di portata scaricata dalla diga al fine evidenziare ulteriori criticità vallive.

La possibilità di definire soglie incrementali ΔQ che tengano conto del contributo del bacino residuo potrà essere presa in esame solo in presenza di un adeguato sistema di previsione e monitoraggio dei deflussi, non disponibile nel bacino vallivo del rio Sa Forada.