

Diga Casalbuono e schema idrico di connessione idraulica ai comprensori irrigui del Vallo di Diano, dell'Alto Bussento e della Piana del Sele - 1° lotto

STUDIO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI



Cliente:



Il direttore esecuzione del contratto:

Ing. Mariano Lucio Alliegro
(Ordine Ingegneri SALERNO n. 2382)

Il responsabile unico del procedimento:

Ing. Domenico Macellaro
(Ordine Ingegneri SALERNO n. 3630)

Mandataria:



Mandati:



Il progettista:

Ing. Carlo Silvestri
(Ordine Ingegneri MILANO n. 20345A)

Codice documento:

2022.0305.002-GEN-R01

Titolo:

DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI (DOCFAP)

2	19.02.2024	Tutti	C. Crémer M. Lora	C. Silvestri	Terza emissione
1	06.02.2024	Tutti	C. Crémer M. Lora	C. Silvestri	Seconda emissione
0	22.12.2023	Tutti	C. Crémer M. Lora	C. Silvestri	Prima emissione
Rev.	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Descrizione

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Premessa	1
1.2	Struttura del documento	3
1.3	Documenti di riferimento	3
1.3.1	Studio di fattibilità (2020)	3
1.3.2	Documenti progettuali correlati al DOCFAP	4
2.	QUADRO ESIGENZIALE E DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'OPERA	6
2.1	Generalità	6
2.2	Definizione degli obiettivi	6
2.3	Obiettivi primari	7
2.3.1	Laminazione delle piene	7
2.3.2	Fabbisogno irriguo e deflusso ecologico	8
2.3.3	Travaso idrico verso altri bacini idrografici (Sele e Bussento)	10
2.4	Obiettivi secondari	11
2.4.1	Produzione idroelettrica	11
2.4.2	Potenziale turistico-ricreativo della valle	12
3.	STUDIO DI FATTIBILITÀ	15
3.1	Generalità	15
3.2	Obiettivi dello studio di fattibilità	15
3.3	Soluzione progettuale del lotto funzionale I	18
3.4	Studi idraulici	21
4.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	23
4.1	Premessa	23
4.2	Inquadramento geologico	24
4.3	Inquadramento geomorfologico	26
4.4	Inquadramento idrogeologico	28
4.5	Inquadramento sismotettonico	30
4.6	Inquadramento idrologico	33

5.	ANALISI DEI POTENZIALI SITI DI UBICAZIONE DELLO SBARRAMENTO	36
5.1	Premessa	36
5.2	Potenziali siti di ubicazione dello sbarramento	36
5.2.1	Sito A	37
5.2.2	Sito B	38
5.2.3	Sito C	38
5.2.4	Sito D	39
5.3	Valutazioni idraulico-idrologiche	39
5.4	Valutazioni geologiche-geotecniche	41
5.5	Valutazione delle interferenze	44
5.5.1	Generalità	44
5.5.2	Sito A	44
5.5.3	Sito B	46
5.5.4	Sito C	46
5.5.5	Sito D	48
5.6	Conclusioni	48
6.	INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E AMBIENTALI	50
6.1	Premessa	50
6.2	Indagini geologiche-geotecniche	50
6.2.1	Sito A	50
6.2.2	Sito D	56
6.3	Indagini ambientali	61
7.	PRESENTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI	64
7.1	Generalità	64
7.2	Alternativa 1	64
7.2.1	Schema progettuale di funzionamento	64
7.2.2	Sbarramento	66
7.2.3	Opere accessorie	70
7.2.4	Accesso alla diga e viabilità	73
7.2.5	Produzione idroelettrica	74
7.2.6	Impianti di irrigazione	74

7.2.7	Opere di mitigazione e compensazione	75
7.2.8	Opere di protezione dell'abitato di Casalbuono	76
7.3	Alternativa 2	76
7.3.1	Schema progettuale di funzionamento	76
7.3.2	Sbarramento A1*	79
7.3.3	Accesso alla diga A1* e viabilità	85
7.3.4	Sbarramento D	85
7.3.5	Accesso alla diga D e viabilità	89
7.3.6	Produzione idroelettrica	90
7.3.7	Opere di mitigazione e compensazione	90
7.4	Alternativa 3	91
7.4.1	Schema progettuale di funzionamento	91
7.4.2	Sbarramento A2*	94
7.4.3	Accesso alla diga A2* e viabilità	97
7.4.4	Produzione idroelettrica	98
7.4.5	Opere di mitigazione e compensazione	98
8.	PRESENTAZIONE DELL'ANALISI MULTICRITERIA	99
8.1	Teoria dell'Analisi Multicriteria – cenni	99
8.2	Definizione della matrice multicriteria	100
8.2.1	Geologia e Geotecnica (CRITERIO 1)	100
8.2.2	Infrastrutture e interferenze (CRITERIO 2)	101
8.2.3	Risorse idriche e idraulica (CRITERIO 3)	103
8.2.4	Aspetti ambientali (CRITERIO 4)	105
8.2.5	Costi ed altri impatti (CRITERIO 5)	108
8.3	Scelta dei pesi della matrice di analisi multicriteria	112
8.4	Criterio nell'assegnazione delle valutazioni	113
9.	ANALISI MULTICRITERIA: VALUTAZIONI	115
9.1	Aspetti geologici e geotecnici	115
9.1.1	Fenomeni di carsismo e fratturazione (9%)	115
9.1.2	Contesto sismotettonico e faglia capace (9%)	115
9.1.3	Complessità geotecnica associata all'imposta della diga (5%)	116
9.1.4	Stabilità delle sponde dell'invaso (3%)	116

9.2	Infrastrutture ed interferenze	117
9.2.1	Complessità delle strutture necessarie (4%)	117
9.2.2	Gestione dell'impianto (4%)	117
9.2.3	Interferenze con opere infrastrutturali (2%)	118
9.2.4	Interferenze con siti di estrazione esistenti (2%)	119
9.3	Risorse idriche e idraulica	119
9.3.1	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo (12%)	119
9.3.2	Possibilità di laminazione delle piene (9%)	120
9.3.3	Producibilità idroelettrica e risparmio energetico (6%)	120
9.3.4	Benefici idrologici a scala di bacino (3%)	121
9.4	Aspetti ambientali	121
9.4.1	Paesaggio: alterazione dello stato dei luoghi (6%)	121
9.4.2	Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali (6%)	122
9.4.3	Biodiversità: impatto su flora e fauna (4%)	122
9.4.4	Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso (4%)	123
9.5	Costi ed altri impatti	123
9.5.1	Costi di realizzazione e gestione dell'opera (5%)	123
9.5.2	Sviluppo turistico-ricreativo (5%)	124
9.5.3	Sviluppo occupazionale (5%)	125
9.5.4	Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico (2%)	125
10.	RISULTATO DELL'ANALISI MULTICRITERIA	126
10.1	Sintesi dei risultati dell'Analisi Multicriteria	126
10.2	Alternativa scelta e sensitivity	127
11.	CONCLUSIONI	128

1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

L'RTP costituito da Lombardi Ingegneria s.r.l., Technital S.p.A. e Lombardi SA ingegneri consulenti è stato incaricato dal "Consorzio di bonifica – Vallo di Diano e fiume Tanagro" dello svolgimento della progettazione definitiva, degli studi specialistici multidisciplinari, delle indagini e rilievi in sito, delle prove di laboratorio, dei servizi accessori di progettazione partecipata, dell'assistenza nei procedimenti autorizzativi del progetto di *"regolazione dei deflussi della parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro e utilizzo delle acque in agricoltura: progetto diga Casalbuono e schema idrico di connessione idraulica ai comprensori irrigui del Vallo di Diano, dell'alto Bussento e della piana del Sele - 1° lotto"*.

Il presente Documento di Fattibilità delle alternative Progettuali (in seguito DOCFAP) costituisce il documento riassuntivo dello Studio di fattibilità delle alternative progettuali, fase preliminare e propedeutica al successivo sviluppo della progettazione di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE). Nel DOCFAP sono presentate e analizzate una serie di alternative progettuali che rispondono al quadro esigenziale e agli obiettivi dell'opera. Le diverse alternative, inclusa l'opzione "Zero" (ovvero il non intervento), sono confrontate mediante analisi multicriteri e a conclusione dello studio viene evidenziata la soluzione progettuale che rappresenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire.

La struttura del presente DOCFAP rispecchia le fasi che si sono susseguite nel corso di questa prima fase di progettazione. La prima fase di progettazione è stata propedeutica al concepimento delle diverse alternative progettuali, mentre la seconda fase di lavoro è consistita nella valutazione delle stesse sulla base di studi disciplinari e simulazioni specifiche, al fine di addivenire alla scelta dell'alternativa ritenuta come la migliore.

La fase iniziale della progettazione è consistita nella raccolta e nell'analisi critica degli studi pregressi; in parallelo sono stati avviati gli studi geologici, idrologici e idraulici dell'area di studio.

Un passaggio fondamentale delle prime fasi è stato la raccolta dei dati sul fabbisogno idrico da parte del Consorzio di Bonifica Vallo di Diano e Tanagro, che ha permesso insieme agli studi di base di definire il quadro esigenziale e gli obiettivi della presente progettazione.

Sulla base degli studi e dei dati raccolti nella prima fase di progettazione sono stati individuati n. 4 potenziali siti alternativi per l'ubicazione dello sbarramento (denominati A, B, C e D). Una prima analisi di screening, basata su valutazioni principalmente idrologiche-idrauliche e geologiche-idrologiche ma anche su un'analisi delle possibili interferenze delle opere sulle infrastrutture esistenti, ha permesso di selezionare n. 2 di questi siti come idonei alla realizzazione delle opere (A e D).

A seguito di questa prima fase di analisi, è iniziata la fase di definizione e studio delle diverse alternative progettuali. Sono state individuate in particolare n. 3 alternative progettuali, le cui opere

interessano uno o entrambi i siti sopra definiti. In parallelo sono state avviate le indagini geologiche, geotecniche e ambientali in corrispondenza dei due siti selezionati.

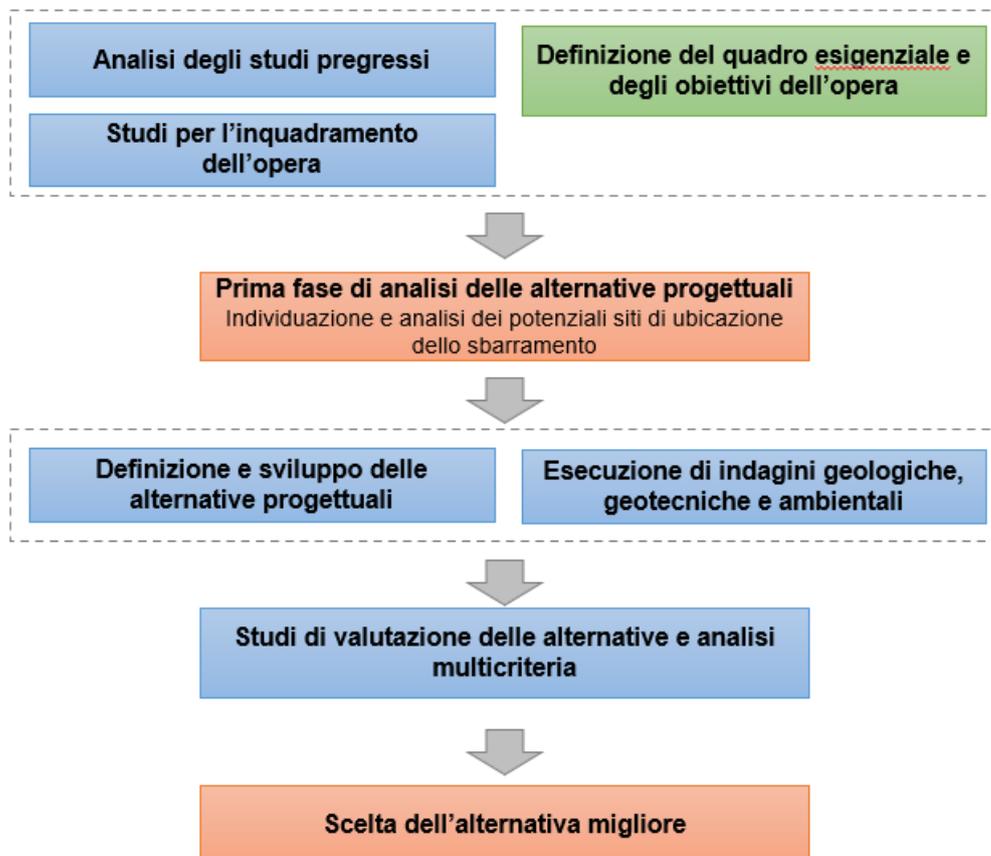


Figura 1: Processo di DOCFAP

Ogni alternativa è stata definita tenendo conto delle caratteristiche morfologiche, idrologiche, idrauliche, geologiche, idrogeologiche, ecc. delle aree interessate. Le alternative sono state sviluppate con l'obiettivo primario di rispondere compiutamente agli obiettivi definiti nel quadro esigenziale ma non trascurando le tematiche legate all'inserimento paesaggistico-ambientale e sociale-economico dell'opera.

Per ogni alternativa sono stati approfonditi i diversi studi disciplinari utili alla definizione degli schemi progettuali, tra cui si possono citare: simulazioni idrologiche e idrauliche di dettaglio, studio delle specifiche condizioni geologiche, idrogeologiche e simili, valutazioni di impatto ambientale e studio di opere di mitigazione e di compensazione, valutazione degli aspetti archeologici, studi sulla produzione di energia idroelettrica, ecc. Per ogni alternativa è stato sviluppato uno schema progettuale solido che consentirà, qualunque sia l'alternativa selezionata come migliore, di sviluppare al meglio la fase di progettazione di fattibilità tecnico ed economica.

La seconda fase del lavoro è consistita nella valutazione in termini comparativi delle alternative ipotizzate, congiuntamente alla cosiddetta opzione zero. In particolare, è stata definita e sviluppata un'analisi multicriteria dove sono stati definiti una serie di criteri fondamentali di giudizio sui diversi ambiti disciplinari e un unico metodo di comparazione che incrociasse criteri e alternative.

1.2 Struttura del documento

Il presente documento è costituito dalla seguente struttura:

- **Capitolo 2 – Quadro esigenziale e definizione degli obiettivi dell’opera**
Questa sezione descrive il quadro esigenziale al quale l’opera deve rispondere e definisce la gerarchia degli obiettivi usata come riferimento.
- **Capitolo 3 – Studio di fattibilità**
Questo capitolo illustra lo studio di fattibilità dell’opera in esame.
- **Capitolo 4 – Inquadramento dell’area di studio**
Questo capitolo descrive sinteticamente i principali studi di inquadramento dell’opera (geomorfologia, geologia, idrogeologia, sismo-tettonica, idrologia, interferenze, ecc.).
- **Capitolo 5 – Analisi dei potenziali siti di ubicazione dello sbarramento**
Questa sezione illustra la prima fase di analisi effettuata per l’individuazione dei potenziali siti di ubicazione delle opere.
- **Capitolo 6 – Indagini geologiche, geotecniche e ambientali**
Questo capitolo descrive i principali risultati delle indagini eseguite.
- **Capitolo 7 – Presentazione delle alternative progettuali**
Questa sezione descrive le alternative progettuali individuate.
- **Capitolo 8 – Presentazione della matrice dell’analisi multicriteri**
Questo capitolo presenta la teoria e la metodologia utilizzata nell’analisi multicriteri.
- **Capitolo 9 – Assegnazione delle valutazioni dell’analisi multicriteri**
Questo capitolo illustra come per ogni criterio sono state assegnate le valutazioni.
- **Capitolo 10 – Risultato dell’analisi multicriteri**
Questo capitolo illustra i risultati dell’analisi multicriteri.
- **Capitolo 11 – Conclusioni**
Questo capitolo illustra le conclusioni del lavoro svolto.

1.3 Documenti di riferimento

1.3.1 Studio di fattibilità (2020)

- [1] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, “Relazione illustrativa generale”, Dicembre 2020;
- [2] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, “Relazione tecnica descrittiva delle opere”, Dicembre 2020;
- [3] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, “Analisi idrologica preliminare”, Dicembre 2020;
- [4] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, “Documentazione fotografica”, Dicembre 2020;
- [5] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, “Stima sommaria delle opere”, Dicembre 2020;

- [6] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, "Analisi preliminare costi e benefici", Dicembre 2020;
- [7] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, "Cronoprogramma dell'intervento", Dicembre 2020;
- [8] Consorzio di bonifica integrale Vallo di Diano e Tanagro, Studio di Fattibilità, "Fascicolo delle tavole grafiche fuori testo dello studio di fattibilità", Dicembre 2020;

1.3.2 Documenti progettuali correlati al DOCFAP

Elaborati generali (GEN)

- [9] 2022.0305.002-GEN-R01-1 - Documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP)
- [10] 2022.0305.002-GEN-R02-0 – Alternativa 2 (A1*+D), Inquadramento catastale
- [11] 2022.0305.002-GEN-D01-0 - Inquadramento dell'area di studio
- [12] 2022.0305.002-GEN-D02-0 - Planimetria con ubicazione dei siti alternativi e degli invasi
- [13] 2022.0305.002-GEN-D03-0 - Alternativa 1 (A) - Schema progettuale, planimetria
- [14] 2022.0305.002-GEN-D04-0 - Alternativa 1 (A) - Diga e invaso, planimetria
- [15] 2022.0305.002-GEN-D05-0 - Alternativa 1 (A) - Diga, Planimetria
- [16] 2022.0305.002-GEN-D06-0 - Alternativa 1 (A) - Diga, Profilo longitudinale e sezione tipo
- [17] 2022.0305.002-GEN-D07-0 - Alternativa 1 (A) - Scarico di superficie, Profilo longitudinale e dettagli
- [18] 2022.0305.003-FEB-D08-1 - Alternativa 1 (A) - Condotta, profilo e sezione tipologica
- [19] 2022.0305.002-GEN-D09-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Schema progettuale, planimetria
- [20] 2022.0305.002-GEN-D10-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga A1* - Diga e invaso, planimetria
- [21] 2022.0305.002-GEN-D11-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga A1*, planimetria
- [22] 2022.0305.002-GEN-D12-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga A1*, Profilo longitudinale e sezione tipo
- [23] 2022.0305.002-GEN-D13-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga D - Diga e invaso, planimetria
- [24] 2022.0305.002-GEN-D14-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga D - planimetria
- [25] 2022.0305.002-GEN-D15-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga D - Profilo longitudinale e sezione tipo
- [26] 2022.0305.002-GEN-D16-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Diga D - Scarico di superficie, Profilo longitudinale e dettagli
- [27] 2022.0305.002-GEN-D17-0 - Alternativa 2 (A1*+D) - Condotte, profilo e sezione tipologica
- [28] 2022.0305.002-GEN-D18-0 - Alternativa 3 (A2*+D) - Schema progettuale, planimetria
- [29] 2022.0305.002-GEN-D19-0 - Alternativa 3 (A2*+D) - Diga A2* - Diga e invaso, planimetria
- [30] 2022.0305.002-GEN-D20-0 - Alternativa 3 (A2*+D) - Diga A2*, planimetria
- [31] 2022.0305.002-GEN-D21-0 - Alternativa 3 (A2*+D) - Diga A2*, Profilo longitudinale e sezione tipo

Studi e indagini (IDG)

- [32] 2022.0305.002-IDG-R02-0 - Relazione sui risultati delle indagini

[33] 2022.0305.002-IDG-D04-0 – Localizzazione delle indagini di prima fase, Sito A, planimetria

[34] 2022.0305.002-IDG-D05-0 - Localizzazione delle indagini di prima fase, Sito D, planimetria

Geologica, idrogeologica e sismica (IDG)

[35] 2022.0305.002-GEO-R01-0 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica preliminare

[36] 2022.0305.002-GEO-R02-1 - Studio sismotettonico preliminare

[37] 2022.0305.002-GEO-D01-0 - Carta geologica e geomorfologica

[38] 2022.0305.002-GEO-D02-0 - Carta idrogeologica

Idraulica e idrologia (IDR)

[39] 2022.0305.002-IDR-R01-0 - Relazione idraulica-idrologica preliminare

[40] 2022.0305.002-IDR-R02-0 - Relazione preliminare di dam-break

Ambiente (AMB)

[41] 2022.0305.002-AMB-R01-0 - Relazione sugli aspetti ambientali

Archeologia (ARC)

[42] 2022.0305.002-ARC-R01-0 – Analisi archeologica preliminare

Impianti idroelettrici (IMP)

[43] 2022.0305.002-IMP-R01-0 - Relazione sulla produzione idroelettrica

2. QUADRO ESIGENZIALE E DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'OPERA

2.1 Generalità

Le principali fonti scientifiche di riferimento per la valutazione degli impatti e della vulnerabilità ai cambiamenti climatici in Europa e per l'Italia, concordano nel sostenere che nei prossimi decenni la regione europea e mediterranea dovrà far fronte ad impatti dei cambiamenti climatici particolarmente negativi, i quali, combinandosi agli effetti dovuti alle pressioni antropiche sulle risorse naturali, fanno dell'Europa meridionale e del Mediterraneo le aree più vulnerabili d'Europa. In Italia gli impatti attesi più rilevanti nei prossimi decenni potranno essere provocati da un innalzamento eccezionale delle temperature (soprattutto in estate), da un aumento della frequenza di eventi meteorologici estremi (ondate di calore, siccità ed episodi di precipitazioni piovose intense), da una riduzione delle precipitazioni annuali medie e dei flussi fluviali annui (Ministero dell'Ambiente, Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, 2012).

Il tema delle risorse idriche è dunque un tema centrale per tutto il territorio nazionale e nello specifico anche per il territorio interessato del presente studio.

Le opere oggetto della presente progettazione hanno dunque l'obiettivo prioritario di rispondere alle molteplici problematiche di gestione delle risorse idriche del territorio, con particolare riferimento alla laminazione delle piene della parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro e all'accumulo della risorsa idrica per uso prevalentemente irriguo.

Inoltre, coerentemente con la transizione ecologica prevista nel paese, le opere si configurano nell'ottica dell'utilizzo plurimo dell'acqua prevedendo uno sfruttamento idroelettrico delle acque invasate attraverso le portate ecologiche di Deflusso Minimo Vitale (DMV) e/o Deflusso Ecologico (DE).

Infine, le opere dovranno integrarsi in modo ottimale nel contesto ambientale, sociale ed economico del territorio, coerentemente con altre iniziative progettuali già poste in essere per lo sviluppo integrato dell'area.

2.2 Definizione degli obiettivi

Ciascuna delle alternative progettuali individuate dagli scriventi e illustrate nel seguito consente di rispondere contemporaneamente a diverse necessità. Per questo motivo, al fine di centrare al meglio tutte le alternative progettuali, gli obiettivi dell'opera sono stati classificati secondo un ordine gerarchico. A partire da questa gerarchia di obiettivi è stato possibile definire una gerarchia anche dei vari aspetti riguardanti la progettazione delle diverse alternative.

Gli aspetti cosiddetti fondamentali per la progettazione permettono all'opera di rispondere agli obiettivi primari e dare una prima definizione delle opere (ubicazione delle opere, dimensione e tipologia degli sbarramenti, dimensionamento degli scarichi e delle condotte, ecc.).

Gli obiettivi prima dell'intervento sono sintetizzati di seguito e descritti in dettaglio nei successivi paragrafi:

- laminazione delle piene della parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro;
- soddisfacimento del fabbisogno irriguo in accordo con il piano di gestione e sviluppo irriguo del Consorzio, garantendo il Deflusso Minimo Vitale (DMV) e/o Deflusso Ecologico (DE) a valle delle opere;
- travaso idrico verso altri bacini idrografici (Sele e Bussento).

Gli obiettivi secondari per la progettazione si inseriscono in un'impostazione già rispondente agli obiettivi primari e sono volti al rispondere anche agli obiettivi successivamente individuati. Questo livello di progettazione secondario è quindi pensato per arricchire la funzionalità del progetto senza la possibilità di compromettere gli obiettivi di ordine maggiore.

Gli obiettivi secondari sono sintetizzati di seguito e descritti in dettaglio nei successivi paragrafi:

- produzione idroelettrica derivante dallo sfruttamento dei rilasci a fini irrigui ed ecologici;
- potenziamento turistico-ricreativo della valle;

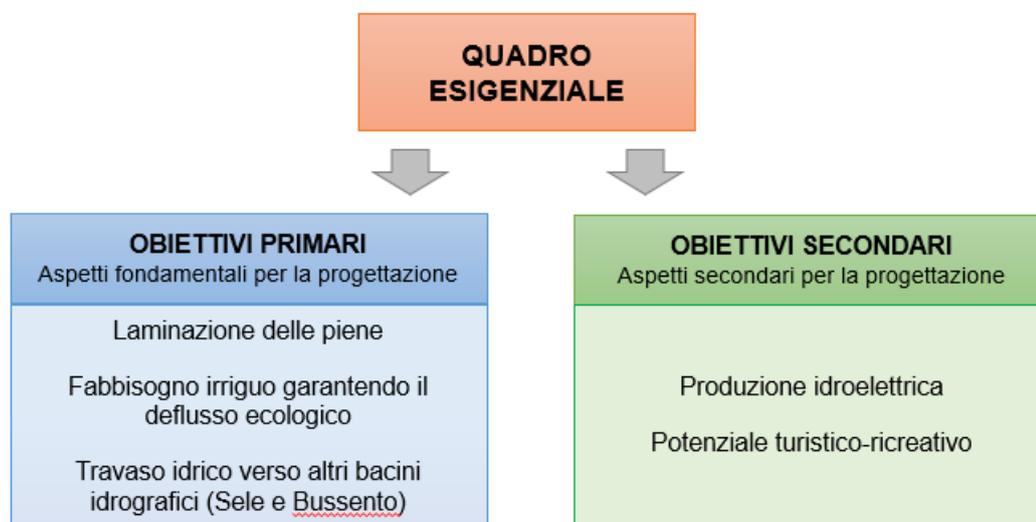


Figura 2: Schema della gerarchia degli obiettivi e conseguentemente dei livelli di progettazione

Il risultato per ciascuna alternativa è un progetto rispondente a molteplici funzioni, ma dimensionato mantenendo al centro gli obiettivi principali e integrando funzioni secondarie e potenziali sviluppi.

2.3 Obiettivi primari

2.3.1 Laminazione delle piene

La realizzazione di un invaso sul fiume Tanagro ha lo scopo di laminare le piene prodotte nella parte alta del bacino idrografico in caso di eventi meteorici estremi. In questo modo, l'onda di piena che

interessa il corso vallivo del fiume Tanagro nel Vallo di Diano verrebbe attenuata, a beneficio di un territorio costituito da numerosi insediamenti antropici di tipo urbano, infrastrutturale e produttivo-commerciale.

L'area del Vallo di Diano risulta infatti vulnerabile ad eventi con tempo di ritorno pari a T_r 30 anni, come anche riportato nelle mappe di pericolosità idraulica del PGRA vigente: il territorio, densamente antropizzato, risulta significativamente penalizzato.

Nello studio di fattibilità posto a base del presente DOCFAP, richiamato al Capitolo §3, viene indicato che la realizzazione della diga di Casalbuono ha come obiettivo "una riduzione della portata attesa pari a circa il 15% in totale". Nell'analisi multicriteriale esposta la capacità di laminazione delle soluzioni indagate rappresenta uno dei criteri di maggior rilevanza rispetto agli altri.

2.3.2 Fabbisogno irriguo e deflusso ecologico

Il fabbisogno irriguo è una delle componenti che costituiscono il fabbisogno idrico totale definito in questo studio, che include anche i contributi da destinarsi al rilascio del DMV/DE ed allo sfruttamento idroelettrico della risorsa idrica.

Il fabbisogno irriguo è stato quantificato in varie sedi di concertazione con il Consorzio, per incrementare la disponibilità idrica attuale e per sostituirsi a sistemi di prelievo da falda e pompaggio. Si tratta di un volume annuo pari a circa 6'000'000 m³, distribuiti sui 5 mesi a partire da maggio fino a settembre.

L'area agricola principale che verrebbe servita dalle opere in progetto è la rete irrigua in pressione esistente che copre una porzione del Vallo di Diano di superficie pari a circa 4'060 ha. Si prevede, inoltre, di servire altre due aree:

- il Comizio di Sanza, situato nell'Alto Bussento; in questo caso, le opere in progetto dovrebbero prevedere una nuova connessione tra l'esistente serbatoio situato a Buonabitacolo e Sanza; il fabbisogno viene previsto per un'area di circa 300 ha, di cui per soli 40 ha si prevede in questo progetto la realizzazione di una rete irrigua.
- Un'area irrigua situata in comune di Casalbuono, per la quale si valuta la predisposizione di una rete irrigua su una superficie pari a circa 60 ha.

Sulla base di quanto espresso nella Relazione tecnica agronomica sull'irrigazione del comprensorio irriguo del Vallo di Diano, redatta nel 2010 dal Dott. Agr. Fornino per conto del Consorzio, si assume in questa fase che siano necessari 0.18 l/s * ha. Tale parametro potrà essere rivalutato nelle successive fasi di progettazione e durante l'iter istruttorio, fasi durante le quali è prevista la redazione di uno studio specifico a riguardo.

Di conseguenza, i valori di portata irrigua che derivano dall'assunzione di tale parametro sono i seguenti:

- rete irrigua in pressione esistente del Vallo di Diano → circa 730 l/s;

- Comizio di Sanza → circa 50 l/s;
- Area irrigua comune di Casalbuono → circa 10 l/s.

Una rappresentazione di tali elementi è riportata in Figura 3.

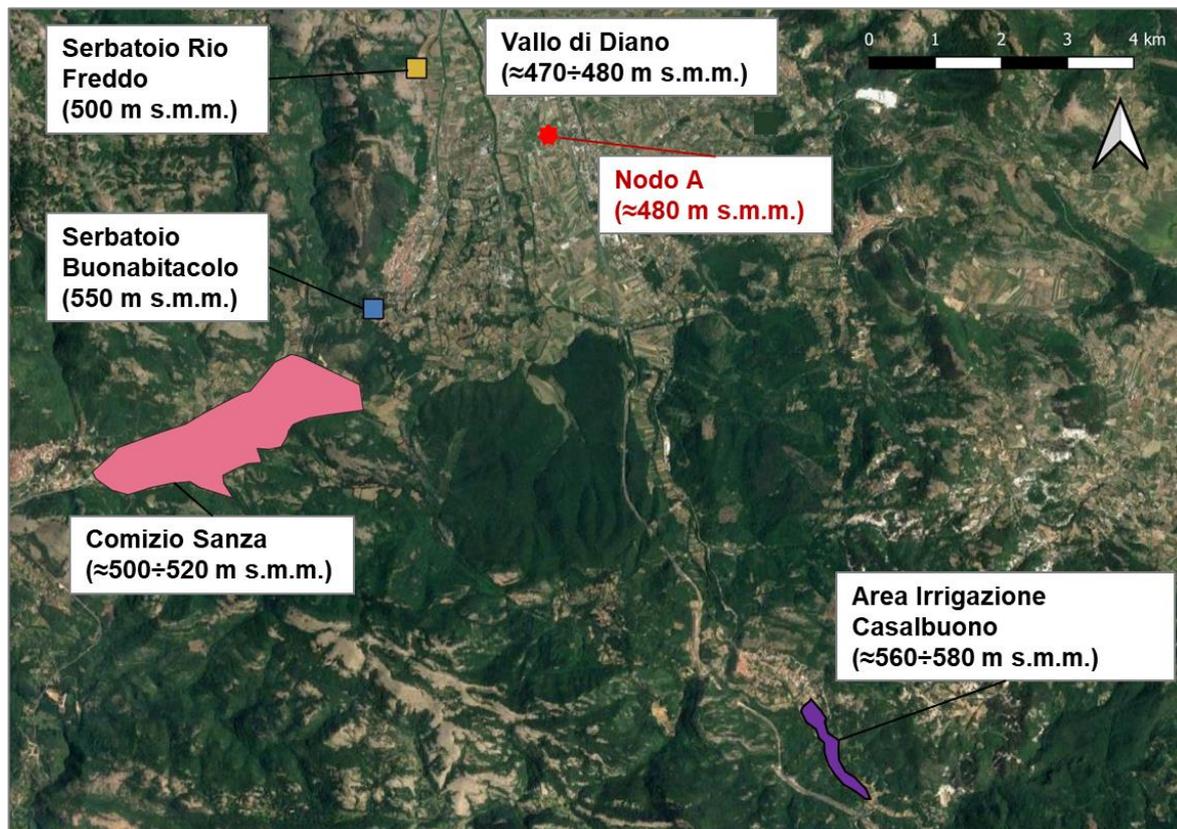


Figura 3: Inquadramento aree di studio e principali elementi dello schema irriguo esistente ed in progetto

Il Consorzio ha messo a disposizione alcuni dati relativi ai consumi storici registrati negli anni dal 2016 al 2021. Tali dati mostrano il volume totale di risorsa idrica prelevato con impianti di sollevamento da falda durante i 150 giorni di stagione irrigua. In funzione del volume massimo, medio e minimo prelevato, sono state ricavate le seguenti portate:

- Portata minima → 302 l/s;
- Portata media → 467 l/s;
- Portata massima → 682 l/s.

Nella definizione dello schema idrico di progetto e nel calcolo del bilancio idrico per il dimensionamento delle opere, in accordo con il Consorzio, si tengono in considerazione questi valori come minimo requisito: il risultato ottenuto corrisponderà ad una capacità di erogazione di circa 700 l/s, di modo da coprire efficacemente sviluppi futuri dell'attività agricola nel comprensorio.

Infine, si sottolinea che la risorsa idrica trasferita al Nodo A a fini irrigui deve soddisfare un requisito obbligatorio di minima pressione pari a circa 4 bar, per consentire un ottimale funzionamento degli impianti di irrigazione presenti nel Vallo di Diano. Tale requisito consente di garantire, peraltro, il

compenso del serbatoio Rio Freddo, situato a nord-ovest rispetto al nodo A e posto alla quota 500 m s.m.m.

Una condizione considerata come requisito facoltativo è quella di garantire nel nodo A una pressione minima di 7 bar: tale condizione consentirebbe di compensare anche il serbatoio di Buonabitacolo (quota 550 m s.m.m.), che allo stato attuale viene alimentato per mezzo di un impianto di pompaggio a partire dal serbatoio di Rio Freddo.

Il rilascio del Deflusso Ecologico (DE) è un contributo di portata, che deve essere rilasciato a valle della o delle opere di sbarramento in fase di studio. Il DE è definito come un deflusso "minimo" che, secondo il paradigma delle portate naturali, consente di assicurare il conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale fissati dalla Direttiva 2000/60/CE.

Il calcolo del DE viene svolto in conformità ai criteri stabiliti dall'Autorità di Bacino e delle Norme Tecniche del Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania.

Si evidenzia fin da subito che tale contributo viene in questa fase stimato in modo approssimativo, e comunque ragionevole, dal momento che non esistono valori sito specifici di portata dichiarati nei Piani attualmente vigenti. Tali valori potranno essere quantificati con miglior dettaglio nelle successive fasi di progettazione e durante l'iter istruttorio, fasi durante le quali verranno pianificate ed attuate indagini specifiche a supporto della definizione del DE.

2.3.3 Travaso idrico verso altri bacini idrografici (Sele e Bussento)

Uno degli obiettivi principali delle opere oggetto di studio è il travaso della risorsa idrica verso altri bacini idrografici, in particolare:

- bacino dell'Alto Bussento;
- bacino del Sele.

Il trasferimento al bacino dell'Alto Bussento ha come primo obiettivo l'alimentazione dei comizi irrigui ubicati nell'altopiano di Sanza, le cui risorse idriche non soddisfano le esigenze irrigue dei periodi più siccitosi della stagione estiva. Come scritto nel paragrafo precedente, le opere in progetto dovrebbero prevedere una nuova connessione tra l'esistente serbatoio situato a Buonabitacolo e Sanza; il fabbisogno viene previsto per un'area di circa 300 ha, di cui per soli 40 ha si prevede in questo progetto la realizzazione di una rete irrigua (portata trasferita pari a circa 50 l/s).

Il travaso idrico verso il bacino del Sele ha come obiettivo la restituzione di risorsa idrica per fini irrigui alla piana del Sele, la quale è servita dagli impianti irrigui dei consorzi di bonifica del Sinistra e del Destra Sele a partire dalle rispettive gallerie di derivazione dalla traversa di Persano. L'intervento previsto nello Studio di fattibilità redatto dal CBDV, che prevede la realizzazione di tre lotti (vedere capitolo successivo e documento [1]), è finalizzato all'interconnessione del bacino sorgente della diga a quello del bacino esistente della traversa di Persano sul Fiume Sele, per assicurarne il futuro

esercizio anche nella fase critica ed emergenziale dei periodi di maggiore siccità della stagione estiva. Le basse portate di tali periodi non consentono infatti un adeguato apporto idrico nelle gallerie dei consorzi del SX e DX Sele, provocando la temporanea fallanza del sistema di derivazioni idriche in atto nel periodo di maggiore necessità idrica a scopo irriguo dei terreni della piana del Sele.

Nello schema del solo lotto I, oggetto della presente progettazione, la restituzione dell'acqua al bacino del Sele avverrà a mezzo del vettore idraulico Fiume Tanagro e sarà costituita da due contributi principali:

- parziale restituzione in alveo delle portate turbinate al nodo A;
- restituzione in alveo delle colature provenienti da terreni irrigati nel Vallo di Diano.

La stima della portata proveniente dalle colature sarà effettuata nelle fasi di progettazione successive.

2.4 Obiettivi secondari

2.4.1 Produzione idroelettrica

Il progetto irriguo di Casalbuono, nelle diverse alternative proposte, consente un recupero energetico della risorsa accumulata mediante l'installazione di gruppi idroelettrici di piccola potenza. In particolare, è possibile utilizzare la portata ecologica rilasciata dallo sbarramento, mediante un'installazione a piede diga. Inoltre, si può sfruttare la portata irrigua, assieme agli esuberanti eventualmente disponibili nelle diverse stagioni, in una centrale dedicata da posizionarsi nel punto più profittabile in termini di salto, tenuto conto delle quote richieste dalle utenze irrigue. Per un'analisi compiuta si rimanda al documento specialistico 2022.0305.002-IMP-R001.

La diga di Casalbuono consente, da questo punto di vista, una certa regolarizzazione delle portate disponibili fatta salva la priorità di utilizzo per scopi irrigui. I contributi che si possono considerare disponibili a fini energetici sono i seguenti:

- Deflusso ecologico alla sezione di presa sul fiume Tanagro, che va da 150 a 300 l/s
- Portata disponibile per lo sfruttamento idroelettrico nel Nodo "A", pari a 250 o 300 l/s durante il periodo invernale
- Competenze irrigue, per i contributi con differenze di quota o pressione sufficienti

Per due delle tre alternative che saranno presentate nel seguito del documento, sarà possibile considerare anche il salto residuo delle portate che transitano dal Tanagro al suo affluente Porcile. Le portate ecologiche ipotizzate per le sezioni di interesse, su Tanagro e Porcile, sono illustrate nel seguito.

DE estivo Tanagro	DE invernale Tanagro	DE estivo Porcile	DE invernale Porcile
150	300	30	50

Tabella 1: Deflussi ecologici (il l/s) estivi ed invernali nelle due sezioni di interesse

Tali portate dimensionano gli impianti puntuali che si possono realizzare a livello degli invasi. Considerando le portate assai ridotte, in questa fase si è ipotizzato di non realizzare recupero energetico della portata ecologica a livello del Porcile.

Dal punto di vista del potenziale idroelettrico a risultare senz'altro più interessante è la portata derivata dal Tanagro e rilasciata, in funzione delle necessità irrigue o dei bilanci idrologici nel periodo invernale, nel nodo irriguo.

L'analisi del potenziale idroelettrico, oltre alle portate afferenti al Tanagro, ha tenuto conto dei livelli di gestione dell'invaso sul Tanagro, ovvero dei due invasi previsti. Si sono ipotizzate delle soluzioni impiantistiche efficienti, stimando la produzione ottenibile.

2.4.2 Potenziale turistico-ricreativo della valle

La realizzazione di un invaso artificiale, soprattutto nella valle del Tanagro, potrà costituire elemento di attrazione per turisti ed escursionisti. La realizzazione di un ulteriore specchio d'acqua sul Porcile può rappresentare, pur in presenza di un invaso di natura tecnica con escursioni consistenti, un ulteriore iconema di nuovo inserimento paesaggistico ed un elemento di un qualche interesse dal punto di vista ricreativo.

Dal punto di vista turistico, la Provincia di Salerno ha senz'altro il proprio polo di attrazione nei numerosi siti archeologici e nelle meravigliose località marittime del Cilento. La zona più interna è invece meno vocata al turismo di massa, pur essendo ricca di testimonianze storiche in diverse età, e rappresentando terra di passaggio e di confine anche in tempi più recenti, se si pensa ad esempio alla mancata impresa di Carlo Pisacane o al celebre romanzo di Carlo Levi che vedeva ad Eboli l'inizio delle terre meno fortunate della Lucania.

Casalbuono fa parte della comunità montana del Vallo di Diano, che è una tipica valle interna da erosione glaciale disposta da NW a SE ed ha una lunghezza di 36 km e una larghezza massima di 6 km. Il Vallo, per tutta la sua lunghezza, è attraversato dal Tanagro, fiume che nasce dal monte Sirino. Ad Ovest il Vallo è chiuso dai monti Alburni e da quelli del Cilento, ad est dalla Catena della Maddalena; due strozzature presso Polla e Buonabitacolo lo racchiudono rispettivamente a Nord e a Sud.

Pur distando meno di 20 km da quella perla turistica che è Sapri, il contesto di Casalbuono è affatto differente, con un turismo meno sviluppato, se si consulta ad esempio un portale non ufficiale della Provincia di Salerno, probabilmente in relazione alla non perfetta valorizzazione di elementi territoriali peculiari, e visti i mancati investimenti su questi temi.

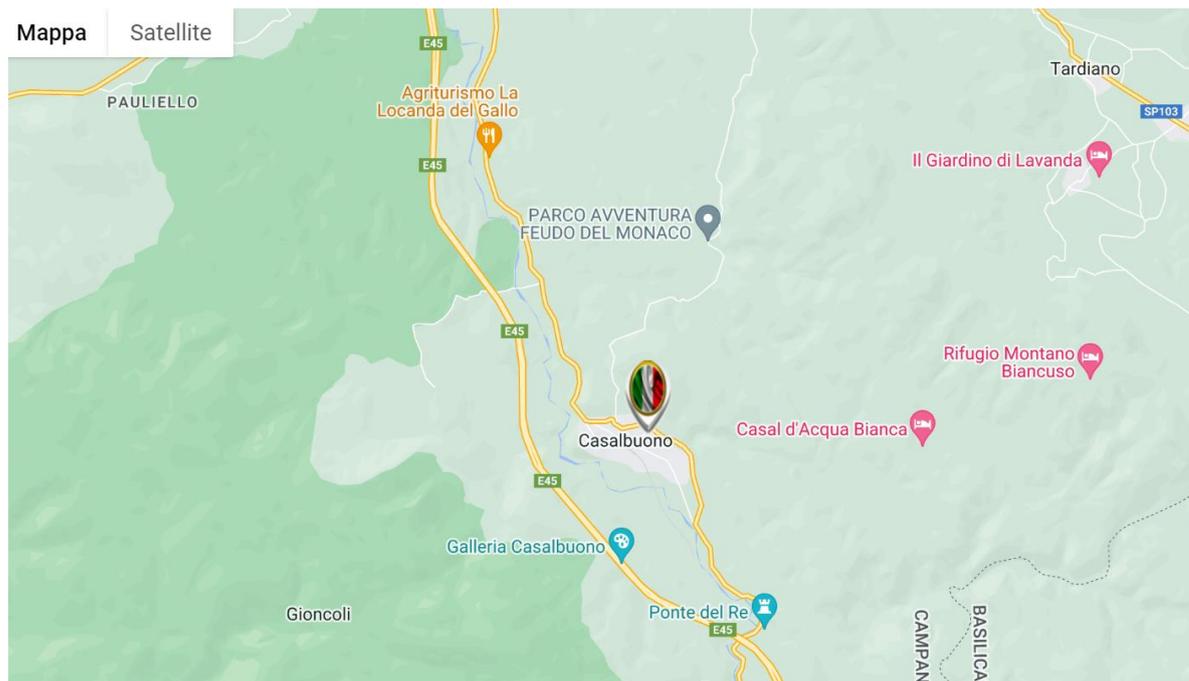


Figura 4: Strutture recettive ed attrazioni a Casalbuono, dal portale: www.provinciasalerno.com

La realizzazione di un invaso artificiale, oltre a costituire elemento di rilancio per l'economia locale, soprattutto in termini agricoli, va a realizzare un *marker* territoriale di potenziale nuova aggregazione, innanzitutto per passeggiate e gite in bicicletta o fruizione di diporto delle sponde. Lo sviluppo, ad esempio, della pesca sportiva e di altre attività ricreative, potranno essere iniziative in qualche modo supportate dal presente progetto.

Nelle misure compensative, ad esempio, sono previsti interventi di sistemazione arginale ai quali può essere abbinato lo sviluppo della già esistente ippovia delle costarelle (vedi it.wikiloc.com/percorsi-escursionismo/casalbuono-ippovia-costarelle-fino-a-ponte-del-re-66325029).

Il lago si introduce, pertanto, come elemento attrattivo all'interno di un territorio turisticamente meno vocato, ma aiuterà a sviluppare un contesto di attrazione turistica ed escursionistica anche di portata contenuta. Tale contesto, però, potrà dare corso alla nascita di iniziative di carattere recettivo e dell'accoglienza, magari valorizzando i prodotti tipici locali, a propria volta arricchiti grazie alla disponibilità di risorse irrigue e di terreni più fertili. Questi elementi di novità potrebbero fornire spunti per un'ulteriore crescita della ricettività, anche appannaggio delle non lontane località balneari.

Ha una qualche rilevanza riscontrare che, dalle testimonianze dei documenti medievali, il Vallo costituiva l'ossatura della viabilità medioevale, tanto più che il Peglio e il Porcile, tributari del Calore, il Tanagro e la sorgente S. Giovanni in Fonte sono denominati *flumen* o fiume nei casi documentati, cosa che ne rende il valore di collettori dalla portata, evidentemente variabile secondo le stagioni, ma sufficiente all'irrigazione delle zone interessate. *Flumen* è un corso d'acqua che può sfruttarsi come forza motrice, per impieghi domestici e artigianali e per la pastura. Vi erano quindi mulini e punti di lavaggio panni.

Nello *story telling* turistico, la produzione di energia elettrica rinnovabile con moderne tecnologie, e la fruizione dell'acqua a scopo agricolo possono costituire elemento di pregio del *marketing* territoriale e possono dare il la alla creazione di percorsi culturali o alla valorizzazione delle tracce storiche presenti nel piccolo borgo.

Con riferimento specifico all'eventuale realizzazione dell'invaso sul Porcile, esso insiste sul comune di Montesano sulla Marcellana, un centro abitato di dimensioni maggiori che ha attrazioni turistiche di un certo rilievo, come le terme ed il centro storico. Anche per Montesano, e per il vasto territorio comunale ad esso afferente, la creazione di un bacino potrà essere un elemento di un qualche pregio di carattere ricreazionale.

3. STUDIO DI FATTIBILITÀ

3.1 Generalità

Il Consorzio di Bonifica Vallo di Diano e Tanagro ha redatto nel 2020 uno studio di fattibilità con l'obiettivo di offrire una soluzione tecnica alle diverse tematiche sopra descritte relative alla gestione idrica del territorio.

3.2 Obiettivi dello studio di fattibilità

Nello studio di fattibilità è stata ipotizzata la realizzazione di uno sbarramento nella parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro, nel tratto montano che porta la storica denominazione di Fiume Calore. Lo sbarramento era previsto a monte del ponte del Re nel territorio del Comune di Casalbuono, alla quota di imposta di circa 590 m s.l.m. Come descritto in dettaglio nel documento specialistico di riferimento 2022.0305.002-IDR-R01-0 l'invaso, con capacità stimata nell'ordine di grandezza di circa 10 milioni di metri cubi di acqua, è stato pensato con l'obiettivo di:

- accumulo della risorsa idrica utile all'utilizzo nello schema irriguo del Vallo di Diano;
- infrastrutturazione con reti irrigue in pressione delle aree agricole ubicate nel Comune di Casalbuono, in prossimità del bacino di invaso, già vocate a pregiate produzioni agronomiche di qualità, dotate di marchi e certificazioni di particolare interesse (c.d., fagiolo di Casalbuono), che potrebbero essere maggiormente incrementate e sviluppate in ragione della disponibilità di moderni impianti irrigui;
- generare un invaso con acque caratterizzate da un elevato indice di qualità in conseguenza dell'elevato grado di naturalità presente nel tronco montano del bacino imbrifero dell'Alto Calore-Tanagro e della quasi completa assenza di attività antropiche di rilievo al suo interno;
- sfruttamento del potenziale energetico disponibile dalle acque dell'invaso nell'ambito di uno schema impiantistico di uso promiscuo, coordinato e combinato in subordine a quello del prevalente utilizzo per fini irrigui;
- conversione dell'attuale sistema di alimentazione delle reti irrigue del comprensorio irriguo del Vallo di Diano (basato in prevalenza sull'utilizzo di risorse di falda emunte dai pozzi dei principali impianti consortili) in uno schema a prevalente adduzione a gravità, atteso che la quota dello sbarramento potrà consentire il dominio idraulico di tutti gli esistenti serbatoi delle reti irrigue in pressione. Tale conversione era pensata anche per un miglioramento dei parametri ambientali di efficienza del sistema irriguo del comprensorio Vallo di Diano con il conseguente notevole risparmio di energia elettrica, e delle emissioni di gas serra da esso conseguenti, oggi necessaria per sollevare le acque che dalle fonti di falda presenti nella piana vengono utilizzate per irrigare circa 3.500 ettari di comprensorio serviti con acquedotti irrigui in pressione, ma che nello schema idrico generale del consorzio sono destinati nel corso dei prossimi decenni a diventare circa 7.500 ettari;

- capacità di invaso dell'onda di piena in caso di eventi meteorici estremi, in modo da poter laminare le acque della parte alta del bacino del Calore-Tanagro ed attenuare l'onda di piena che interessa il corso vallivo del fiume Tanagro nel Vallo di Diano, interessato da numerosi insediamenti antropici di tipo urbano, infrastrutturale e produttivo-commerciale, con benefici particolari per l'abitato del centro di Polla ed anche oltre fino al fiume Sele;
- trasferimento di risorse idriche dal bacino sorgente dell'Alto Calore-Tanagro al bacino ricevente non limitrofo dell'Alto Bussento per l'alimentazione dei comizi irrigui ubicati nell'altopiano di Sanza privi di risorse idriche a sufficienza per le esigenze irrigue dei periodi più siccitosi della stagione estiva;
- trasferimento di risorse idriche dal bacino sorgente dell'Alto Calore-Tanagro al bacino ricevente del fiume Sele con restituzione di acqua utile all'uso irriguo della piana del Sele servita dagli impianti irrigui dei comprensori irrigui dei consorzi di bonifica del Sinistra e del Destra Sele a partire dalle rispettive gallerie di derivazione dalla traversa di Persano. L'intervento di progetto è finalizzato all'interconnessione del bacino sorgente della diga a quello del bacino esistente della traversa di Persano sul Fiume Sele, per assicurare il suo futuro esercizio anche nella fase critica ed emergenziale dei periodi di maggiore siccità della stagione estiva, in cui i bassi livelli fluviali non consentono un adeguato apporto idrico nelle gallerie dei consorzi del SX e DX Sele, provocando la temporanea fallanza del sistema di derivazioni idriche in atto nel periodo di maggiore necessità idrica a scopo irriguo dei terreni della piana del Sele;
- attuazione di azioni integrate per la produzione di energia elettrica e di coordinamento e collaborazione anche con la società di gestione della centrale ex ENEL di Pertosa, anche al fine di superare i contrasti storici esistenti sulla richiesta di concessione a derivare acqua a fini irrigui del Consorzio di Bonifica del Vallo di Diano;
- realizzazione di interventi compensativi sul piano ambientale, sociale ed economico capaci di incrociare interessi socio-economici, naturalistici, turistici e ricreativi in modo da integrarsi efficacemente con altre iniziative progettuali già poste in essere per lo sviluppo integrato del territorio.

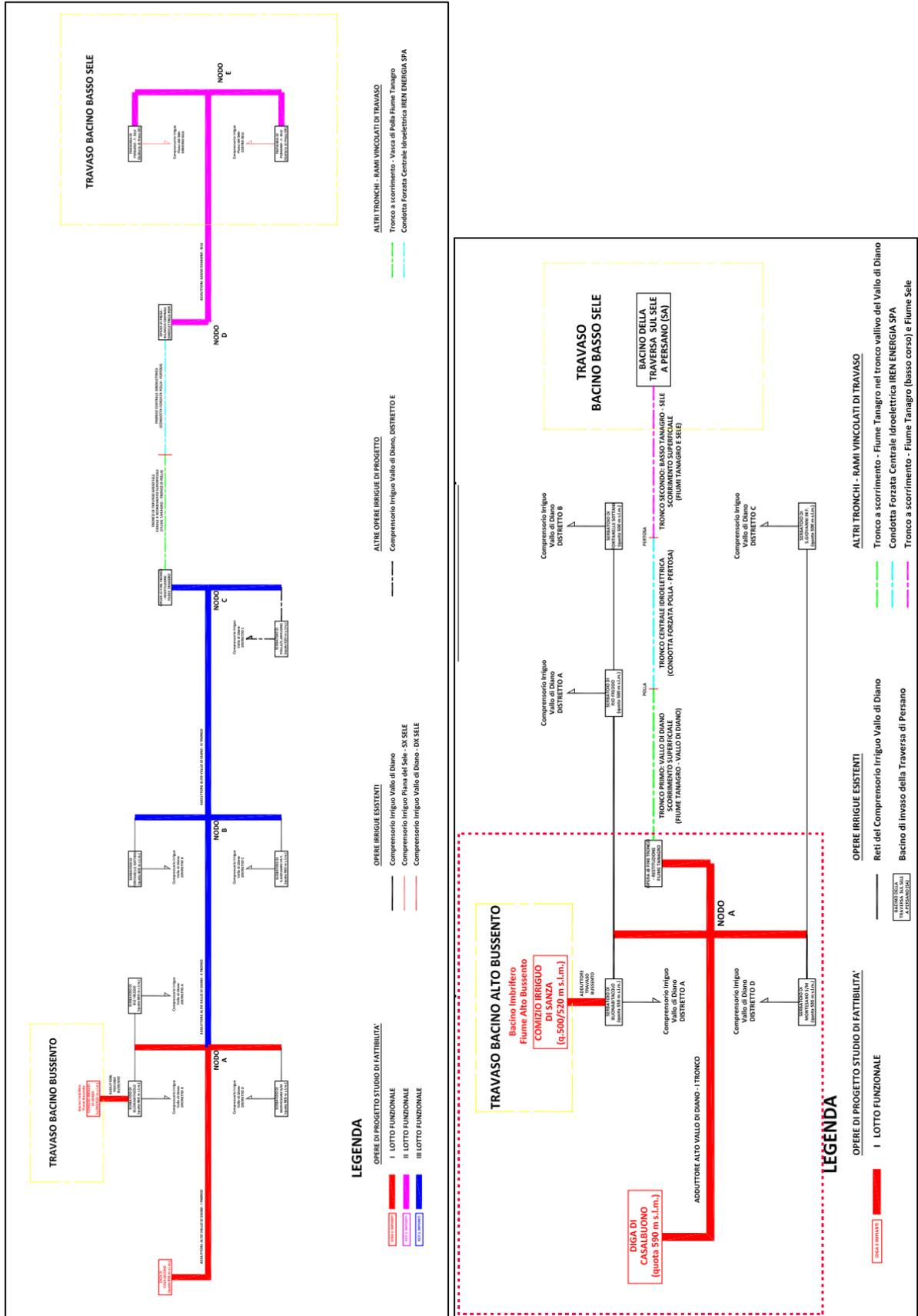


Figura 5: Studio di fattibilità 2020, schema idrico di gestione delle risorse idriche dalla diga di Casalbuono. Sopra: schema idrico generale; sotto: schema idrico del lotto funzionale I.

Lo schema idrico proposto nello studio di fattibilità per rispondere agli obiettivi sopra riportati è illustrato nella Figura 5. Tale schema idrico, anche per le ragioni delle ingenti risorse finanziarie richieste per la sua completa attuazione, è stato suddiviso in n. 3 stralci funzionali autonomi (Lotto I, II e III) di cui se ne prevede l'attuazione in successive fasi temporali. Lo scrivente RTP è stato incaricato della progettazione del primo lotto funzionale.

Nel seguente paragrafo si descrive sinteticamente la soluzione progettuale proposta nello studio di fattibilità per il lotto funzionale I.

3.3 Soluzione progettuale del lotto funzionale I

La soluzione progettuale proposta nello studio di fattibilità per il Lotto I è illustrata schematicamente nella seguente figura. Le principali opere previste sono elencate di seguito e brevemente descritte nel proseguo del presente paragrafo:

- Sbarramento ubicato nel comune di Casalbuono a valle di Ponte del Re sul corso del fiume Calore;
- Condotta adduttrice di collegamento della diga fino con la rete irrigua esistente del comprensorio del Vallo di Diano (nodo di connessione A);
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio di Casalbuono;
- Centrale idroelettrica in prossimità del nodo A;
- Condotta adduttrice dal serbatoio di Buonabitacolo (esistente) alla rete di distribuzione irrigua nel comprensorio Sanza;
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio Sanza;
- Area umida a valle dello sbarramento;
- Argine di protezione dell'abitato di Casalbuono;
- Ulteriori opere compensative e di mitigazione ambientale.

Per l'opera di sbarramento è stata prevista una diga in terra di tipo zonato con nucleo centrale in materiale fino di altezza pari a circa 60 m e sviluppo del coronamento pari a circa 300 m. Il volume della diga è stato stimato pari a circa 2,5 milioni di metri cubi.

Nello studio di fattibilità era prevista la riprofilatura e la regolarizzazione morfologica del bacino di invaso a monte della diga per aumentare il volume utile dell'invaso e per riutilizzare il materiale proveniente dagli scavi per la realizzazione dell'opera di sbarramento. Per il restante volume necessario per la realizzazione dei contro-nuclei era previsto il prelievo del materiale di deposito dalle piarde e dalle vasche di sedimentazione del Tanagro. Per il nucleo era previsto l'approvvigionamento da cave di prestito. Lo schermo di tenuta in fondazione della diga era stato ipotizzato tramite realizzazione di un diaframma plastico.

Il volume utile di invaso previsto nello studio di fattibilità è pari a circa 10 milioni di metri cubi.

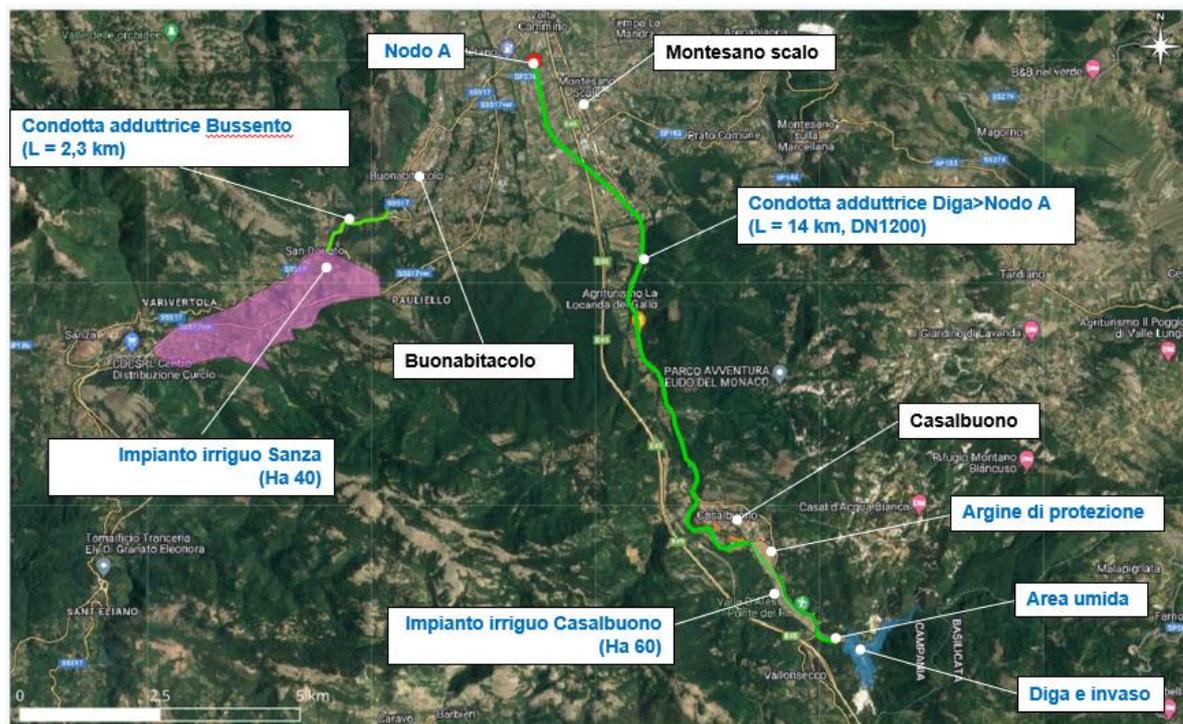


Figura 6: Studio di fattibilità, lotto funzionale 1, schema progettuale

Oltre alle opere accessorie necessarie al funzionamento dello sbarramento (scarico di superficie, scarichi di fondo, opera di presa, ecc.) era prevista a valle della diga un'area umida della superficie di circa 2 ettari da realizzarsi nel terreno compreso dal piede del paramento di valle alla ss19 attuale, inglobando al suo interno anche lo storico ponte del Re, oggi destinato a viabilità secondaria dopo la costruzione del nuovo viadotto della SS19 per l'attraversamento del Fiume Calore-Tanagro.

La condotta adduttrice di collegamento della diga alla rete irrigua esistente era prevista svilupparsi lungo la valle del fiume Tanagro per una lunghezza totale di circa 14 km e diametro interno 1200 mm. La connessione con la rete irrigua esistente è prevista all'altezza di Montesano Scalo all'interno dell'area evidenziata in rosso nella seguente figura (nodo denominato A). In prossimità del nodo A era prevista inoltre la realizzazione di una piccola centrale idroelettrica con potenzialità massima stimata dell'ordine di 1 MW.

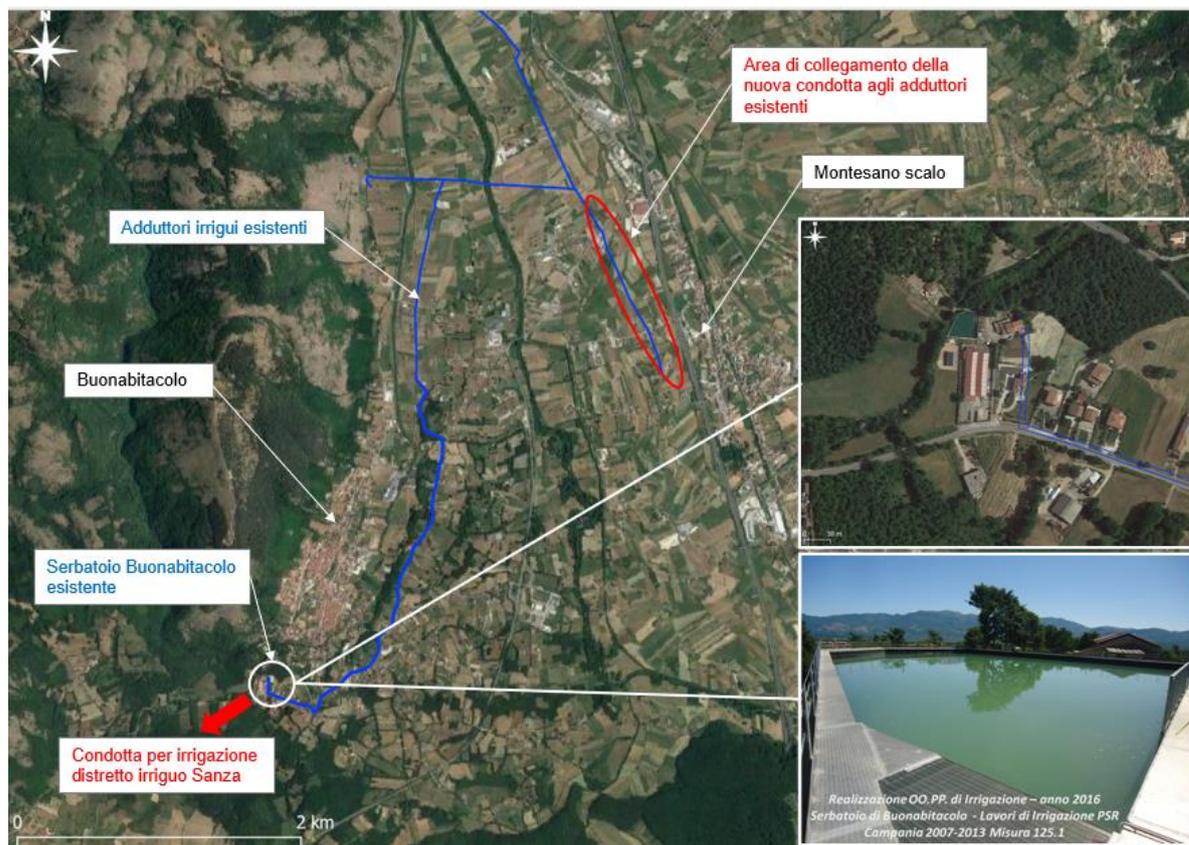


Figura 7: Immagine satellitare con indicazione della rete di adduttori irrigui esistenti e dell'ubicazione del serbatoio di Buonabitacolo

Dalla condotta adduttrice, oltre al collegamento con gli adduttori esistenti in località Montesano, era prevista la realizzazione una diramazione con relativa rete irrigua in pressione del distretto di Casalbuono. L'area da irrigare prevista si sviluppa da ponte del Re fino all'inizio dell'abitato di Casalbuono per una superficie totale di circa 60 ha.

Il progetto di fattibilità per il trasferimento di risorse idriche dal bacino sorgente dell'Alto Calore-Tanagro al bacino ricevente non limitrofo dell'Alto Bussento prevedeva una condotta di circa 2,5 km con diametro di 500 mm. La condotta in particolare ha l'obiettivo di collegare il serbatoio di Buonabitacolo (vedere Figura 7) ai comizi irrigui ubicati nell'altopiano di Sanza. Il progetto prevedeva la realizzazione di una rete irrigua su un'area di circa 300 ha, di cui 40 ha da realizzarsi nella prima fase (Lotto I).

Infine, nello studio di fattibilità, al fine di proteggere l'abitato basso del Comune di Casalbuono, era stata prevista la realizzazione di un argine di altezza pari a circa 10 m nella piana valliva in destra idraulica del Fiume Calore-Tanagro, tale che quest'ultimo possa separare le zone da destinare al transito delle piene del corso d'acqua da quelle retrostanti da proteggere dall'esondazione delle medesime acque di piena.

La realizzazione di tale argine era stata ipotizzata anche in associazione alla costruzione di un nuovo percorso ciclo-pedonale con l'obiettivo di connettere il centro storico di Casalbuono all'esistente ipovia realizzata sul corso del fiume con un precedente intervento progettuale del Comune.

3.4 Studi idraulici

Lo studio idrologico preliminare contenuto all'interno dello studio di fattibilità include l'analisi dell'intero bacino idrografico del Tanagro, comprensivo della parte montana sottesa dalle opere di interesse: si ha così una cognizione completa dell'idrologia del corso d'acqua, utile al dimensionamento delle opere previste e alla valutazione dei deflussi verso la piana del Sele. In questo paragrafo si sintetizzano solo i risultati dell'analisi effettuata sulla parte montana del bacino, necessari al dimensionamento delle opere.

L'analisi delle piene attese alla sezione ipotizzata per la diga di Casalbuono è stata basata sulla metodologia VAPI Campania (Rossi e Villani, 1994), applicata al bacino idrografico di superficie pari a circa 36 km².

Attraverso le formule di regionalizzazione del VAPI sono stati ricavati i valori della pioggia critica di tale bacino:

- Durata critica dell'evento meteorico: 4.7 h;
- Altezza di pioggia critica: 61.9 mm;
- Intensità di pioggia critica: 13.23 mm/h.

La stima della portata indice è stata effettuata con le seguenti metodologie:

- Formula di regressione VAPI Campania: 22.32 m³/s;
- Formula di regressione ABI SELE per bacino del Tanagro nel Vallo di Diano: 25.02 m³/s;
- Metodo razionale: 20.03 m³/s;
- Modello Geomorfoclimatico: 17.64 m³/s.

Utilizzando la portata indice ottenuta dall'applicazione del modello di regressione dell'ABI SELE, amplificata secondo gli opportuni coefficienti regionalizzati, sono state calcolate e seguenti portate di piena al colmo per differenti tempi di ritorno, come riportato in Tabella 2.

È stato successivamente calcolato il bilancio idrico semplificato della diga ipotizzata sul fiume Tanagro, per verificare la capacità di invaso di progetto assunta nel presente lavoro, pari a 10 Mm³. I contributi a tale bilancio sono stati calcolati a partire dai dati registrati dalle stazioni (pluviometriche, termometriche) disponibili all'interno del bacino idrografico e limitrofe. Le stazioni considerate sono in parte gestite nel secolo scorso dall'EX-SIMN, in parte quelle attualmente gestite dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Campania.

	Tempo di ritorno -Tr [anni]					
	10	30	100	200	500	1000
Portata al colmo [m³/s] (modello ABI Sele)	40.8	56.8	76.8	88.3	103.8	113.1

Tabella 2: Portate al colmo del Tanagro calcolate alla sezione ipotizzata della diga di Casalbuono nello Studio di fattibilità

Nel bilancio idrico, calcolato su base mensile, sono stati considerati i seguenti contributi per ogni stazione:

- Afflusso pluviometrico;
- Evapotraspirazione potenziale.

In funzione dell'ubicazione delle stazioni, è stata eseguita un'opportuna interpolazione spaziale degli afflussi pluviometrici mensili e delle temperature medie mensili registrati.

La trasformazione dell'afflusso pluviometrico in effettivo volume idrico a disposizione dell'invaso è stata effettuata applicando un valore costante del coefficiente di deflusso. Tale valore è stato ricavato a partire dal dato presente nella "Pubblicazione n. 17" dell'EX-SIMN, in riferimento alla stazione idrometrica sul Tanagro di "Polla – Molino Maltempo". Il coefficiente di deflusso medio annuo per il periodo 1920-1970 è stato pari a 0.39, il quale è stato ridotto cautelativamente del 40%, ottenendo così un valore di 0.23.

Il calcolo del bilancio idrico mostra che il volume dell'invaso di progetto pari a 10 Mm³ è raggiunto in base alle previsioni preliminari dei valori di pioggia media nel mese di maggio (ad inizio stagione irrigua) e per i valori di pioggia corrispondenti al quartile 50% (valore mediano della distribuzione) nel mese di agosto.

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

4.1 Premessa

La Figura 8 illustra lo stralcio planimetrico dell'area di interesse per la progettazione delle opere.

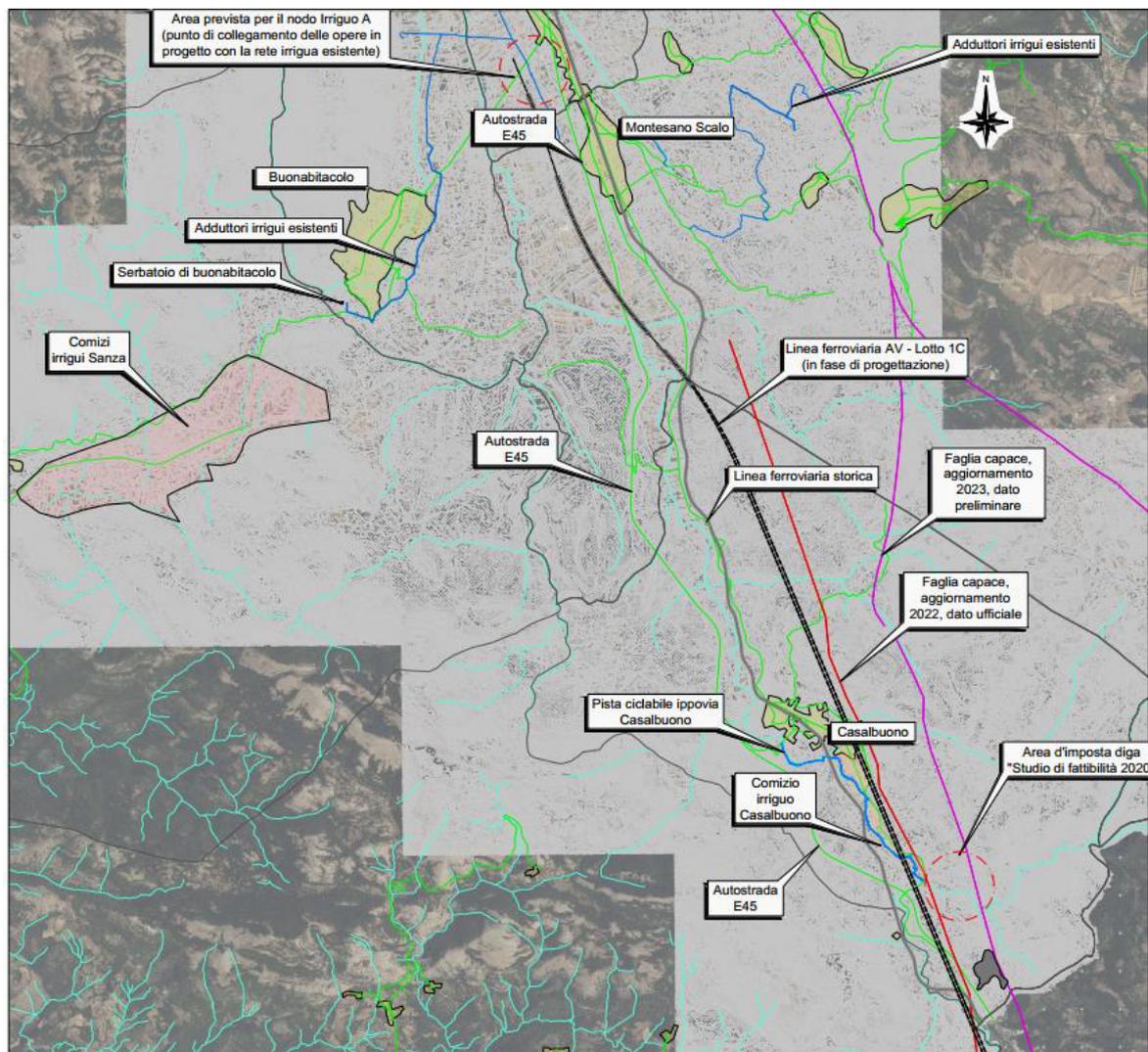


Figura 8: Stralcio planimetrico dell'area di studio (estratto da [11])

L'area si estende in direzione sud-nord dal confine tra le regioni Campania e Basilicata (circa 3 km a sud dell'abitato di Casalbuono) all'abitato di Montesano scalo. L'area interessa i territori dei comuni di Casalbuono, Montesano sulla Marcellina, Padula, Buonabitacolo e Sanza.

La Figura 8 in particolare illustra l'immagine satellitare dell'area di studio con sovrapposta la Cartografia tecnica Regionale (fogli CTR: 504124, 504121, 505094, 504112, 504123, 504122, 505093, 514151, 514164, 504161, 505134, 505131, 504162, 505133, 505132, 521014, 211011). Sulla base cartografica sono ubicati ed evidenziati i seguenti principali elementi:

- Informazioni di carattere generale:

- Limiti regionali e comunali;
- Centri abitati;
- Reticolo idrografico;
- Rete stradale;
- Infrastrutture a cui collegare le opere previste in progetto:
 - Adduttori della rete irrigua in pressione esistente con l'indicazione dell'area prevista per il collegamento della nuova condotta di adduzione prevista in progetto (nodo A)
 - Serbatoio Buonabitacolo (nodo di collegamento per il trasferimento delle acque al comizio irriguo Senza)
 - Comizio irriguo di Casalbuono (area da fornire con nuovo impianto di irrigazione);
 - Comizio irriguo di Senza (area da fornire con nuovo impianto di irrigazione);
 - Pista ciclabile ippovia Casalbuono (connessione con le nuove opere di mitigazione e compensazione);
- Principali infrastrutture viarie/potenziamenti interferenze
 - Autostrada E45 (Salerno – Reggio Calabria);
 - Linea ferroviaria storica;
 - Linea AV lotto 1C (in progettazione, PFTE);
 - Siti di estrazione (cave).
- Principali Elementi geologici:
 - Faglia capace (vedere paragrafi dedicati all'inquadramento geologico e sismico).

Nei seguenti paragrafi sono descritti sinteticamente i principali studi di inquadramento dell'area di interesse.

4.2 Inquadramento geologico

La storia geologica-strutturale dell'area oggetto di studio si inquadra, a livello regionale, nel contesto evolutivo della Catena Appenninica Meridionale; essa è una catena a pieghe e falde di ricoprimento (*fold and thrust belts*) derivante dalla deformazione, per effetto dell'interazione di alcuni frammenti di placca europea e della microplacca Apula, di una serie di domini paleogeografici costituiti da piattaforme carbonatiche e bacini pelagici, nonché di terreni derivanti dalla deformazione di domini bacinali interni impostati su crosta oceanica e transizionale.

L'attuale assetto della Catena Appenninica Meridionale è, quindi, il risultato di una serie di sovrascorrimenti (fase di compressione) orientati in direzione NO-SE che, a partire dal Miocene, hanno determinato la formazione di un edificio a falde embriciate, tettonicamente disposto sopra le unità carbonatiche della piattaforma apula (promontorio del Gargano e delle Murge).

A partire dal Pliocene superiore, inizia una fase tettonica estensionale caratterizzata dalla presenza di faglie dirette, variamente orientate, che hanno suddiviso i massicci carbonatici e le coperture

flyschoidi in tante zolle provocando la formazione di depressioni tettoniche, tra cui quella del Vallo di Diano.

Il Vallo di Diano è una delle più vaste conche intramontane (37 km di lunghezza e 2-7 km di larghezza) dell'Appennino meridionale, originatesi lungo una faglia principale ad orientazione appenninica (N140°E) passante per Polla-Atena-Sala Consilina e Padula ad est del vallo, lungo il bordo dei Monti della Maddalena.

Allungata in direzione NO-SE, la depressione risulta in superficie marcatamente asimmetrica: al margine dei Monti della Maddalena, costituito da una successione di lunghe scarpate di faglia ad orientazione appenninica NO-SE, intervallate da più corte scarpate ad orientazione circa E-O, si contrappone il bordo occidentale che appare fortemente articolato in pianta e caratterizzato essenzialmente da versanti di strato e di linea di faglia.

Il Vallo di Diano è stato progressivamente riempito da depositi clastici a granulometria variabile trasportati dai corsi d'acqua che attraversavano la piana e dalle conoidi alluvionali che la bordavano (Figura 9).

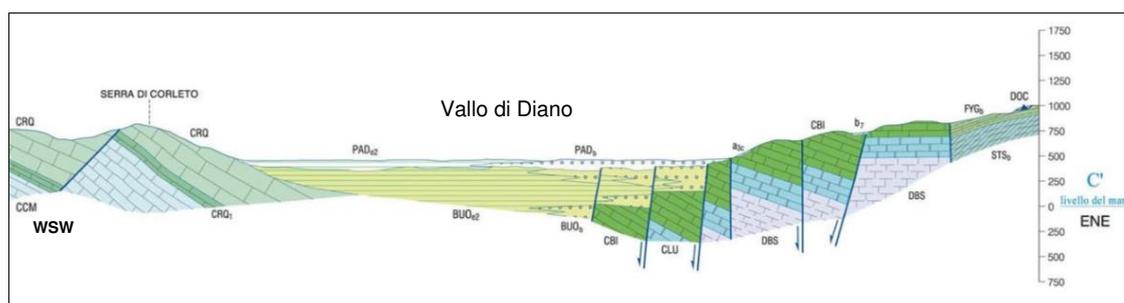


Figura 9: Stralcio della sezione geologica ubicata poco a nord di Padula (fonte: Carta geologica d'Italia 1:50.000- Foglio 504 Sala Consilina).

Fatto salvo il complesso assetto geologico regionale, le unità tettoniche individuate nella porzione di Catena Appenninica Meridionale interessata dagli interventi in esame, a partire dalle più profonde dal punto di vista geometrico sono (Figura 10):

- depositi prevalentemente di scarpata di piattaforma carbonatica dell'Unità dei Monti della Maddalena, costituiti in prevalenza da dolomie fortemente fratturate e talora cataclastate;
- depositi quasi esclusivamente di piattaforma carbonatica dell'Unità Alburno-Cervati-Pollino, costituiti da calcari e calcareniti fittamente stratificati e fortemente fratturati;
- depositi terrigeni che rappresentano le coperture torbiditiche (*flysch*) depositatesi in "bacini sospesi" al di sopra del cuneo di accrezione tetideo a partire dall'Oligocene superiore-Miocene inferiore (Unità Silentina e/o Unità del Cilento), costituiti da marne calcaree fittamente stratificate alternate ad arenarie a grana fine;
- depositi quaternari appartenenti al Bacino del Vallo di Diano, costituiti da alternanze di argille e limi sabbiosi e ghiaie.

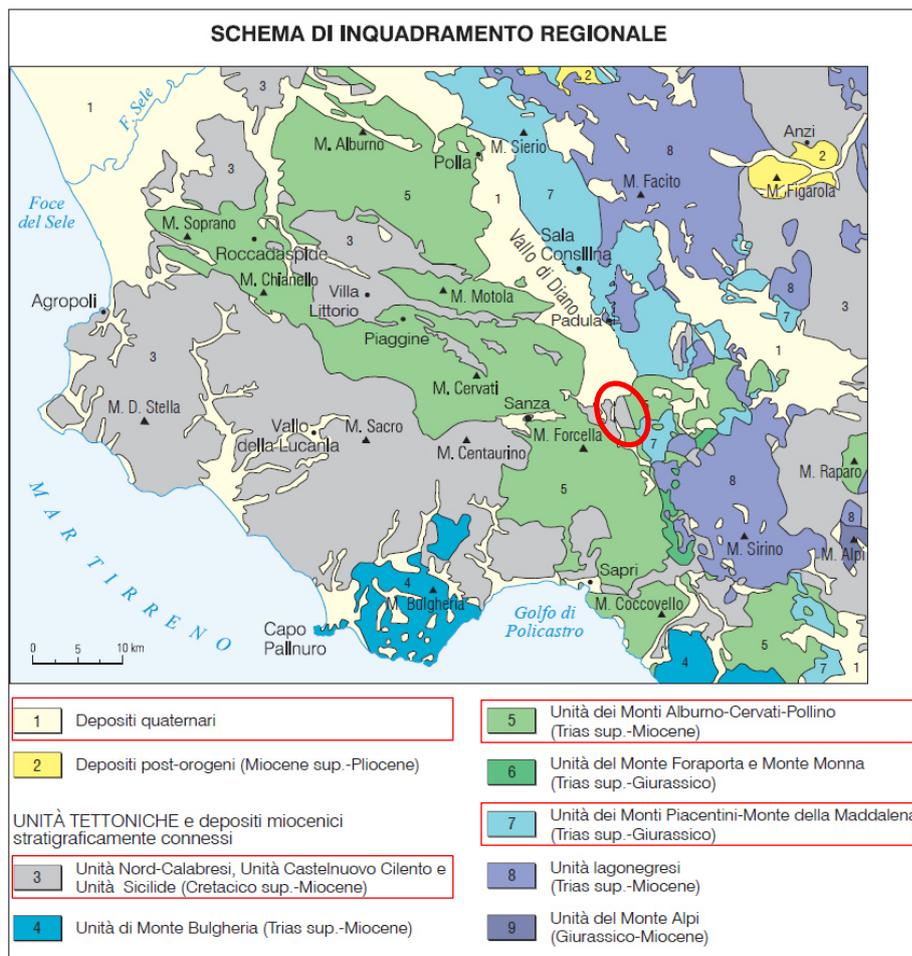


Figura 10: Inquadramento geologico regionale di parte dell'Appennino meridionale con evidenziata (ellisse rossa) l'ubicazione dell'area di studio.

4.3 Inquadramento geomorfologico

L'assetto geomorfologico dell'ambito di intervento è condizionato dalla distribuzione delle morfologie erosionali e/o deposizionali controllate dalle dinamiche geologiche delle successioni mesozoiche che hanno generato nel corso del Quaternario morfostrutture positive, i cui rilievi raggiungono quote anche superiori ai 1000 m circa s.l.m. e negative, come la depressione tettonica intermontana del Vallo di Diano (Santangelo, 1991). In tale contesto le litologie più conservative hanno dato luogo a morfologie più o meno morbide (Figura 11 e Figura 12) che si contrappongono al paesaggio subpianeggiante del fondovalle alluvionale del Vallo di Diano colmata da sedimenti continentali clastici (Figura 13). Uno sguardo d'insieme al paesaggio mostra, dunque, morfologie articolate che sono il riflesso di vari fattori, agenti e processi che sono intervenuti nel modellamento del rilievo e che si alternano o si sovrappongono in modo vario e complesso nel tempo.



Figura 11: Morfologia dell'area a monte del Ponte del Re (Casalbuono) in cui si riconosce la presenza di affioramenti dei depositi calcareo-dolomitici. La zona risulta fittamente boscata.



Figura 12: Morfologia dell'area lungo la valle del Torrente Porcile in cui si riconoscono le morfologie dolci delle colline impostate su materiali flyschoidi. La zona risulta fittamente boscata.



Figura 13: Vista del Vallo di Diano da Via Ponte Mescla (Fiume Tanagro, da valle verso monte).

Per quel che riguarda il dissesto geomorfologico, dalla consultazione del portale IDROGEO emerge che i siti ove sono previste le opere di sbarramento ricadono in aree classificate come Area di Attenzione (AA) (Figura 14), mentre si evidenzia a ridosso dell'area di invaso della Diga A, in sinistra idrografica del f. Calore, è presente un'area classificata a pericolosità da Molto Elevata (P4) a Media (P2), come pure si evince che l'area a ridosso dell'area di invaso della Diga D è classificata, in sponda destra, a pericolosità media e moderata.

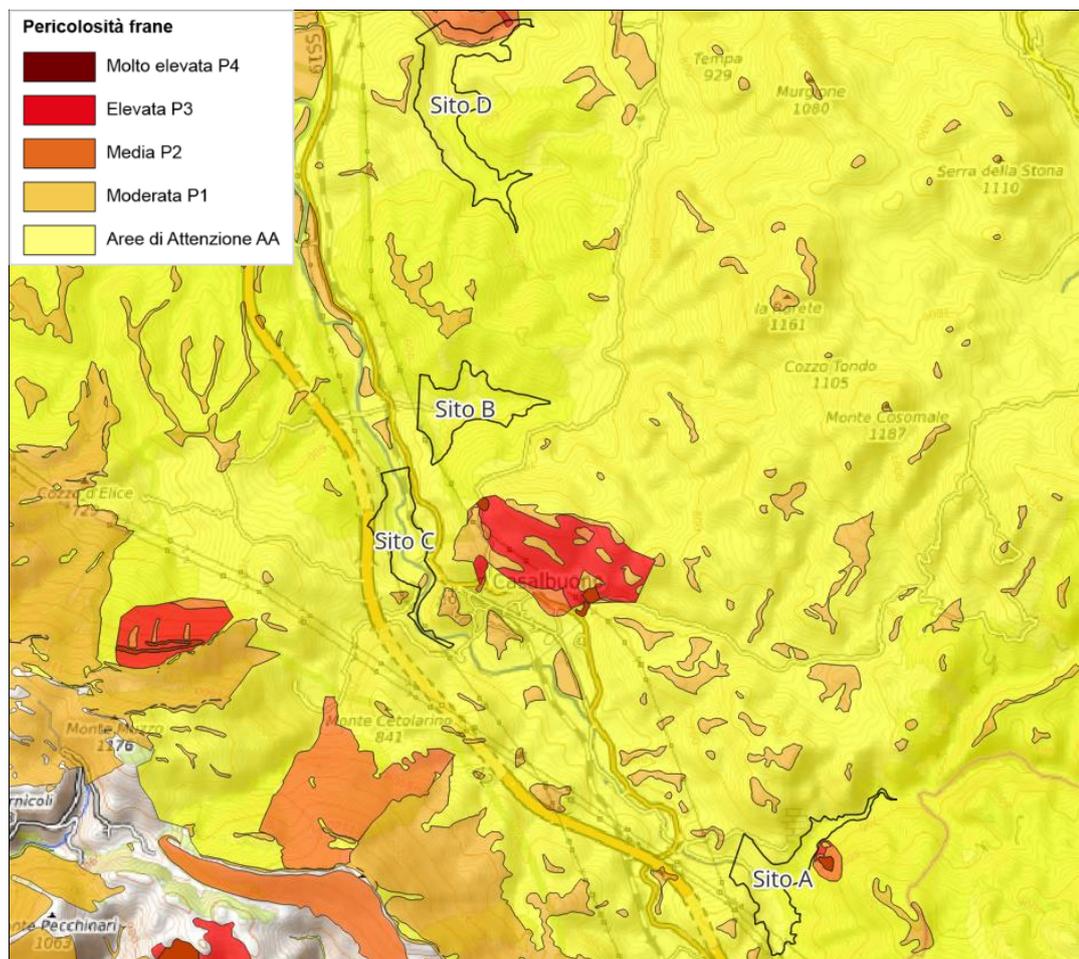


Figura 14: Stralcio della mappa di pericolosità frane (fonte [IDROGEO](#)) con indicati i siti di studio.

4.4 Inquadramento idrogeologico

Sulla base delle caratteristiche geologiche e facendo riferimento allo schema idrogeologico proposto da Celico (1983) l'area oggetto di intervento è dominata da due tipi di complessi idrogeologici che sono (Figura 15):

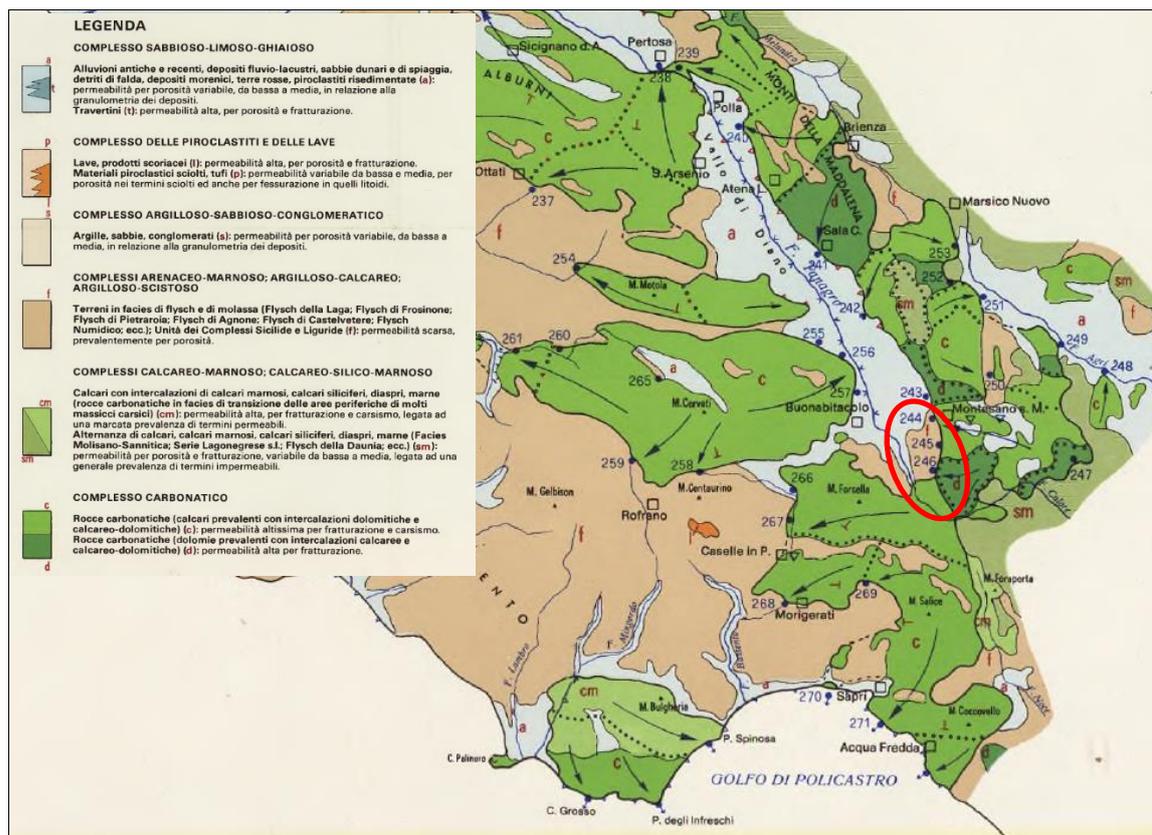


Figura 15: Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Italia centro-meridionale (Celico, 1983). Il cerchio rosso indica l'area di intervento.

Complesso carbonatico: costituito quasi esclusivamente da sedimenti in facies di piattaforma. Tale complesso può essere suddiviso in una parte basale prevalentemente dolomitica (d, in Figura 15) e in una, stratigraficamente sovrapposta, nella quale i termini calcarei risultano prevalenti (c, in Figura 15).

Le dolomie, caratterizzati da una permeabilità medio-alta per fratturazione, si rinvengono raramente carsificate e quasi sempre tettonizzate; pertanto, esse talora fungono da "impermeabile relativo" (Celico, 1983) alle sovrastanti serie calcaree, pur essendo loro stesse sede di buoni acquiferi quando affiorano estesamente.

I calcari, caratterizzati da una permeabilità alta per fratturazione e carsismo, sono invece sede dei più importanti e produttivi acquiferi della catena appenninica meridionale. È noto, infatti, che le rocce carbonatiche presentano una maglia piuttosto fitta di discontinuità in parte legate alla presenza di giunti di stratificazione, in parte all'effetto dei fenomeni di rottura della massa rocciosa sotto l'effetto degli sforzi tettonici (diaciasi, faglie, zone cataclasate). Le fratture generate da tali fenomeni sono soggette nel tempo ad allargarsi per effetto dell'azione solvente delle acque piovane, così da dare origine a fenomeni di tipo carsico la cui entità dipende dall'assetto tettonico e dalla quota del livello del drenaggio.

Il complesso carbonatico è, quindi, sede di un acquifero:

- la cui permeabilità è fortemente influenzata dall'assetto degli ammassi rocciosi sia in termini di fratturazione che di carsismo: in particolare, in un contesto di normale stato di fratturazione la conducibilità idraulica risulta medio-bassa, mentre in corrispondenza di zone fratturate la conducibilità aumenta notevolmente fino a diventare elevata a seguito dello sviluppo di condotti carsici;
- la cui circolazione idrica sotterranea è influenzata dal grado di fagliazione che, talora, determina un elevato livello di compartimentazione dell'acquifero stesso.

Complesso arenaceo-marnoso, argilloso-calcareo e argilloso-scistoso: in questo complesso idrogeologico Celico (1983) raggruppa le associazioni litologiche costituite essenzialmente da arenarie, argille e marne (*flysch*). Tali litotipi, caratterizzati da un grado di permeabilità complessivamente basso, sono sede di acquiferi poco produttivi aventi solo interesse locale. Il loro ruolo fondamentale è, comunque, rappresentato dal tamponamento sulla falda di base dei massicci carbonatici.

4.5 Inquadramento sismotettonico

L'area è situata a sud del Vallo di Diano sul fiume Tanagro, in una zona considerata sismicamente attiva, come evidenziato nello studio sismotettonico. Dal punto di vista tettonico-strutturale l'area fa parte della porzione sud del sistema di faglie normali Campania-Lucania (CLEFS), costituita da un set di faglie ad echelon che dislocano le creste dei monti posti ad ovest del Vallo di Diano, con uno strike N120°E, Brozzetti et al. (2011). Il sistema di faglie normali Campania-Lucania (CLEFS) ha un forte controllo sulla distribuzione della sismicità nell'area della Campania-Lucania. La porzione ovest presenta una scarsa attività sismica, con terremoti superficiali (profondità < 15 km) a bassa magnitudo. La porzione ad est presenta una sismicità alta, caratterizzata da terremoti nella crosta superiore generati da un sistema di faglie normali e transtensionali con direzione NW-SE. In quest'area prevalgono terremoti con magnitudo < 5.5, tuttavia sono stati registrati terremoti ad alta magnitudo. Nell'area di interesse per il presente studio è segnalata la presenza di una faglia capace, ovvero la faglia Casalbuono-Monte Cervaro, definita sulla base dello studio di Bronzetti et al. (2011). È definita come faglia capace una faglia che sicuramente ha causato deformazione in superficie o in prossimità di essa, nell'intervallo Pleistocene superiore – Presente, ovvero in un intervallo di tempo < 125 ka (Pleistocene Superiore). La traccia di tale faglia, come mostrata nella seguente figura, è stata fornita dal dott. Di Manna (ISPRA), sulla base dell'aggiornamento del database ITHACA previsto nei prossimi mesi. Tale struttura presenta una direzione (strike) di 160°, con immersione a WSW ed un cinematismo normale. Non vi sono informazioni relative all'inclinazione, profondità, alla magnitudo massima associata ad essa e ai parametri di scorrimento; l'ultima attività registrata è riferibile al Pleistocene. Nel database ITHACA alla faglia di Casalbuono è associata una bassa affidabilità ed è attribuito un basso grado di studio.

Attraverso le informazioni reperibili sul database è possibile valutare in che direzione varia le probabilità di osservare fagliazione superficiale, come messo in evidenza dallo studio sismotettonico.

- Fase 2: Definizione dei modelli di ricorrenza della magnitudo per ciascuna sorgente attraverso relazioni magnitudo-frequenza (Gutenberg-Richter) per i diversi intervalli di completezza
- Fase 3: Stima della probabilità di superare un certo scuotimento del suolo, attraverso relazioni di attenuazione (GMPE)
- Fase 4: Calcolo della curva di pericolosità e dello spettro di risposta derivato dalla combinazione e dall'analisi di tutte le zone sorgenti in corrispondenza del punto indagato
- Fase 5: Introduzione della componente di ricorrenza, considerando diversi tempi di ritorno

In particolare, è stato adottato un approccio ad albero logico (logic tree) finalizzato all'esplorazione delle incertezze epistemiche riferibili a:

- Determinazione degli intervalli di completezza dei cataloghi;
- Determinazione dei tassi di sismicità;
- Tipo di relazione di attenuazione del moto sismico e attribuzione areale delle relazioni a carattere regionale.

Tali analisi sono state svolte tramite il software open-source R-CRISIS v20 (Ordaz, 1986) giunto alla sua sesta edizione nel 2020 (<http://www.r-crisis.com/>). Il risultato finale dello studio sismotettonico è consistito nella definizione di uno spettro di risposta orizzontale e verticale sito specifico, derivato dalla combinazione di diverse GMPE (Ground Motion Prediction Equations) in uno schema ad albero logico. Nelle seguenti figure si riportano gli spettri di risposta stimati per i tempi di ritorno di 150 e 2475 anni.

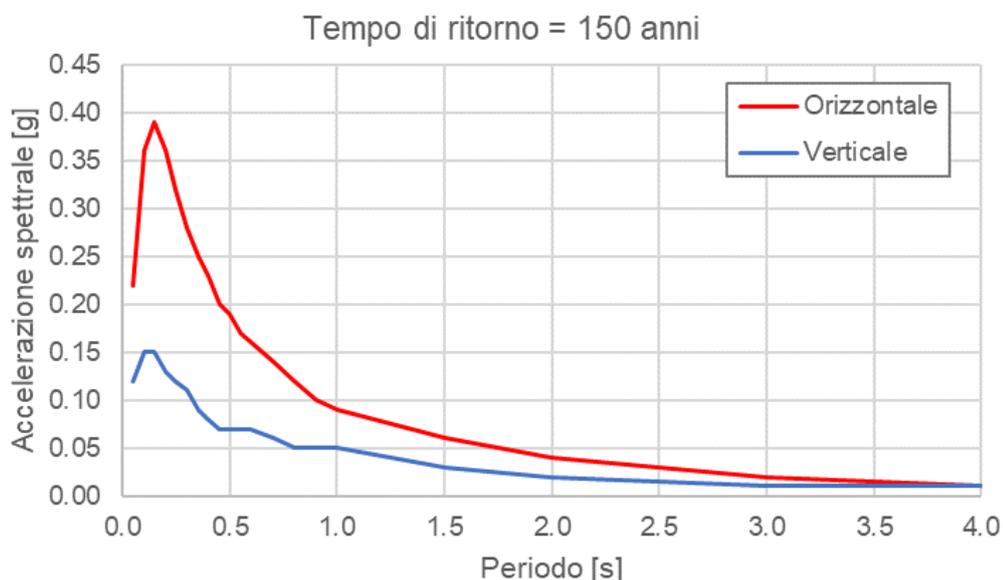


Figura 17: Spettri di risposta derivati dall'analisi ad albero logico completa (16 rami) per un tempo di ritorno di 150 anni.

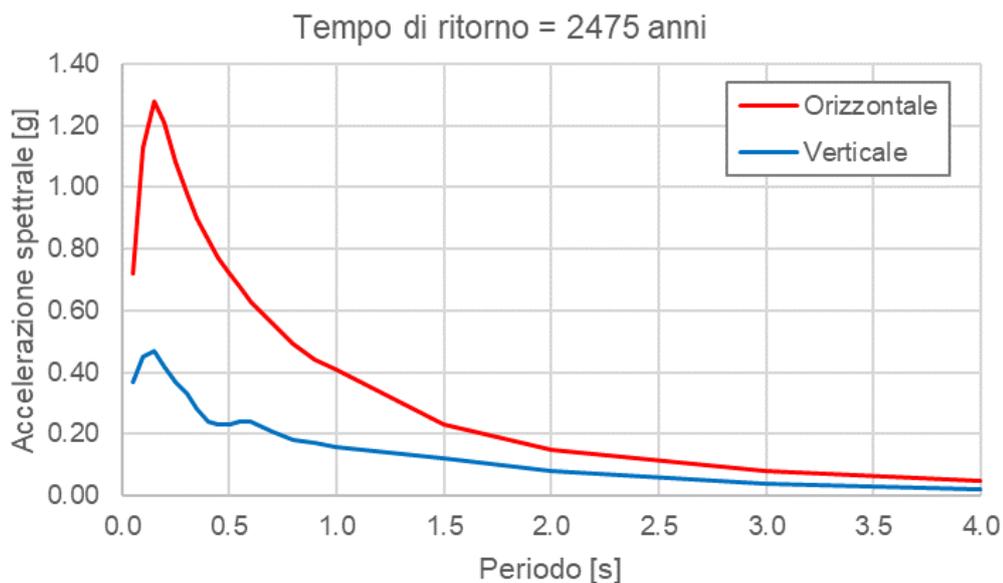


Figura 18: Spettri di risposta derivati dall'analisi ad albero logico completa (16 rami) per un tempo di ritorno di 2475 anni.

Nelle fasi successive della progettazione una volta definite le proprietà della struttura in costruzione e del sito dove sarà realizzata, gli spettri di risposta potranno essere calcolati per i tempi di ritorno definiti sulla base delle caratteristiche della diga come definito da normativa e confrontati con gli spettri da NTC.

Infine, per la fagliazione superficiale (faglia capace) in una fase successiva sarà possibile definire secondo diversi modelli la probabilità di rottura secondaria e la distribuzione degli spostamenti attesi al fine di verificarne la relazione con le opere in progetto sia in termini di posizionamento che di orientazione rispetto alla faglia capace.

4.6 Inquadramento idrologico

Lo studio idrologico è rivolto ai bacini idrografici sottesi dalle opere nelle varie alternative analizzate. Le principali caratteristiche idrologiche investigate sono:

- Afflusso meteorico;
- Superficie afferente del bacino idrografico;
- Permeabilità del bacino.

Riguardo l'afflusso meteorico, viene calcolato un valore di precipitazione cumulata media annua per le stazioni pluviometriche presenti all'interno o limitrofe all'area di studio indicate in Tabella 3 e rappresentate nella Figura 19.

Stazione Pluviometrica	Precipitazione cumulata media annua
	[mm]
Montesano Terme	1203
Lagonegro	1756
Casalbuono	1665
Montesano Marcellana	1432

Tabella 3: Precipitazione cumulata media annua per le stazioni pluviometriche nell'area di studio

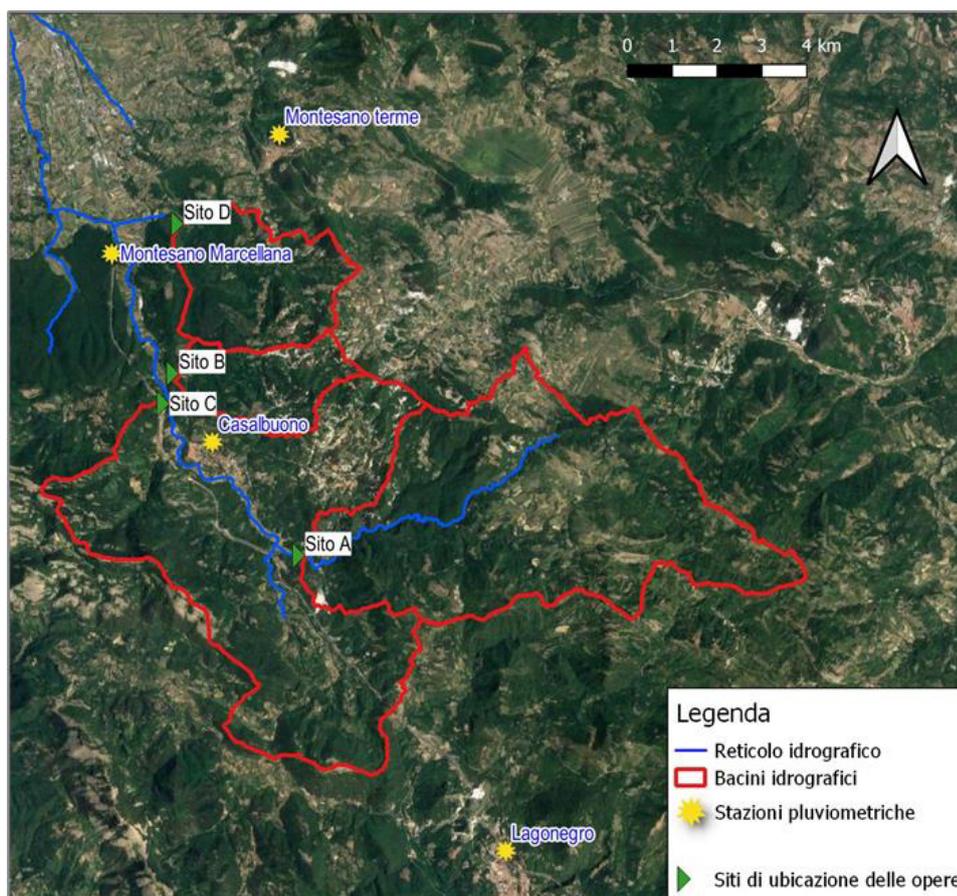


Figura 19: Perimetrazione dei bacini idrografici ed ubicazione dei potenziali siti di ubicazione dello sbarramento e delle stazioni pluviometriche considerate

Si evince da tali valori che la parte montana del bacino del Tanagro è caratterizzata da una maggiore piovosità, che decresce procedendo verso il Vallo di Diano.

La superficie dei bacini idrografici corrisponde, in proporzione, al volume di afflusso generato dalle precipitazioni annuali. Riguardo, invece, la valutazione preliminare della permeabilità dei bacini idrografici analizzati si ricorre al calcolo del parametro "Curve Number" (CN), definito dal *Soil Conservation Service*. Tale parametro indica le perdite dell'afflusso meteorico per infiltrazione nel sottosuolo, in funzione della litologia e del tipo di uso del suolo.

Nella seguente Tabella 4 si riassumono la superficie ed il valore del CN medio dei bacini afferenti ai potenziali siti di ubicazione dello sbarramento.

	Unità di misura	Sito A	Sito B	Sito C	Sito D
Superficie	[km ²]	36	5.8	84	9.7
CNII medio bacino (standard)	[-]	69.38	59.47	61.64	64.43

Tabella 4: Superficie e CN II in riferimento ai bacini idrografici sottesi dai siti A, B, C, D

5. ANALISI DEI POTENZIALI SITI DI UBICAZIONE DELLO SBARRAMENTO

5.1 Premessa

Questa sezione illustra la prima fase di analisi effettuata per l'individuazione dei potenziali siti di ubicazione dello sbarramento.

5.2 Potenziali siti di ubicazione dello sbarramento

Sulla base delle informazioni contenute nello studio di fattibilità, in seguito ai primi sopralluoghi sul sito e studi preliminari di tipo idraulico, idrologico, idrogeologico e geologico sono stati individuati n. 4 siti alternativi per la realizzazione dell'opera di sbarramento (denominati A, B, C e D, Figura 20).

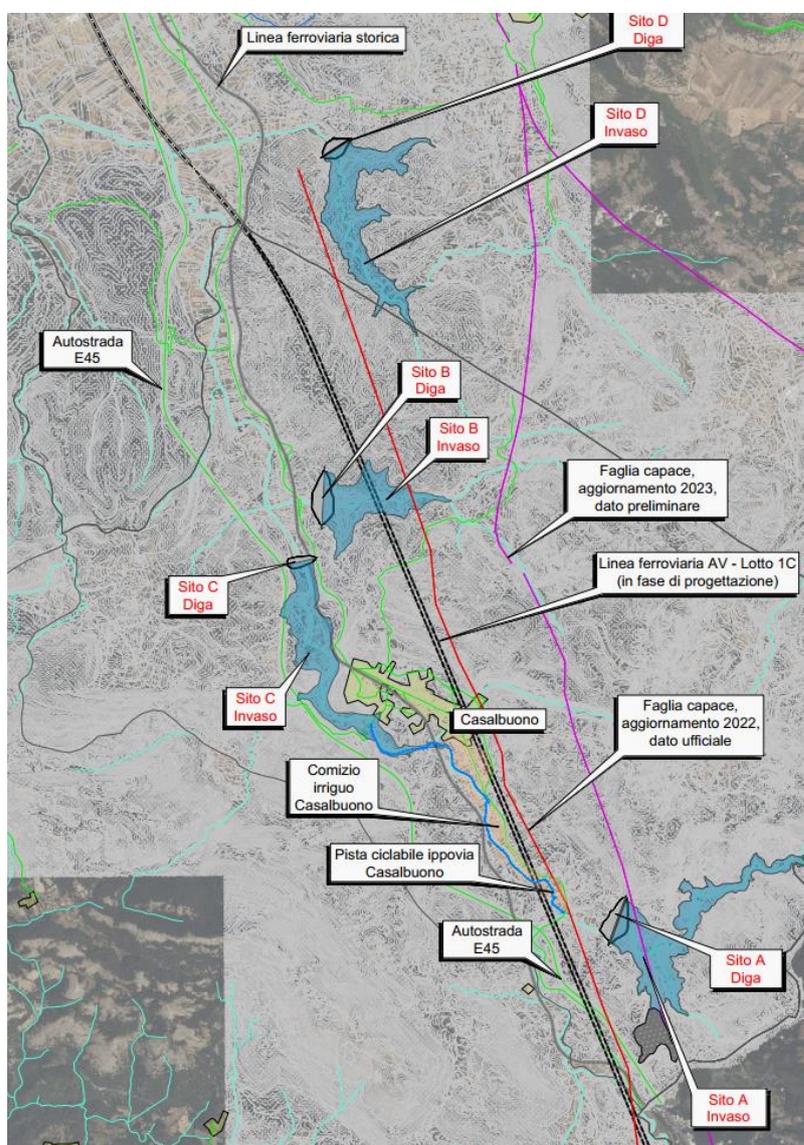


Figura 20: Planimetria con ubicazione dei n. 4 siti alternativi per la realizzazione dell'opera di sbarramento (estratto da [12])

Tali siti sono stati individuati anche a seguito di un confronto con il Consorzio, che già nella fase di studio di fattibilità aveva valutato alcuni di questi siti per la realizzazione delle opere.

Nella planimetria di Figura 20 le aree occupate dagli sbarramenti e dai relativi invasi sono da considerarsi puramente indicativi. In particolare, le quote di coronamento diga e le relative quote di invaso sono state prodotte nella prima progettazione con il solo scopo di valutare la fattibilità dell'intervento.

Di seguito si riporta una breve descrizione dell'ubicazione dei quattro siti, rimandando ai successivi sottoparagrafi gli approfondimenti di carattere idrologico-idraulico, geologico-idrogeologico e di analisi delle potenziali interferenze con le strutture esistenti.

5.2.1 Sito A

Il sito A è situato nel comune di Casalbuono a circa 3 km in direzione sud dal centro abitato, a monte del Ponte del Re (area individuata nello studio di fattibilità del 2020, descritto precedentemente). L'opera di sbarramento è ubicata nella parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro, nel tratto montano che porta la storica denominazione di Fiume Calore.



Figura 21: Immagini fotografiche del sito A. Sinistra-alto: ponte del re; destra-alto: fiume calore a monte dello sbarramento; sinistra-basso: fiume calore a monte del ponte del re; destra-basso: vista verso monte dell'area di imposta dello sbarramento

5.2.2 Sito B

Il sito B è ubicato nel comune di Casalbuono a circa 1,5 km in direzione nord dal centro abitato. L'opera di sbarramento è prevista sul Torrente Bignacolo, affluente di destra del fiume Tanagro.



Figura 22: Immagini fotografiche del sito B. Sinistra: zona di imposta dello sbarramento; destra: torrente Bignacolo.

5.2.3 Sito C

Il sito C è situato nel comune di Casalbuono in prossimità in direzione nord dal centro abitato. L'opera di sbarramento è ubicata sul fiume Tanagro.



Figura 23: Immagini fotografiche del sito C. Sinistra: vista da Casalbuono verso valle dell'area che verrebbe occupata dall'invaso; destra: vista dalla sponda destra.

5.2.4 Sito D

Il sito D è situato nel comune di Montesano in prossimità in direzione sud dal centro abitato. L'opera di sbarramento è ubicata sul Torrente Porcile, affluente di destra del fiume Tanagro.



Figura 24: Immagini fotografiche del sito D. Alto: torrente Porcile; basso: zona d'imposta della diga.

5.3 Valutazioni idraulico-idrologiche

Il sito A consente di definire una porzione di bacino idrografico del fiume Tanagro di superficie pari a 36 km², soggetta alla più elevata piovosità tra le aree analizzate. Tale superficie è infatti situata tra le stazioni pluviometriche di Casalbuono e Lagonegro, che in media registrano una precipitazione cumulata media annua attorno ai 1700 mm. Il valore del CN II medio calcolato è pari a circa 70, superiore agli altri casi analizzati.

La quota altimetrica di imposta della diga, ben superiore rispetto agli altri siti, corrisponde a 590 m s.m.m., e risulta favorevole per soddisfare ampiamente i requisiti di pressione minima al nodo idraulico di valle.

La capacità di laminazione delle piene è potenzialmente rilevante, in quanto il sito A si trova lungo l'asta principale del fiume Tanagro; tuttavia, l'efficacia della laminazione dipende dall'altezza dell'opera e dal relativo volume di invaso disponibile. Riguardo l'ipotetico volume di invaso, un'altezza dell'opera pari a 55 m consentirebbe di stoccare oltre i 10 Mm³.

Il sito B si trova lungo il torrente Brignacolo, affluente in destra del fiume Tanagro. La superficie del bacino idrografico è ridotta e pari a 5.8 km². Da un punto di vista pluviometrico l'area ricade in prossimità di Casalbuono, dove si registrano in media precipitazioni relativamente abbondanti. Riguardo le perdite per infiltrazione nel sottosuolo, il valore del CN II medio calcolato è pari a circa 60, inferiore agli altri casi analizzati.

L'imposta della diga è prevista ad una quota di circa 540 m s.m.m., funzionale ad assicurare i requisiti di pressione minima per l'irrigazione.

La capacità di laminazione delle piene non appare rilevante, vista la modesta dimensione del bacino sotteso. Riguardo l'ipotetico volume di invaso, un'altezza dell'opera pari a 60 m consentirebbe di stoccare circa 9 Mm³.

Il sito C sottende una porzione di bacino idrografico del fiume Tanagro pari a 84 km², la più elevata tra quelle analizzate. Tale bacino include l'intera parte montana, soggetta a maggiore piovosità tra quelle in esame. Il valore del CN II medio calcolato è pari a circa 62, determinato da aree con differenti perdite per infiltrazione potenziale.

L'imposta della diga è prevista ad una quota di circa 535 m s.m.m., funzionale ad assicurare i requisiti di pressione minima per l'irrigazione.

La capacità di laminazione delle piene è potenzialmente rilevante, in quanto il sito C si trova lungo l'asta principale del fiume Tanagro e racchiude una elevata porzione di bacino idrografico in relazione a quella totale che afferisce all'ingresso nel Vallo di Diano; tuttavia, l'efficacia della laminazione dipende dall'altezza dell'opera e dal relativo volume di invaso disponibile: in questo caso, per motivazioni topografiche e legate ad interferenze con l'ambiente antropico, di seguito meglio esplicitate, si potrebbe difficilmente prevedere un'opera di altezza superiore ai 25 m, a cui corrisponde un volume di invaso pari a circa 5 Mm³.

Il sito D si trova situato lungo il torrente Porcile, affluente in destra del fiume Tanagro. La superficie del bacino idrografico è ridotta e pari a circa 10 km². Da un punto di vista pluviometrico l'area ricade in prossimità di Montesano Terme, dove si registrano in media precipitazioni cumulate annue attorno ai 1300 mm, meno abbondanti rispetto alla parte montana del bacino del Tanagro. Riguardo le perdite per infiltrazione nel sottosuolo, il valore del CN II medio calcolato è pari a circa 64, che evidenzia potenziali perdite non eccessive.

L'imposta della diga è prevista ad una quota di circa 520 m s.m.m., funzionale ad assicurare i requisiti di pressione minima per l'irrigazione.

La capacità di laminazione delle piene non appare rilevante, vista la modesta dimensione del bacino sotteso. Riguardo l'ipotetico volume di invaso, già con un'altezza dell'opera compresa tra i 40 e i 45 m si stoccano circa 10 Mm³.

Nella seguente Tabella 5 si sintetizzano le principali caratteristiche analizzate, inserendo l'altezza ipotetica e lo sviluppo del coronamento dell'opera di sbarramento.

	Unità di misura	Sito A	Sito B	Sito C	Sito D
Altezza diga	[m]	55	60	25	45
Quota massima regolazione	[m s.m.m.]	645	600	560	565
Quota imposta diga	[m s.m.m.]	590	540	535	520
Sviluppo coronamento	[m]	380	460	220	330
Volume d'invaso	[Mm ³]	10.63	8.9	4.9	11.62

Tabella 5: Principali caratteristiche in riferimento alle opere di sbarramento ipotizzate per i siti A, B, C, D

L'insieme di queste preliminari valutazioni idraulico-idrologiche consente di affermare:

- Il sito A appare idoneo alla realizzazione dell'opera di sbarramento;
- Il sito C avrebbe caratteristiche idonee da un punto di vista strettamente idrologico; tuttavia, lo stoccaggio di un sufficiente volume di invaso richiederebbe un'altezza dell'opera non compatibile con il sito;
- I siti B e D non appaiono idonei a soddisfare alcuni degli obiettivi primari, in ragione del ridotto bacino afferente. Tuttavia, si evidenzia che il sito D consentirebbe di ottenere un volume di invaso sufficiente agli scopi definiti già con altezze contenute dello sbarramento, rispetto agli altri siti; per questo motivo, nel seguito si illustra la possibilità di combinare uno sbarramento in D, alimentato da un'opera di captazione sul Tanagro in A.

5.4 Valutazioni geologiche-geotecniche

I potenziali siti di ubicazione dello sbarramento sono stati analizzati al fine di valutare la fattibilità delle opere previste sotto il profilo geologico e geotecnico.

Il sito A si colloca nell'ambito della Unità tettonica Alburno – Cervati – Pollino che rappresenta le successioni carbonatiche di mare basso del Mesozoico dell'Appennino meridionale; in particolare nel sito affiorano la Formazione Calcari a Requienie e Gasteropodi (CRQ) e la Formazione Calcari a Radiolitidi (RDT) su cui poggiano i depositi alluvionali di fondovalle (b).

L'area è caratterizzata da:

- intensa tettonizzazione, per la presenza di sovrascorrimenti ad andamento appenninico e faglie che dislocano le formazioni mettendo in contatto tettonico terreni con caratteristiche litologiche diverse;
- intensa fratturazione come effetto di quanto espresso al punto precedente; le rocce presentano un aspetto frantumato e, spesso cataclasato, tale da obliterare la loro stratificazione primaria;
- presenza di fenomeni carsici: entrambe le formazioni calcaree presenti nell'area oggetto di studio possono sviluppare forme carsiche più o meno sviluppate con sviluppo di cavità talora riempite da materiali sciolti;

- presenza della faglia capace denominata “30100 Casalbuono”; seppur la reale ubicazione e l'effettiva attività e capacità della stessa dovrà essere attentamente valutata, allo stato delle conoscenze la faglia intercetta trasversalmente il sito A;
- presenza di materiali lapidei aventi permeabilità variabile. I Calcari che costituiscono il fondo dell'invaso ed il sedime degli sbarramenti, hanno una permeabilità alta essenzialmente per fratturazione e per carsismo, pur con caratteristiche di eterogeneità legata allo stato di fratturazione della roccia e alla presenza di livelli a permeabilità minore.

L'intensa tettonica che caratterizza l'area trova evidenza nella fratturazione delle rocce affioranti in superficie e confermata dal sondaggio SA1, eseguito sul fondovalle del fiume Calore, a monte del Ponte del Re. Il sondaggio, dopo uno strato presente fino alla profondità di 7.50 m da p.c. di depositi alluvionali costituiti da livelli di limo argilloso intercalati a livelli di ghiaia eterometrica in matrice limo-sabbiosa, intercetta, fino alla profondità investigata pari a 50 m da p.c. livelli di breccia calcarea cataclasata in matrice limo-argillosa. Tale livello si presenta pressoché continuo, salvo la presenza ad una profondità compresa tra 41 e 47.6 m da p.c. di un calcare di colore grigio scuro più compatto anche se comunque risulta in parte fratturato e brecciato.

Un elemento di incertezza è, invece, rappresentato da quanto emerge dal sondaggio SA2, ubicato in corrispondenza del contatto tra le due formazioni calcaree RDT e CRQ. Tale sondaggio ha, infatti, evidenziato, per l'intera profondità investigata pari a 30 m da p.c., la presenza di un livello di argilla debolmente limosa a tratti debolmente ghiaiosa - di colore marrone fino a 18,40 m da p.c. e di colore grigio fino a fine sondaggio – ove si intercalano livelli da metrici a decimetrici di limo ghiaioso e di ghiaia. La presenza di questo livello di materiale coesivo sembra essere confermato dal profilo sismico a rifrazione passante in prossimità del sondaggio SA2.

Sull'origine di questo materiale all'interno di un'area caratterizzata dalla presenza prevalente di rocce calcaree si possono fare, in prima analisi, diverse ipotesi: i) si tratta di materiali di origine paleo lacustre e/o fluviale dislocati in posizione più elevata rispetto all'alveo attuale del f. Calore per effetto della tettonica quaternaria; ii) considerata l'intensa fratturazione della zona, potrebbe trattarsi di una zona di discontinuità riempita da materiali sciolti, in questo caso argille e limi con poca sabbia e ghiaia; ii) essendo le formazioni calcaree soggette a fenomeni carsici, potrebbe trattarsi di un'ampia cavità carsica riempita da materiali fini per effetto della circolazione idrica sotterranea.

Pur non avendo al momento certezza sull'origine di questi depositi apparentemente avulsi dal contesto geologico principale, questa prima fase di studi ed indagini ha, in primo luogo, confermato le caratteristiche di elevata fratturazione e di scarsa competenza delle rocce calcaree su cui si prevede di impostare le opere di sbarramento e ha altresì evidenziato la presenza di livelli di materiali coesivi, “inaspettati” per queste aree; sotto il profilo idrogeologico il materiale presenta una permeabilità medio-alta per fratturazione e carsismo che potrebbe compromettere la capacità di trattenere le acque invase. A tutto ciò si deve aggiungere la presenza della faglia capace che costituisce un ulteriore elemento di criticità per il sito A.

I siti B e D si collocano entrambi interamente sulla Fm di Albidona (ABD2) costituita da depositi silicoclastici e carbonatici a granulometria da grossolana a medio-fine, in strati da medi a spessi talora molto spessi, a geometria tabulare, talora anche con base conglomeratica e comunque caratterizzati da una notevole variabilità litologica.

Il materiale che costituisce la Fm di Albidona è stato indagato attraverso la realizzazione di un sondaggio (SD1) il quale dopo un livello superficiale - da 0 a 5.85 m da p.c. - di Limo argilloso debolmente ghiaioso e ghiaia eterometrica in matrice limo-sabbiosa seguiti, intercetta fino alla profondità investigata pari a 50 m da p.c., un livello di marna di colore grigio fittamente stratificata e scagliosa con sottili intercalazioni di arenaria a grana fine, fratturata e brecciata. Solamente alla profondità di 40 m da p.c. e per lo spessore di 1 m si rinviene la presenza di un livello di arenaria a grana fine compatta seppur con fratture sub-verticale.

Sotto il profilo geomorfologico, dalla consultazione del Portale IDROGEO e del Catalogo IFFI emerge che il versante destro della valle del t. Porcile è interessato dalla presenza di fenomeni di crollo e di scivolamento lento legati al progressivo decadimento delle proprietà meccaniche dei terreni, di prevalente composizione pelitico-arenitica (*flysch*), per fenomeni di alterazione e/o rammollimento degli stessi connessi alle acque di pioggia che li imbibiscono.

Sotto il profilo idrogeologico, i materiali risultano poco permeabili per porosità e sono sede di acquiferi poco produttivi ma fungono da tamponamento alla circolazione carsica determinando la formazione di sorgenti al contatto con i più permeabili calcari.

I risultati delle prove di permeabilità di tipo LeFranc effettuate nel sondaggio SD1 confermano solo in parte la scarsa permeabilità dell'area in quanto i risultati preliminari mostrano valori di k compresi tra $9,3E-06$ e $5,9E-07$, valori compatibili con un grado di permeabilità relativa medio-bassa.

Queste caratteristiche rendono entrambi i siti idonei alla realizzazione delle opere.

Il sito C si colloca nel fondovalle del f. Tanagro e intercetta principalmente i depositi quaternari del Vallo di Diano costituiti da alternanza di argille e limi di ambiente lacustre, talora eteropica a ghiaie e sabbie fluviali e a depositi di conoide alluvionale. I versanti della valle, ove potrebbe ammorsarsi l'opera di sbarramento, sono costituiti dai depositi flyschoidi della Formazione di Albidona, sotto tale profilo il sito, come per i siti B e D, non presenta particolari criticità di fattibilità.

L'insieme di queste preliminari valutazioni geologiche-geotecniche consente di definire che:

- il sito A appare poco idoneo alla realizzazione di un grande invaso, a causa della presenza di materiali estremamente fratturati, talora carsificati, aventi permeabilità medio-alte e per la presenza della faglia capace; la scarsa idoneità del sito potrebbe invece essere mitigata da soluzioni con sbarramenti di altezza ridotta e con minore volume di invaso;
- il sito B e D appaiono entrambi idonei alla realizzazione di un invaso essendo caratterizzati da una permeabilità medio-bassa e da materiali meno fratturati rispetto alle soluzioni ubicate nel sito A. Inoltre, la faglia capace, allo stato attuale delle conoscenze, non intercetta le opere di sbarramento;

- il sito C appare idoneo alla realizzazione di un invaso; l'opera si ammorsa sulla fm di Albidona. come per i siti B e D.

5.5 Valutazione delle interferenze

5.5.1 Generalità

Nel presente paragrafo si riporta un'analisi preliminare delle potenziali interferenze di ognuno dei quattro siti considerati.

5.5.2 Sito A

La quota d'imposta del sito A è pari a circa 590 m s.l.m. Come si vedrà in seguito la massima quota prevedibile per l'invaso in quest'area è pari a circa 650 m s.l.m.

Come illustrato nella seguente figura in funzione dell'altezza della diga e della relativa quota di massimo invaso sono presenti potenziali interferenze con i siti di produzione presenti sulle sponde destra e sulla sponda sinistra.

La cava presente in sponda destra è dismessa e attualmente oggetto di un progetto di ripristino ambientale. La minima quota interessata dagli scavi della cava è pari a circa 650 m s.l.m.

La cava presente in sponda sinistra è attualmente in uso. Attualmente la quota minima di estrazione è pari a circa 645 m s.l.m.

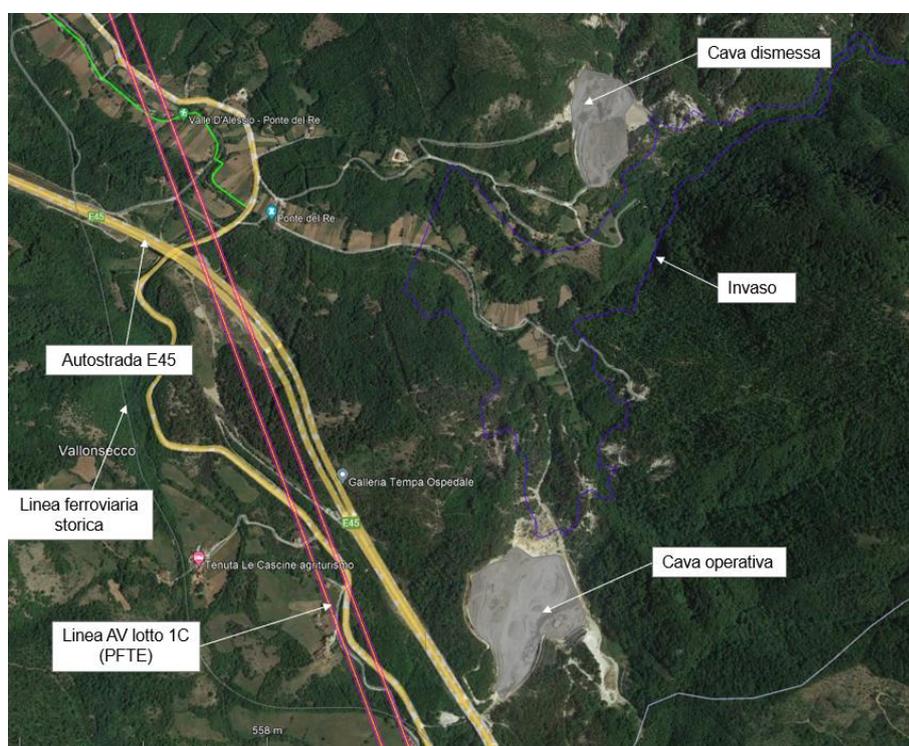


Figura 25: Immagine satellitare con ubicazione dello sbarramento e dell'invaso nel sito A



Figura 26: Cava dismessa in sponda destra, oggetto di progetto di ripristino ambientale.



Figura 27: Cava operativa in sponda sinistra.

Le infrastrutture viarie più prossime all'invaso del sito A sono l'autostrada E45 (esistente) e il nuovo tracciato della linea ferroviaria AV (in fase di PFTE).

Le potenziali interferenze con le infrastrutture viarie sopra citate sono principalmente legate al rischio di fenomeni di richiamo idraulico delle acque dell'invaso verso le gallerie.

Ipotizzando una quota di invaso pari a 650 m s.l.m., il punto più vicino dell'autostrada all'invaso è in prossimità della galleria Tempa Ospedale (distanza approssimativa 300-400 m). L'autostrada in questo tratto si trova a una quota approssimativa di 640-645 m s.l.m.

Il nuovo tracciato ferroviario si trova planimetricamente a una distanza analoga a quella dell'autostrada. Nel tratto in esame la linea ferroviaria è in galleria e attraversa l'ammasso roccioso a una quota massima di circa 460 m s.l.m. (circa 130 m al di sotto della zona d'imposta prevista per la diga nel sito A).

Considerando la distanza planimetrica e la differenza di quote tra l'invaso e le gallerie si ritiene, in via preliminare, che il rischio legato a fenomeni di richiamo idraulico sia trascurabile nel caso della galleria ferroviaria (copertura elevata) e modesto nel caso della galleria autostradale (carico e gradiente idraulico relativamente bassi).

Considerando la natura geologica dell'ammasso roccioso nell'area (calcare intensamente fratturato e potenzialmente soggetto a fenomeni di carsismo), nel caso sia selezionato il sito A come quello idoneo alla realizzazione delle opere, nella fase più avanzata di progettazione dovranno essere comunque condotte valutazioni approfondite sul regime di filtrazione delle acque al fine di valutare potenziali rischi legati a fenomeni di richiamo idraulico delle acque dell'invaso verso le gallerie soprattutto per quanto riguarda il tracciato autostradale.

5.5.3 Sito B

Come illustrato nella Figura 20 l'invaso della diga è planimetricamente sovrapposto al tracciato della linea ferrovia AV. Nel tratto in esame la linea ferroviaria è in galleria e attraversa l'ammasso roccioso a una quota di circa 500 m s.l.m. (circa 40 m al di sotto della zona d'imposta prevista per la diga nel sito B pari a circa 540 m s.l.m.). Si ritiene, in via preliminare, che siano presenti rischi legati a potenziali fenomeni di richiamo idraulico delle acque dell'invaso verso la galleria ferroviaria.

Inoltre, l'invaso interferisce anche con la presenza di diversi edificati presenti nel fondo valle.

5.5.4 Sito C

Come illustrato nelle seguenti figure, per sito C si evidenziamo diverse interferenze con le infrastrutture esistenti, in particolare:

- interferenza sia dello sbarramento sia dell'invaso con il tracciato della linea ferroviaria storica;
- interferenza dell'invaso con una porzione di viadotto dell'autostrada E45;
- interferenza dell'invaso con alcuni edificati esistenti e con i tralicci della linea elettrica;

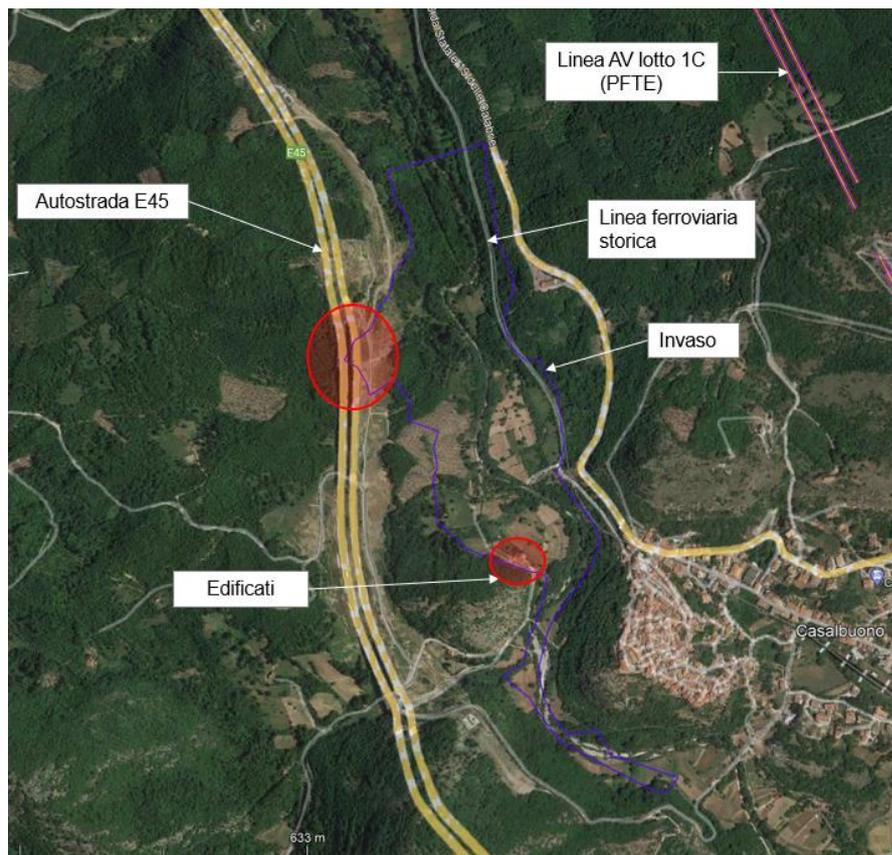


Figura 28: Immagine satellitare con ubicazione dello sbarramento e dell'invaso nel sito C



Figura 29: Sito C, interferenze. Sinistra-alto: galleria linea ferroviaria storica; destra-alto: viadotto autostrada E45; basso: vista degli edificati in fondo valle.

5.5.5 Sito D

Per il sito D non si evidenziano particolari interferenze.

5.6 Conclusioni

L'analisi e la valutazione comparativa dei quattro siti individuati è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- Generali (GEN):
 - Dimensione dello sbarramento: altezza della diga necessaria per realizzare un invaso con capacità di circa 8-10 Mm³ (volume stimato in via preliminare per garantire il fabbisogno idrico);
- Idrologico-idraulici (IDR):
 - Capacità di soddisfare il fabbisogno idrico (obiettivo primario);
 - Capacità di laminazione delle piene (obiettivo primario);
- geologico-idrogeologici (GEO):
 - Tenuta idraulica delle sponde dell'invaso (caratteristiche di permeabilità dell'ammasso roccioso di fondazione);
 - Contesto sismotettonico e faglia capace;
- Interferenze (INT).

I risultati dell'analisi dei quattro siti, basata sui criteri sopra elencati e sulle considerazioni esposte nei precedenti paragrafi, sono sintetizzati nella seguente tabella comparativa e descritti di seguito.

Criterio		Sito A	Sito B	Sito C	Sito D
GEN	Altezza diga [m]	55	60	25 (volume invaso 5 Mm ³)	45
	Fabbisogno idrico	Idoneo	Non idoneo	Non idoneo	Non idoneo
IDR	Laminazione delle piene	Idoneo	Non idoneo	Parzialmente idoneo	Non idoneo
	Tenuta idraulica invaso	Critico	Idoneo	Con lievi criticità	Idoneo
GEO	Contesto sismotettonico faglia capace	Critico	Come medie criticità	Come medie criticità	Come medie criticità
	Interferenze	Limitate	Rilevati	Molto rilevati	Assenti
Valutazione di idoneità		Idoneo per aspetti idrologici/idraulici, ma con criticità geologiche	Idoneo solo se combinato con altro sbarramento lungo il fiume Tanagro	Non idoneo	Idoneo solo se combinato con altro sbarramento lungo il fiume Tanagro

Tabella 6: Analisi comparativa dei quattro potenziali siti di ubicazione dello sbarramento

Il sito A risulta il migliore dal punto di vista idraulico e idrologico (possibilità di raggiungimento degli obiettivi primari), ma presenta diverse criticità di carattere geologico e idrogeologico.

Oltre alla presenza della faglia capace in prossimità della zona d'imposta, l'area è caratterizzata da una pervasiva impronta tettonica che ha alterato e fratturato intensamente l'ammasso roccioso costituito prevalentemente da calcari e dolomie. Tale aspetto, oltre al fatto che le suddette litologie sono soggette a diverso grado di carsismo, rendono le sponde dell'invaso potenzialmente permeabili. Le interferenze nel sito A sono modeste e limitate principalmente ai siti di estrazione nelle sponde destra e sinistra.

In conclusione, il sito A risulta idoneo alla realizzazione dell'opera di sbarramento. Le soluzioni progettuali (tipologia di diga, altezza diga, ecc.) dovranno essere opportunamente pensate in relazione al complesso contesto geologico, idrogeologico e sismico del sito.

Il sito B non risulta idoneo a soddisfare gli obiettivi primari in ragione del ridotto bacino afferente (fabbisogno idrico) e del fatto che è ubicato sul corso d'acqua principale (laminazione delle piene). Dal punto di vista del volume di accumulo le condizioni geologiche sono favorevoli (formazione poso permeabile dei flysh). L'altezza dell'opera per garantire un sufficiente volume di invaso è dell'ordine dei 60 m. Inoltre, il sito B presenta una potenziale interferenza con il tracciato in fase di progettazione della linea ferroviaria AV Lotto 1C.

In conclusione, il sito B da un punto di vista idraulico sarebbe idoneo solo se combinato con altro sbarramento sul corso d'acqua principale. Come descritto di seguito però presenta caratteristiche meno favorevoli rispetto al sito D (altezza necessaria della diga maggiore, presenza di interferenze)

Il sito C avrebbe caratteristiche idonee da un punto di vista strettamente idrologico; tuttavia, lo stoccaggio di un sufficiente volume di invaso e un effetto significativo sulla laminazione delle piene richiederebbe un'altezza dell'opera non compatibile con il sito (presenza di interferenze rilevanti con le infrastrutture esistenti). Per questi motivi tale sito viene giudicato non idoneo.

Il sito D non risulta idoneo a soddisfare gli obiettivi primari in ragione del ridotto bacino afferente (fabbisogno idrico) e del fatto che è ubicato sul corso d'acqua principale (laminazione delle piene). Dal punto di vista del volume di accumulo le condizioni geologiche sono favorevoli (formazione poso permeabile dei flysh). L'altezza dell'opera per garantire un sufficiente volume di invaso è dell'ordine dei 40-50 m. Non sono presenti interferenze significative.

Per tali motivi il sito D viene giudicato idoneo solo come volume di accumulo in associazione ad un altro sbarramento sul corso d'acqua principale. Lo sbarramento sul fiume Tanagro avrebbe le funzioni di intercettazione e trasferimento della risorsa idrica in D e laminazione delle piene.

6. INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E AMBIENTALI

6.1 Premessa

Questo capitolo descrive i risultati delle indagini geologiche, geotecniche e ambientale eseguite in corrispondenza dei due siti selezionati per la realizzazione delle opere (siti A e D). Per i dettagli esecutivi delle indagini eseguite si rimanda ai documenti [32].

6.2 Indagini geologiche-geotecniche

6.2.1 Sito A

Nel sito A sono state condotte le seguenti indagini geognostiche e geofisiche:

- n. 1 sondaggio verticale a carotaggio continuo ubicato in fondovalle di profondità pari a 50 m (denominato **S_A1**);
- n. 1 sondaggio verticale a carotaggio continuo ubicato in spalla destra di profondità pari a 30 m (denominato **S_A2**);
- n. 1 profilo sismico a rifrazione con metodo tomografico in spalla destra di lunghezza approssimativa pari a 235 m (denominato **RIFR_A1**).



Figura 30: Sito A, immagine satellitare con ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche

Cod.	Tipologia	Profondità [m]	Prove SPT [n°]	Prove Lefranc [n°]	Piezometro	Campioni	
						Indisturbato	Rimaneggiato
SA1	Sondaggio c.c.	50	2	4	-	-	12
SA2	Sondaggio c.c.	30	4	2	X	2	10

Tabella 7: Sito A, indagini geognostiche, prove in sito e prelievo di campioni per le prove di laboratorio

All'interno dei fori dei sondaggi sono state eseguite delle prove penetrometriche standard SPT (n. 2 nel sondaggio S_A1 e n. 4 nel sondaggio S_A2) e delle prove di permeabilità di tipo Lefranc (n. 4 nel sondaggio S_A1 e n. 2 nel sondaggio S_A2). Nel sondaggio S_A2, al termine delle indagini, è stato installato un piezometro a tubo aperto per l'intera estensione del sondaggio.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 22 campioni geotecnici rimaneggiati (n. 12 nel sondaggio S_A1 e n. 10 nel sondaggio S_S2) e n. 2 campioni geotecnici indisturbati (S_S2) per l'esecuzione delle prove di laboratorio.

Nella seguente tabella sono riportate la profondità di prelievo e le prove di laboratorio eseguite per ogni campione prelevato.

Codice campione	Profondità di prelievo		Peso dell'unità di volume	Peso volume del secco γ_d	Contenuto d'acqua W	Peso specifico dei granuli Gs	Porosità n	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione G (%)	Analisi granulometrica	Limiti di atterberg	Prova triassiale CU
	da	a										
S_A1_CR1	6,00	6,40								x	n.d.	
S_A1_CR2	8,00	8,40								x	n.d.	
S_A1_CR3	11,00	11,40								x	n.d.	
S_A1_CR4	14,60	15,00								x	n.d.	
S_A1_CR5	16,20	16,60								x	n.d.	
S_A1_CR6	19,40	19,80								x	n.d.	
S_A1_CR7	20,50	20,90								x	n.d.	
S_A1_CR8	22,00	22,40								x	n.d.	
S_A1_CR9	27,40	27,80								x	n.d.	
S_A1_CR10	31,00	31,50								x	n.d.	
S_A1_CR11	34,00	34,30								x	n.d.	
S_A1_CR12	36,10	36,50								x	n.d.	
S_A2_CR1	3,00	3,80	x	x	x					x	x	
S_A2_CR2	4,00	4,40	x	x	x					x	x	
S_A2_CR3	5,00	5,40								x	n.d.	
S_A2_CI1	7,50	8,00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S_A2_CR4	9,00	9,40								x	n.d.	
S_A2_CR5	11,60	12,00	x	x	x					x	x	
S_A2_CR6	15,60	16,00								x	n.d.	
S_A2_CR7	18,50	18,90	x	x	x					x	x	
S_A2_CI2	19,00	19,50	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
S_A2_CR8	22,30	22,70								x	n.d.	
S_A2_CR9	24,10	24,50	x	x	x					x	x	
S_A2_CR10	25,00	25,40	x	x	x					x	x	

Tabella 8: Sito A, campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici (codice, profondità di prelievo e prove di laboratorio eseguite).

Il sondaggio SA1 ha evidenziato la presenza di:

- profondità fino a 7,50 m da p.c.: depositi alluvionali costituiti da livelli di limo argilloso intercalati a livelli di ghiaia eterometrica in matrice limo-sabbiosa;
- profondità da 7,50 a 50 m da p.c.: livelli di breccia calcarea cataclasata in matrice limo-argillosa. Tale livello si presenta pressoché continuo, salvo la presenza ad una profondità compresa tra 41 e 47,6 m da p.c. di un calcare di colore grigio scuro, comunque fittamente fratturato e brecciato.

Nel primo strato sono state eseguite n. 1 prova penetrometrica (profondità 6 m dal p.c.) e n. 1 prova di permeabilità (profondità 7,0-7,5 m da p.c.). Il valore ottenuto di colpi SPT è stato pari a 1. La permeabilità stimata con la prova Lefranc è dell'ordine di 10^{-5} m/s.

Nello strato di breccia calcarea sono state eseguite n. 1 prova penetrometrica (profondità 9 m dal p.c.) e n. 3 prove di permeabilità (profondità 16, 27 e 39 m da p.c.). La prova SPT è andata a rifiuto mentre le prove Lefranc hanno indicato permeabilità dell'ordine di 10^{-5} - 10^{-6} m/s.

Il sondaggio SA2 ha evidenziato la presenza, per l'intera profondità investigata pari a 30 m da p.c., di un livello di argilla debolmente limosa a tratti debolmente ghiaiosa (di colore marrone fino a 18,40 m da p.c. e di colore grigio fino a fine sondaggio) ove si intercalano livelli da metrici a decimetrici di limo ghiaioso e di ghiaia.

Nel primo strato di argilla di color marrone (fino a circa 18 m dal p.c.) sono state eseguite n. 2 prove SPT (profondità 3 m e 13 m) e n. 1 prova di permeabilità (profondità 13 m). Il valore ottenuto di colpi SPT è stato 25-26. La permeabilità stimata con la prova Lefranc è dell'ordine di 10^{-5} - 10^{-6} m/s.

Nel secondo strato di argilla di color grigio (da circa 18 m dal p.c. fino a fondo foro) sono state eseguite n. 2 prove SPT (profondità 21 m e 27 m) e n. 1 prova di permeabilità (profondità 13 m). Il valore ottenuto di colpi SPT è stato 18. La permeabilità stimata con la prova Lefranc è dell'ordine di 10^{-6} m/s.

Il piezometro installato all'interno del sondaggio S_A2 ha intercettato la falda a circa 9 m dal p.c.

Il peso dell'unità di volume, misurato su n. 8 campioni sui n. 12 totali, è variabile approssimativamente tra 18,5 e 20,5 kN/m³.

Dai due campioni indisturbati, prelevati alle profondità di circa 8 m e 20 m, sono stati ricavati dei provini per l'esecuzione di prove triassiali consolidate non drenate (Tx CIU). Per entrambi i campioni i parametri di resistenza al taglio stimati sono circa 22-23° per l'angolo di attrito efficace e circa 40 kPa per la coesione efficace.

La pseudosezione elaborata per il profilo sismico nel sito A (RIFR_A1) ha permesso di evidenziare due sismostrati. Il primo sismostrato, con spessore variabile di circa 10÷30 m dal piano campagna, presenta una velocità compresa tra 600 e 2.150 m/s per le onde P e 300 e 750 m/s per le onde S e potrebbe essere ascrivibile a depositi alluvionali-colluviali. Il secondo sismostrato si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 10 e 30 m, e presenta velocità comprese tra 2.150 e 4100 m/s per le onde P e 750 e 1700 m/s per le onde S e potrebbe essere ascrivibile a calcari con un grado di fratturazione variabile. L'elevato spessore (30 m) del primo sismostrato nella porzione terminale del profilo (spalla destra) sembra confermare le risultanze del sondaggio SA2.

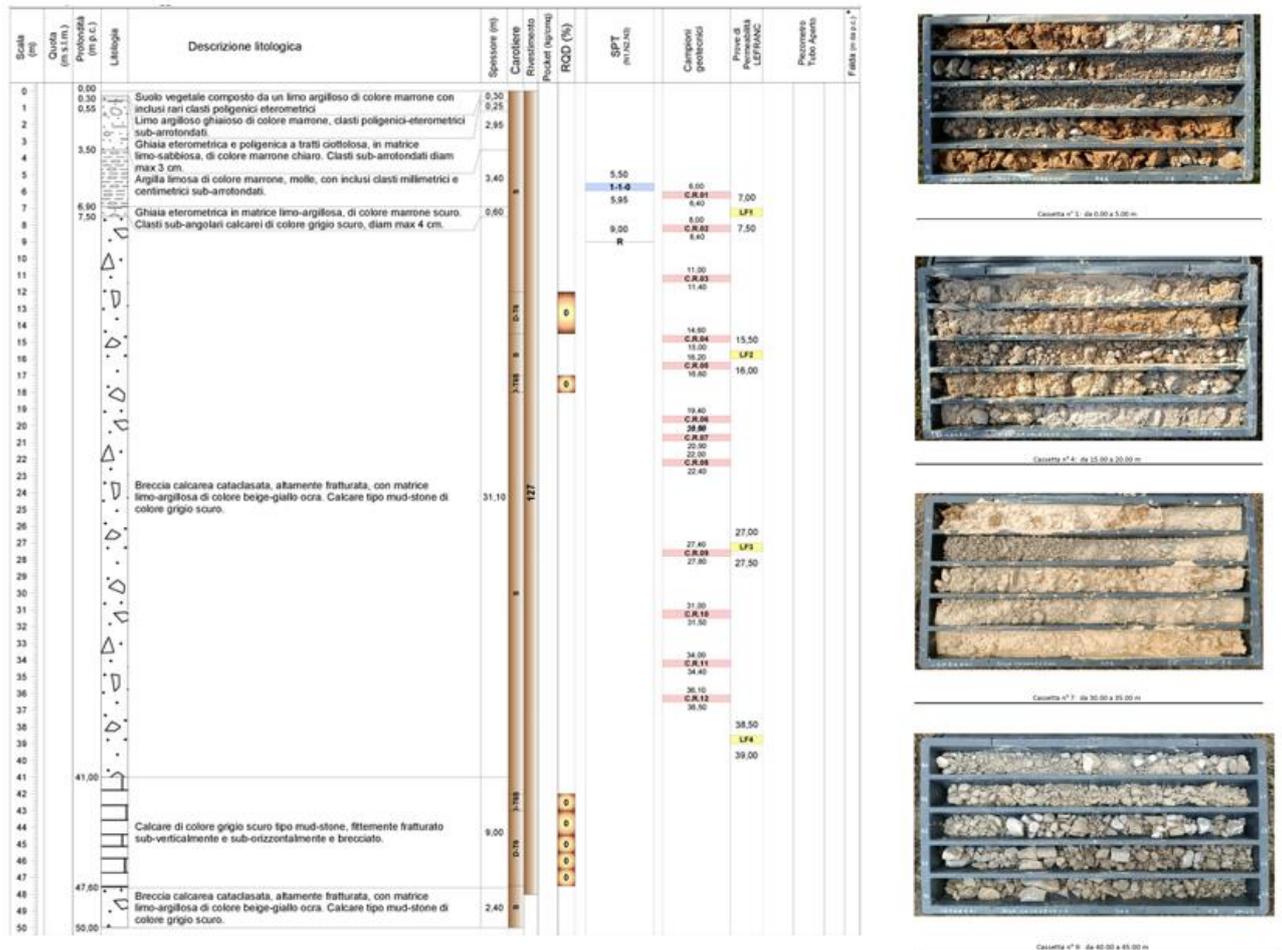


Figura 31: Sito A, sondaggio S_A1. Log del sondaggio e foto di alcune cassette.

Cod.	Profondità prova		N _{SPT}	Cod.	Profondità prova		Coeff. di permeabilità k [m/s]
	da [m]	a [m]			da [m]	a [m]	
SA1	5,50	5,95	1	SA1	7,0	7,5	2,6E-05
	9,00	9,00	Rif.		15,5	16,0	2,00E-05
			27,0		27,5	7,40E-06	
			38,5		39,0	2,70E-06	

Tabella 9: Sito A, sondaggio S_A1. Risultati delle prove penetrometriche e delle prove di permeabilità

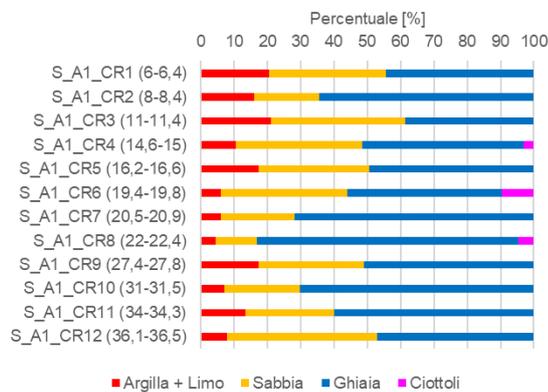


Figura 32: Sito A, sondaggio S_A1. Analisi granulometriche.

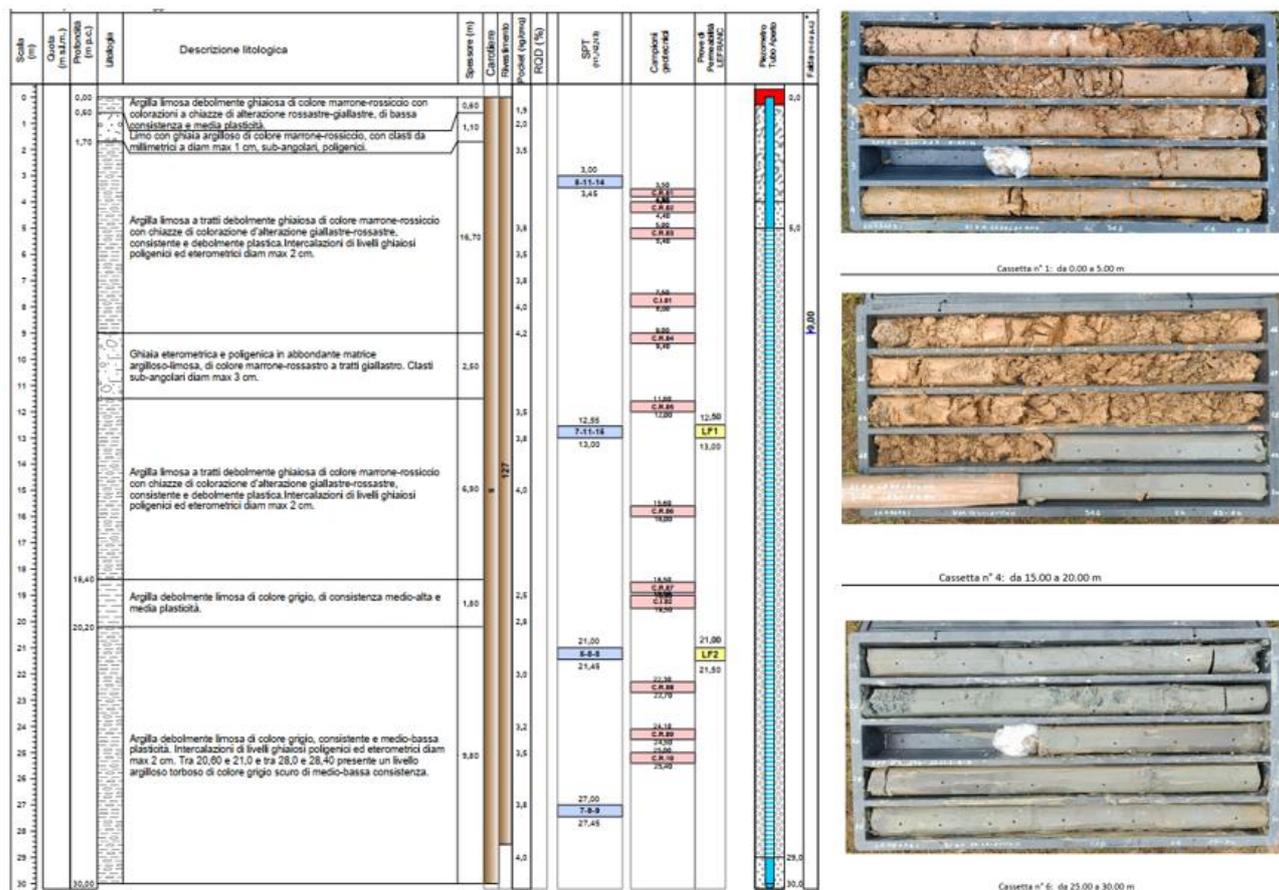


Figura 33: Sito A, sondaggio S_A2. Log del sondaggio e foto di alcune cassette.

Cod.	Profondità prova		N _{SPT}	Cod.	Profondità prova		Coeff. di permeabilità k [m/s]
	da [m]	a [m]			da [m]	a [m]	
SA2	3,00	3,45	25	SA2	12,5	13,0	9,70E-06
	12,55	13,00	26		21,0	21,5	3,60E-06
	21,00	21,45	18				
	27,00	27,45	18				

Tabella 10: Sito A, sondaggio S_A1. Risultati delle prove penetrometriche e delle prove di permeabilità

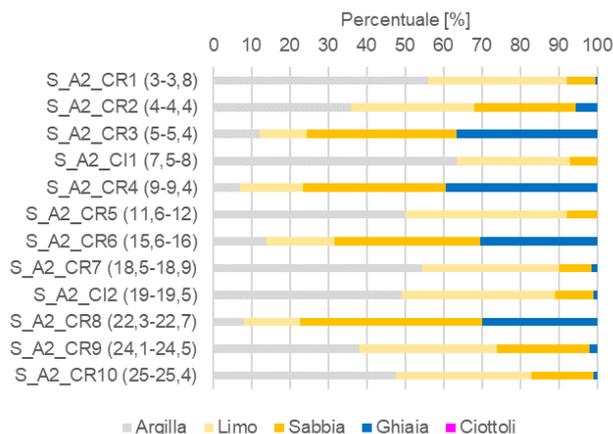


Figura 34: Sito A, sondaggio S_A1. Analisi granulometriche.

Codice campione	Profondità di prelievo		Peso dell'unità di volume	Peso volume del secco γ_d	Contenuto d'acqua W	Peso specifico dei granuli G_s	Porosità n	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione G (%)
	da	a							
S_A2_CR1	3,00	3,80	19,32	15,53	24,44				
S_A2_CR2	4,00	4,40	18,67	15,42	21,06				
S_A2_CR3	5,00	5,40							
S_A2_CI1	7,50	8,00	19,82	16,11	23,04	2,66	39,48	0,65	93,94
S_A2_CR4	9,00	9,40							
S_A2_CR5	11,60	12,00	19,14	15,96	19,91				
S_A2_CR6	15,60	16,00							
S_A2_CR7	18,50	18,90	19,43	15,86	22,51				
S_A2_CI2	19,00	19,50	20,04	16,47	21,64	2,59	36,36	0,57	98,01
S_A2_CR8	22,30	22,70							
S_A2_CR9	24,10	24,50	20,47	17,48	17,13				
S_A2_CR10	25,00	25,40	20,17	17,09	18,04				

Tabella 11: Sito A, sondaggio S_A1. Prove fisiche

Campione	Profondità		WL	WP	IP	IC	IL
-	da	a	%	%	-	-	-
m	m	m					
S_A2_CR1	3,00	3,80	62,60	36,62	25,98		
S_A2_CR2	4,00	4,40	53,75	32,34	21,41		
S_A2_CR3	5,00	5,40	n.d.	n.d.	n.d.		
S_A2_CI1	7,50	8,00	63,00	32,95	30,05	1,33	-0,33
S_A2_CR4	9,00	9,40	n.d.	n.d.	n.d.		
S_A2_CR5	11,60	12,00	53,80	39,51	14,29		
S_A2_CR6	15,60	16,00	n.d.	n.d.	n.d.		
S_A2_CR7	18,50	18,90	56,80	34,60	22,20		
S_A2_CI2	19	19,5	53,9	30,58	23,32	1,38	-0,38
S_A2_CR8	22,3	22,7	n.d.	n.d.	n.d.		
S_A2_CR9	24,1	24,5	47	27,44	19,56		
S_A2_CR10	25	25,4	56,6	37,21	19,39		

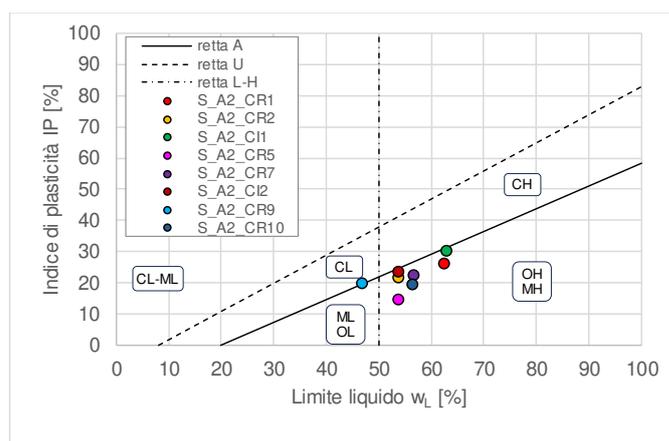


Figura 35: Sito A, sondaggio S_A2. Limiti di Atterberg

Cod.	Profondità prova		Angolo di attrito [°]	Coesione [kPa]
	da [m]	a [m]		
S_A2_CI1	7,5	8,0	22	40
S_A2_CI2	19,0	19,5	23	39

Figura 36: Sito A, sondaggio S_A1. Prove triassiali CIU

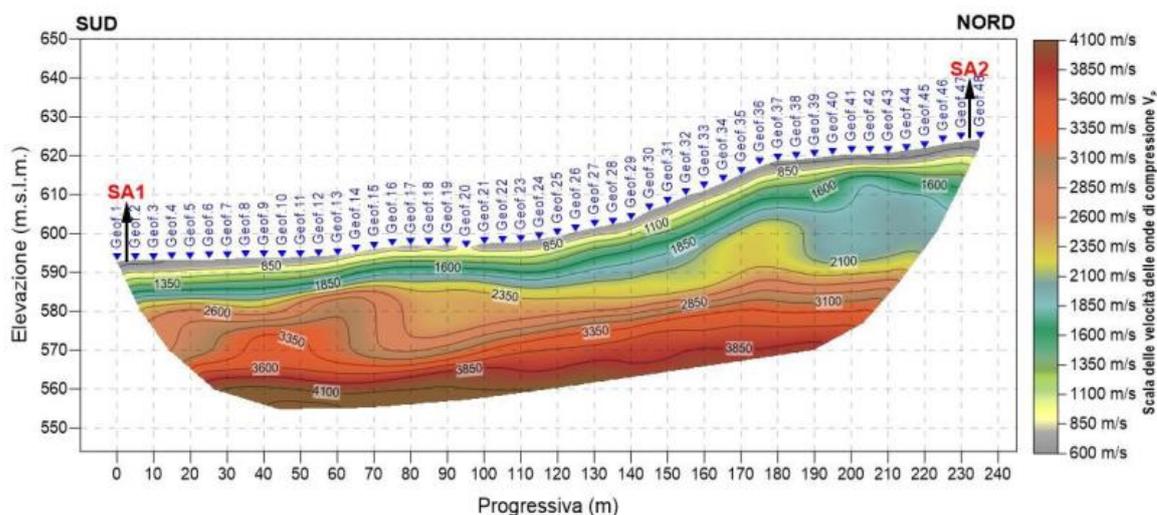


Figura 37: Sito A, sismica a rifrazione RIFR_A1. Pseudosezione sismica tomografica in onde P

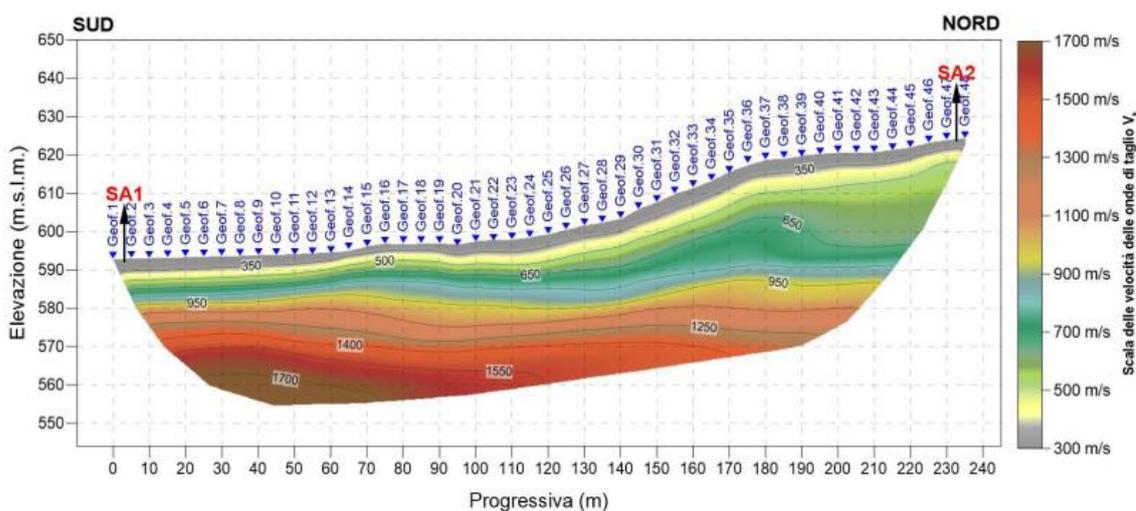


Figura 38: Sito A, sismica a rifrazione RIFR_A1. Pseudosezione sismica tomografica in onde S

6.2.2 Sito D

Nel sito D sono state condotte le seguenti indagini geognostiche e geofisiche:

- n. 1 sondaggio verticale a carotaggio continuo ubicato in fondovalle di profondità pari a 50 m (denominato **S_D1**);
- n. 1 profilo sismico a rifrazione con metodo tomografico in spalla destra di lunghezza approssimativa pari a 210 m (denominato **RIFR_D1**).

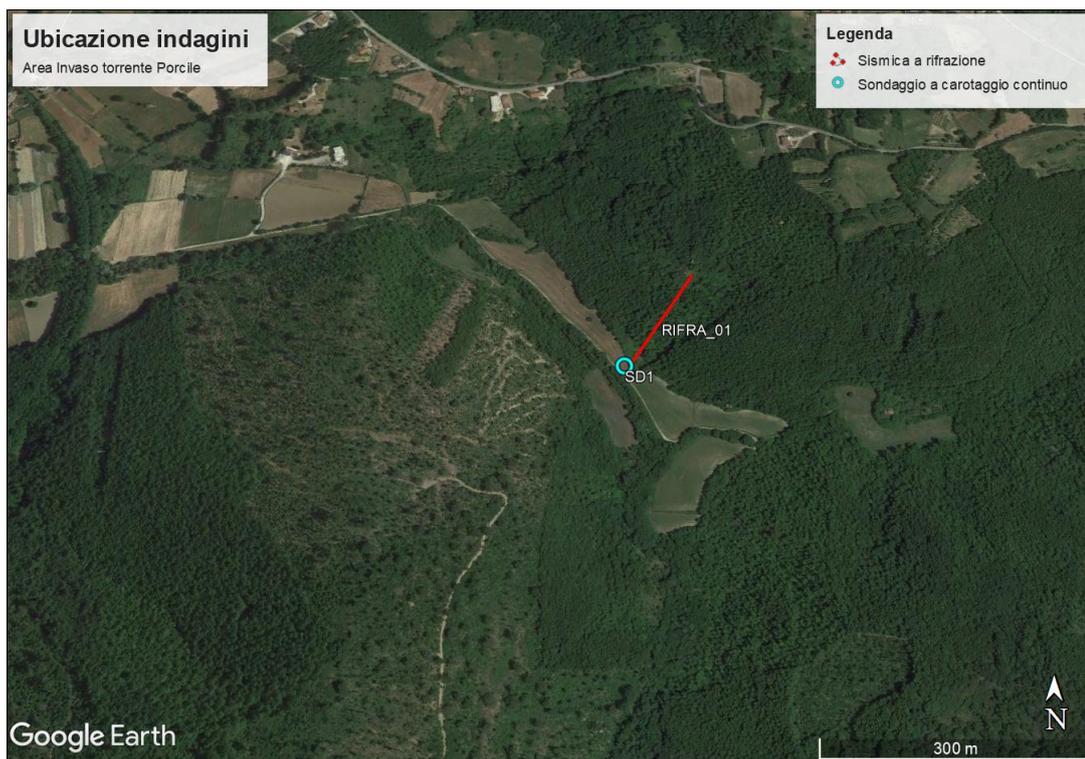


Figura 39: Sito A, immagine satellitare con ubicazione delle indagini geognostiche e geofisiche

Cod.	Tipologia	Profondità [m]	Prove SPT [n°]	Prove Lefranc [n°]	Piezometro	Campioni	
						Indisturbato	Rimaneggiato
S_D1	Sondaggio c.c.	50	3	4	-	-	12

Tabella 12: Sito A, indagini geognostiche, prove in sito e prelievo di campioni per le prove di laboratorio

All'interno del foro di sondaggio sono state eseguite n. 3 prove penetrometriche standard SPT e n. 4 prove di permeabilità di tipo Lefranc.

Durante l'esecuzione del sondaggio sono stati prelevati n. 12 campioni geotecnici rimaneggiati per l'esecuzione delle prove di laboratorio.

Nella seguente tabella sono riportate la profondità di prelievo e le prove di laboratorio eseguite per ogni campione prelevato.

Codice campione	Profondità di prelievo		Peso dell'unità di volume	Peso volume del secco γ_d	Contenuto d'acqua W	Peso specifico dei granuli Gs	Porosità n	Indice dei vuoti e	Grado di saturazione G (%)	Analisi granulometrica	Limiti di atterberg	Prova triassiale CU
	da	a										
S_D1_CR1	8,40	8,60								x	x	
S_D1_CR2	9,60	9,80								x	x	
S_D1_CR3	10,50	10,90								x	x	
S_D1_CR4	12,60	13,00								x	x	
S_D1_CR5	15,50	15,90								x	n.d.	
S_D1_CR6	16,00	16,50								x	x	
S_D1_CR7	21,30	21,50								x	x	
S_D1_CR8	22,00	22,30								x	x	
S_D1_CR9	25,40	25,70								x	x	
S_D1_CR10	28,10	28,40								x	n.d.	
S_D1_CR11	31,30	31,60								x	n.d.	
S_D1_CR12	35,10	35,50								x	n.d.	

Tabella 13: Sito D, campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici (codice, profondità di prelievo e prove di laboratorio eseguite).

Il sondaggio SD1, dopo un livello superficiale (fino a circa 4 m da p.c.) di limo argilloso debolmente ghiaioso e ghiaia eterometrica in matrice limo-sabbiosa seguiti, intercetta fino alla profondità investigata pari a 50 m da p.c., un livello di marna di colore grigio fittamente stratificata e scagliosa con sottili intercalazioni di arenaria a grana fine, fratturata e brecciata. Solamente alla profondità di 40 m da p.c. e per lo spessore di 1 m si rinviene la presenza di un livello di arenaria a grana fine compatta seppur con fratture sub-verticale.

La prova penetrometrica eseguita nello strato superficiale (profondità 3 m da p.c.) ha restituito un numero di colpi pari a 53. Le n. 2 prove SPT eseguite a profondità maggiori sono andate a rifiuto.

Le n.4 prove Lefranc eseguite all'interno del foro hanno indicato valori di permeabilità dell'ordine di 10^{-6} - 10^{-7} m/s.

La pseudosezione elaborata per il profilo sismico RIFRA_D1 (Sito D) ha permesso di evidenziare due sismostrati. Il primo sismostrato, con spessore di circa 10 m dal piano campagna, presenta una velocità compresa tra 600 e 1.850 m/s per le onde P e 300 e 700 m/s per le onde S, e potrebbe essere ascrivibile ad un'alternanza di arenarie, argille e marne. Il secondo sismostrato si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 10 e 40 m circa, e presenta velocità comprese tra 1.850 e 3.600 m/s per le onde P e 700 e 1400 m/s per le onde S, ed è ascrivibile ad un'alternanza di arenarie, argille e marne con prevalenza di marne.

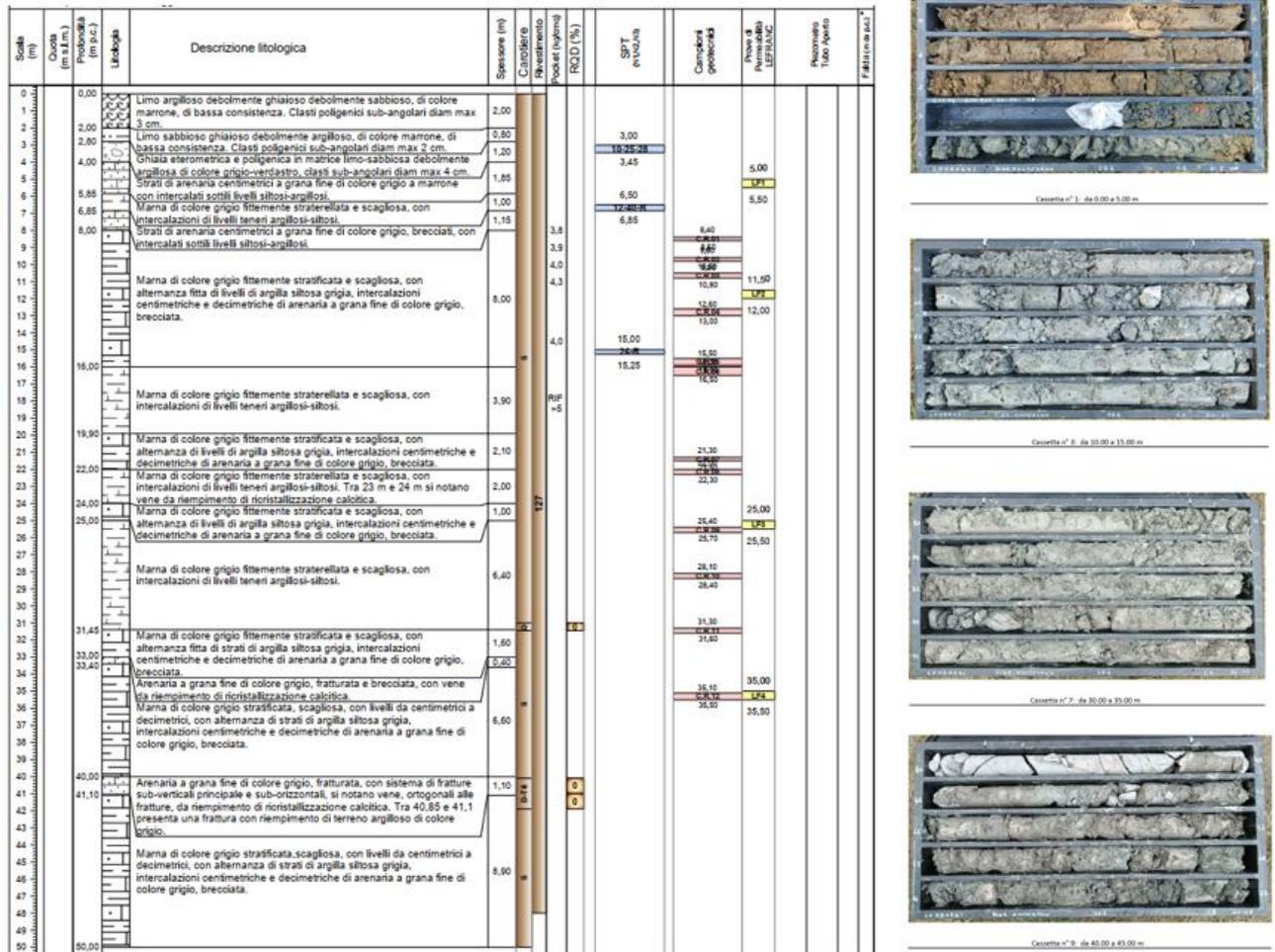


Figura 40: Sito D, sondaggio S_D1. Log del sondaggio e foto di alcune cassette.

Cod.	Profondità prova		N _{SPT}	Cod.	Profondità prova		Coeff. di permeabilità k [m/s]
	da [m]	a [m]			da [m]	a [m]	
SD1	3	3,45	53	SD1	5	5,5	9,30E-06
	6,5	6,85	Rif.		11,5	12	2,30E-06
	15	15,25	Rif.		25	25,5	5,90E-07
			35		35,5	6,60E-07	

Tabella 14: Sito D, sondaggio S_D1. Risultati delle prove penetrometriche e delle prove di permeabilità

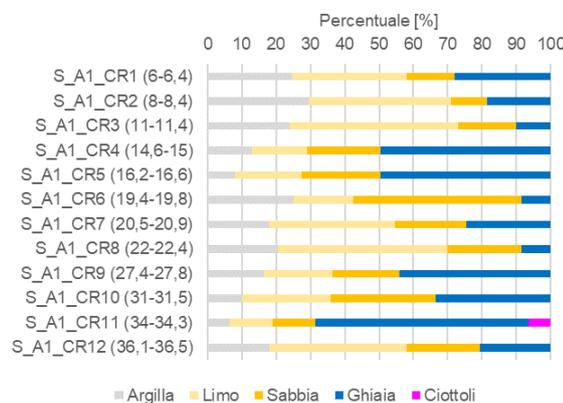


Figura 41: Sito D, sondaggio S_D1. Analisi granulometriche.

Campione	Profondità da a m		WL %	WP %	IP -
S_D1_CR1	8,40	8,60	43,00	27,21	15,79
S_D1_CR2	9,60	9,80	39,60	23,53	16,07
S_D1_CR3	10,50	10,90	40,00	24,91	15,09
S_D1_CR4	12,60	13,00	32,80	21,78	11,02
S_D1_CR5	15,50	15,90	n.d.	n.d.	n.d.
S_D1_CR6	16,00	16,50	36,25	22,52	13,73
S_D1_CR7	21,30	21,50	34,25	25,44	8,81
S_D1_CR8	22,00	22,30	30,90	22,71	8,19
S_D1_CR9	25,40	25,70	30	21,17	8,83
S_D1_CR10	28,10	28,40	n.d.	n.d.	n.d.
S_D1_CR11	31,30	31,60	n.d.	n.d.	n.d.
S_D1_CR12	35,10	35,50	n.d.	n.d.	n.d.

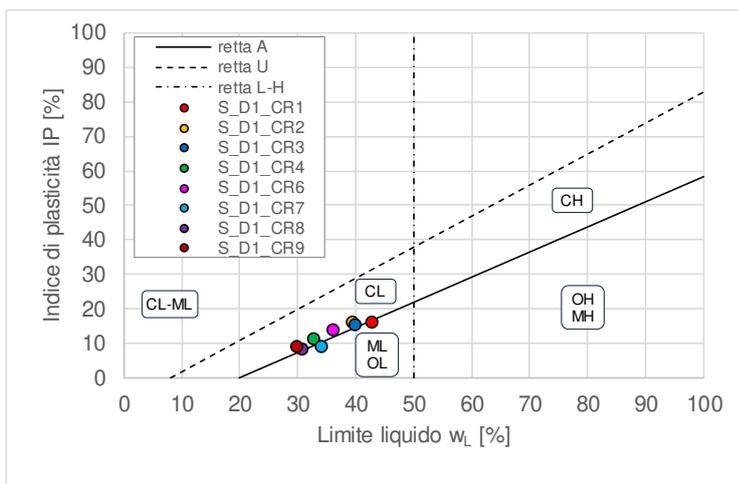


Figura 42: Sito D, sondaggio S_D1. Limiti di Atterberg

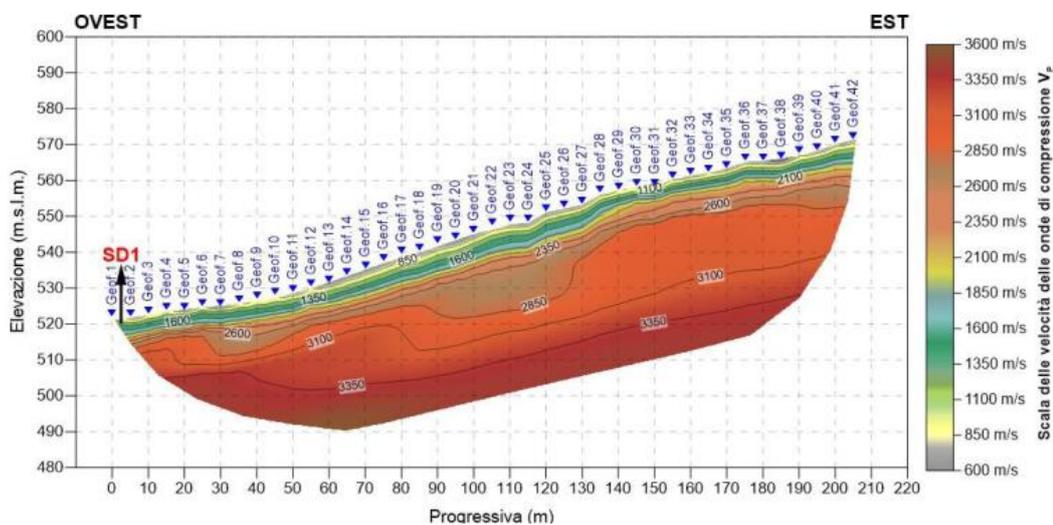


Figura 43: Sito D, sismica a rifrazione RIFR_D1. Pseudosezione sismica tomografica in onde P

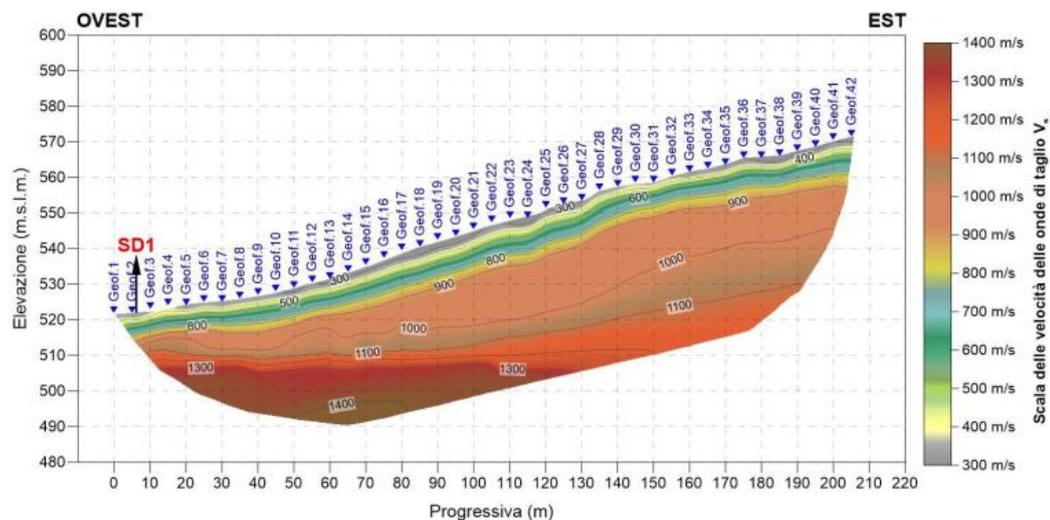


Figura 44: Sito D, sismica a rifrazione RIFR_D1. Pseudosezione sismica tomografica in onde S

6.3 Indagini ambientali

Al fine di verificare l'idoneità dei materiali di scavo ad un reimpiego in regime di sottoprodotto ai sensi dell'art. 184-bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e/o ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. nonché in conformità a quanto previsto dal DPR 120/17 sono state eseguite una serie di campionamenti e analisi ambientali preliminari, sfruttando le indagini geognostiche eseguite in Sito.

Le indagini realizzate a Novembre 2023 sono state svolte per verificare le caratteristiche ambientali dei terreni oggetto di futuro scavo e per appurare la presenza di eventuali passività ambientali in corrispondenza dell'impronta delle opere di sbarramento.

Al fine di verificare la qualità ambientale dei terreni oggetto di scavo, sono stati eseguiti una serie di campionamenti ambientali preliminari delle terre e rocce, nei punti di indagine identificati nel paragrafo precedente, sulla base di quanto definito dall'Allegato 2 al DPR 120/17.

L'attività in oggetto ha visto il prelievo di n. 9 campioni in totale, così suddivisi:

- n. 3 campioni in corrispondenza del sondaggio SA1;
- n. 3 campioni in corrispondenza del sondaggio SA2;
- n. 3 campioni in corrispondenza del sondaggio SD1.

In linea generale il criterio di campionamento adottato (modellato in funzione del materiale intercettato nel corso degli scavi) ha previsto il prelievo di campioni mediante sondaggio a carotaggio continuo alle seguenti profondità:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: da 5 a 6 m dal piano campagna (da 4 a 5 m da p.c. per il campione SA1-C2);
- campione 3: da 9 a 10 m dal piano campagna.

Per quanto riguarda il punto di indagine collocato in corrispondenza della spalla dell'invaso A (SA2), è stato prelevato un campione (SA2-C3) ad una profondità compresa tra 23-24 m dal piano campagna in quanto rappresentativo dei materiali potenzialmente interessati dagli scavi per la realizzazione delle opere interrato (es. condotte, scarichi).

Date le caratteristiche geologico-ambientali delle verticali oggetto di indagine tutti i campioni sono stati assimilati esclusivamente a terreno e pertanto sottoposti a vagliatura preliminare in campo a 2 cm, con il sopravaglio scartato in campo ed il sottovaglio sottoposto a caratterizzazione analitica.

Il prelievo dei campioni ha rispettato le specifiche di cui al D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e della norma UNI 10802:2013.

Ogni campione prelevato è stato sottoposto a quartatura in campo, al fine di ottenere aliquote di campioni significative e rappresentative.

I campioni prelevati sono stato introdotti in sacchetti in PET e contrassegnati esternamente con un codice identificativo del punto e della profondità di prelievo, nonché della data di prelievo.

I campioni sono stati corredati da apposita Catena di Custodia (CDC) riportante tutte le informazioni circa le operazioni di campionamento, i codici dei campioni e le analisi richieste, al fine di garantire la completa e corretta tracciabilità delle operazioni di campionamento e analisi.

I campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti ad analisi chimiche presso laboratorio accreditato ACCREDIA per tutti i parametri oggetto di analisi.



Figura 45: Campioni prelevati presso verticale di indagine SA1 (sinistra-alto), SA2 (destra-alto) e SD1 (basso).

Il set analitico utilizzato per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo è quello minimo riportato nella Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DPR 120/17. Gli analiti esaminati risultano essere:

- Metalli (As, Cd, Co, Cr totale, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn);
- Idrocarburi pesanti con C>12;
- Amianto.

Come anticipato, sui campioni prelevati è stata fatta una caratterizzazione ambientale preventiva da parte di laboratorio Laboratorio Lifeanalytics Torino S.r.l., accreditato ACCREDIA al num. 0809 L.

Gli esiti delle analisi sono illustrati nella Tabella seguente, posti a confronto con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tab.1, All. 5, Parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i.

La tabella con gli esiti analisi di caratterizzazione ambientale dei terreni è riportata nella relazione preliminare ambientale. Da tale tabella risulta che tutti i campioni analizzati hanno mostrato la piena conformità alle CSC di cui alla Col. A, Tab. 1, All. 5, Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i

7. PRESENTAZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

7.1 Generalità

Sulla base degli studi multidisciplinari effettuati e descritti nei capitoli precedenti, al fine di rispondere al quadro esigenziale e agli obiettivi dell'opera, sono state individuate n. 3 alternative progettuali:

- Alternativa 1 (A): realizzazione di uno sbarramento in materiali sciolti nel sito A (diga A) con la duplice funzione di accumulo della risorsa idrica e laminazione delle piene;
- Alternativa 2 (A1*+D): realizzazione di uno sbarramento in hardfill nel sito A (diga A1*) con la funzione di laminazione delle piene e di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D);
- Alternativa 3 (A2*+D): realizzazione di una traversa in calcestruzzo nel sito A (diga A2*) con la funzione di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D).

Le tre alternative progettuali individuate sono descritte in dettaglio nei seguenti paragrafi.

7.2 Alternativa 1

7.2.1 Schema progettuale di funzionamento

Lo schema idraulico concettuale dell'alternativa 1 è illustrato nelle seguenti figure e sinteticamente descritto di seguito.

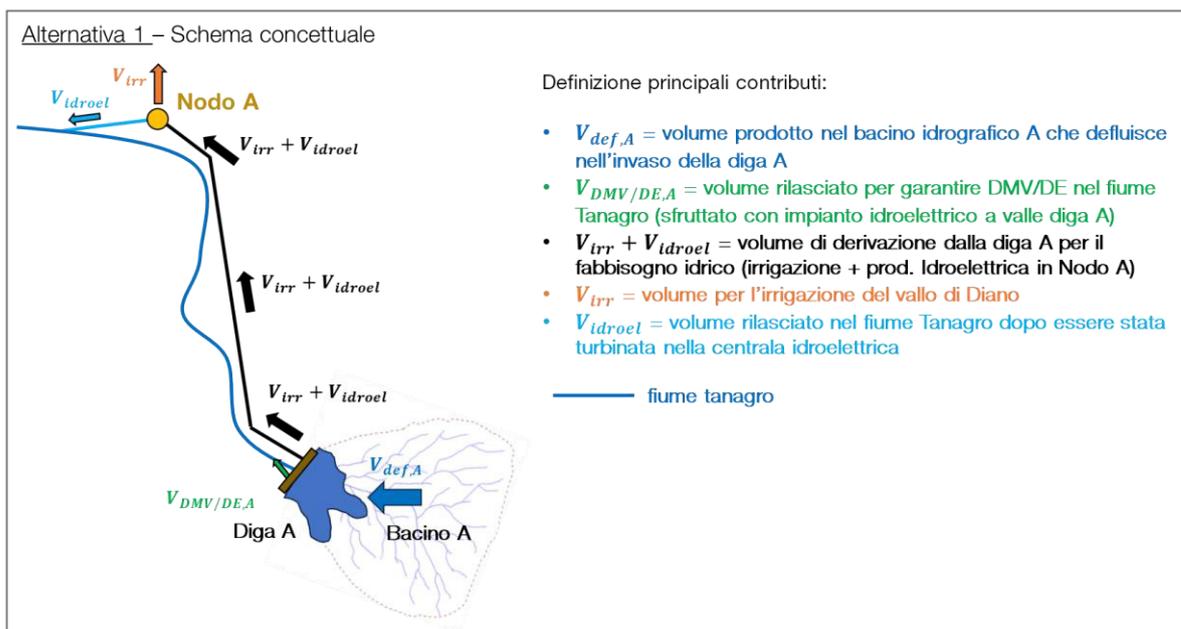


Figura 46: Alternativa 1 (A), schema concettuale di funzionamento

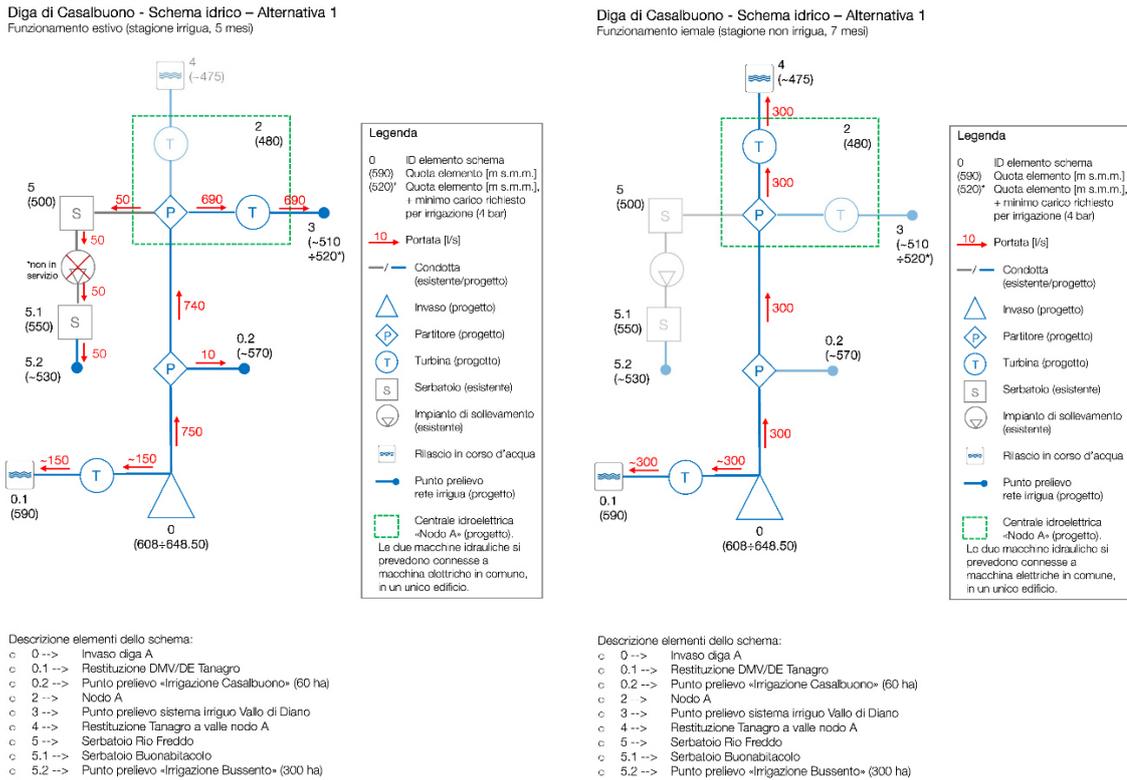


Figura 47: Alternativa 1 (A), schemi irrigui nelle stagioni estiva (sinistra) e invernale (destra)

L'alternativa 1 prevede la realizzazione di uno sbarramento nel sito A (diga A) di altezza pari a circa 64 m (quota di massima regolazione 648,50 m s.l.m.) con la duplice funzione di accumulo della risorsa idrica e laminazione delle piene. Il volume dell'invaso è pari a circa 12 Mm³.

Parte del volume accumulato sarà rilasciato immediatamente a valle della diga al fine di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV), ovvero del Deflusso Ecologico (DE); prima del rilascio, tale portata sarà turbinata attraverso un gruppo di potenza dedicato. In via preliminare si prevede di rilasciare a valle diga una portata pari a circa 150 l/s nel periodo estivo (stagione irrigua) e pari a 300 l/s nel periodo invernale (stagione non irrigua).

Il volume accumulato nell'invaso sarà derivato mediante una condotta forzata che si allaccerà alla rete irrigua esistente in pressione (Nodo A, ubicato all'altezza di Montesano Scalo). La portata derivata è assunta pari a 750 l/s nel periodo estivo e 300 l/s nel periodo invernale.

Lungo la condotta di derivazione è prevista la presenza di un punto di prelievo della portata per l'alimentazione del nuovo sistema irriguo del comizio di Casalbuono (60 ha, ubicato approssimativamente tra lo sbarramento e il centro abitato di Casalbuono). Tale derivazione è prevista solo nella stagione irrigua ed è stata stimata in circa 10 l/s.

Nel periodo estivo la portata derivata al nodo A (740 l/s) sarà ripartita nel seguente modo:

- 690 l/s per l'irrigazione dei comizi del vallo di Diano attraverso il sistema irriguo in pressione esistente. Tale portata sarà sfruttata anche per la produzione di energia idroelettrica mediante

una macchina dedicata in grado di garantire il mantenimento della pressione di esercizio del sistema irriguo (4 bar)

- 50 l/s alimenteranno a gravità i serbatoi esistenti di Rio Freddo (500 m s.l.m.) e di Buonabitacolo (550 m s.l.m.). Da quest'ultimo e attraverso il nuovo sistema irriguo previsto in progetto avverrà il travaso verso il bacino dell'Alto Bussento (comizio irriguo di Sanza, 40 ha).

Nel periodo invernale la portata derivata al nodo A (300 l/s) sarà completamente utilizzata a scopo idroelettrico e successivamente restituita all'idrografia fluviale in prossimità del nodo A. Tale rilascio costituisce una delle componenti di apporto idrico al travaso verso il bacino del Sele per l'applicazione parziale dello schema idraulico del lotto I.

L'alternativa 1 prevede la realizzazione delle seguenti opere principali, sinteticamente descritte nei seguenti sottoparagrafi:

- Sbarramento in materiali sciolti di altezza pari a circa 64 m ubicato nel comune di Casalbuono a valle di Ponte del Re sul corso del fiume Calore;
- Condotta adduttrice di collegamento della diga fino con la rete irrigua esistente del comprensorio del Vallo di Diano (nodo di connessione A);
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio di Casalbuono;
- Centrali idroelettriche al piede dello sbarramento e in prossimità del nodo A;
- Condotta adduttrice dal serbatoio di Buonabitacolo (esistente) alla rete di distribuzione irrigua nel comprensorio Sanza;
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio Sanza;
- Area umida a valle dello sbarramento;
- Ulteriori opere compensative e di mitigazione ambientale.

La planimetria con lo schema progettuale delle opere è riportata nella Figura 48.

7.2.2 Sbarramento

Lo sbarramento in A consiste in una diga in pietrame zonato con paramento in calcestruzzo bituminoso (AFRFD). L'altezza prevista per la diga è di circa 64 m con uno sviluppo del coronamento, di larghezza 6 m, di circa 490 m. La pendenza dei paramenti di monte e di valle è stata prevista in via preliminare pari a 1,75(o):1,00(v).

Alla quota di massima regolazione, pari a 648,50 m s.l.m., il volume dell'invaso è pari a circa 12 Mm³. La quota di massimo invaso, determinata in relazione al dimensionamento degli scarichi di smaltimento delle piene, è stata calcolata pari a 650,00 m s.l.m. La quota di coronamento è stata posta a 654,00 m s.l.m. corrispondente quindi a un franco idraulico netto di 3,38 m in conformità alla vigente NTD2014.

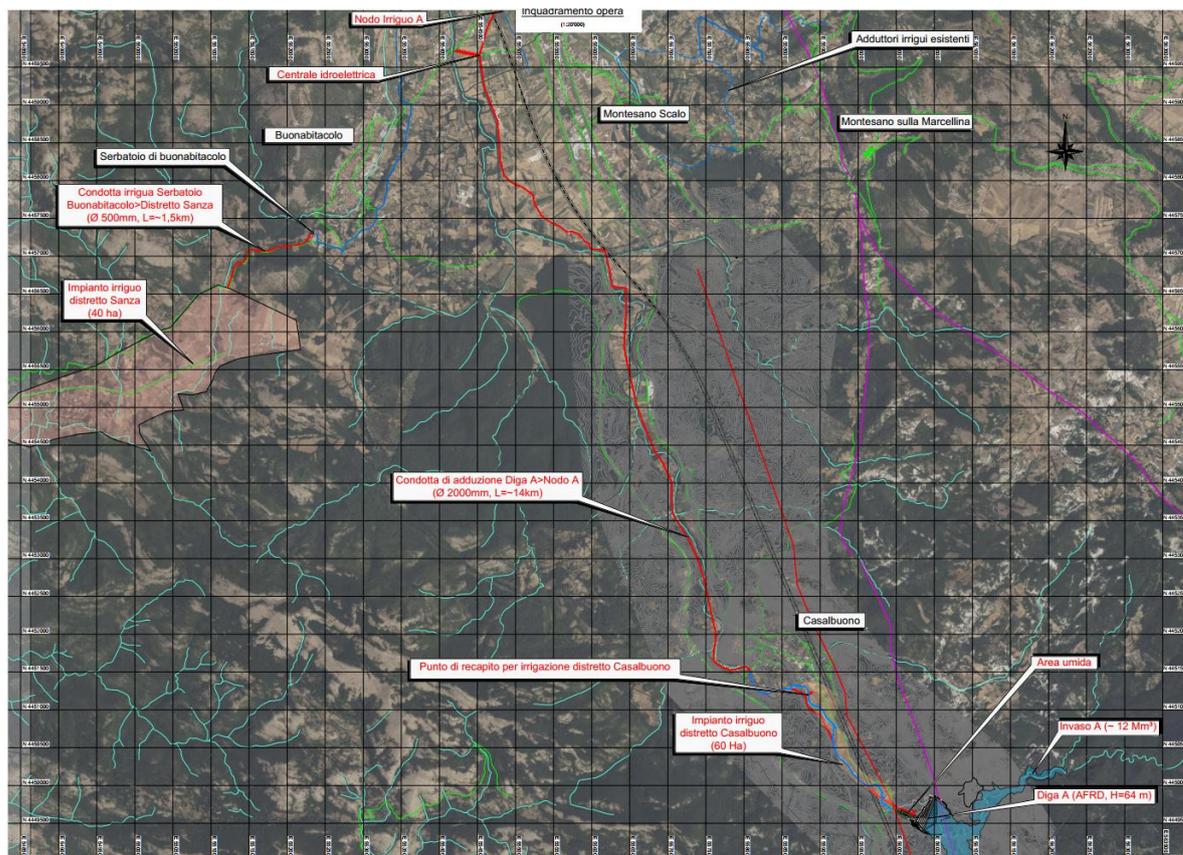


Figura 48: Alternativa 1 (A), schema progettuale planimetria (estratto da [13])

I dati caratteristici di progetto dello sbarramento e dell'invaso per questa alternativa sono riassunti di seguito:

- Quota di massima regolazione: 648,50 m slm
- Quota di massimo invaso: 650,00 m slm
- Quota del coronamento: 654,00 m slm
- Quota punto più depresso del paramento: 590,00 m s.l.m.
- Franco netto idraulico disponibile: 3,38 m
- Quota di minima regolazione: 605,00 m slm
- Volume alla quota di massima regolazione: 12,50 Milioni di m³
- Volume utile di regolazione: 12,05 Milioni di m³
- Superficie d'invaso alla quota di massima regolazione: 573'748 m²
- Superficie d'invaso alla quota di minima regolazione: 67'259 m²
- Larghezza del coronamento: 6.00 m
- Sviluppo longitudinale del coronamento: 490 m
- Altezza della diga: 64.0 m

La planimetria, il profilo e la sezione tipologia dello sbarramento sono illustrati nella seguente figura.

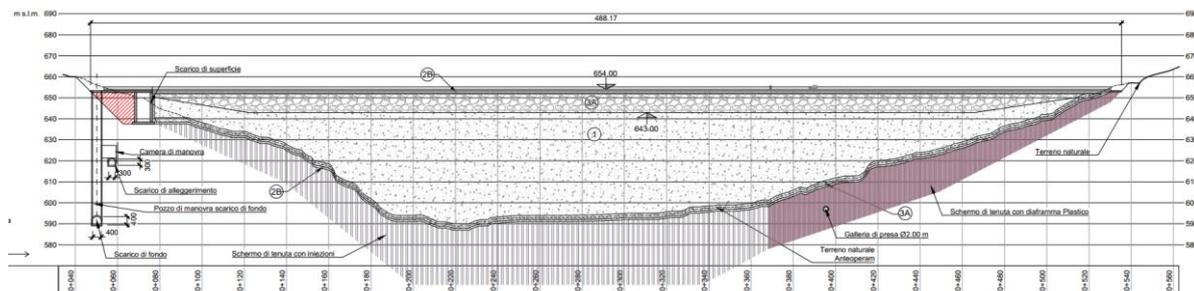


Figura 51: Alternativa 1 (A), profilo (estratto da [16])

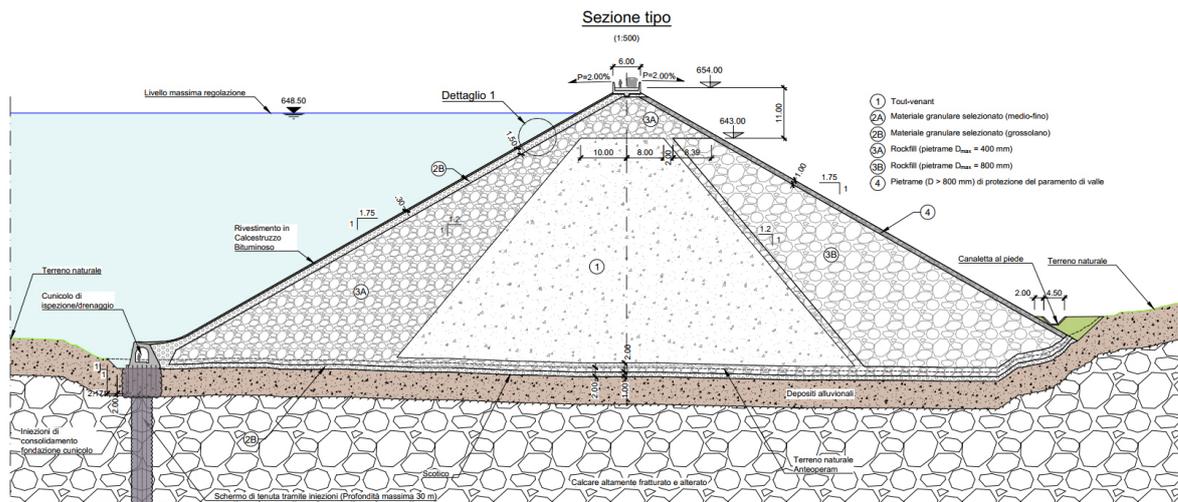


Figura 52: Alternativa 1 (A), sezione tipologica (estratto da [16])

Il corpo centrale della diga sarà realizzato con Tout-venant (1), mentre le zone in prossimità dei paramenti saranno realizzate con materiale selezionato di pezzatura maggiore (Rockfill, 3A e 3B).

Il manto asfaltico sul paramento di monte è costituito da due strati impermeabili con incluso uno strato drenante (“sistema sandwich”) al fine di consentire il controllo delle filtrazioni. Lo strato superiore costituisce l’effettivo sistema di impermeabilizzazione del paramento, mentre lo strato inferiore ha la funzione di intercettare le eventuali perdite dello strato superiore.

Il manto asfaltico sarà sostenuto da due strati di materiale selezionato di transizione (2A e 2B). Il materiale selezionato 2B sarà posato anche al contatto con la fondazione con la funzione di filtro (evitare trasporto solido della porzione fine della fondazione all’interno del corpo diga).

Il manto asfaltico è delimitato alla base da una galleria in c.a. che corre lungo tutto il piede di monte della diga con funzione di ispezione e drenaggio. Le fondazioni del cunicolo saranno consolidate mediante l’esecuzione di iniezioni o di jet-grouting di profondità approssimativa di 3 m.

Le filtrazioni attraverso la fondazione della diga vengono limitate attraverso l’esecuzione di uno schermo di tenuta realizzato come segue:

- Spalla sinistra e porzione centrale: mediante l’esecuzione di più file di iniezioni cementizie o in alternativa di jet-grouting fino ad una profondità massima di 30 m nella porzione centrale della diga;

- Spalla destra: sulla base dei risultati delle indagini eseguite in spalla destra (sondaggio S_A2 e linea geofisica RIFR_A1) si prevede la presenza di depositi di natura argillosa-sabbiosa. Per tale motivo in quest'area è previsto di eseguire lo schermo di impermeabilizzazione mediante diaframma plastico di profondità massima pari a 20 m.

Le soluzioni proposte per la diga A sopra descritte sono state dettate dall'altezza della diga stessa e dalla presenza di un ammasso di fondazione con caratteristiche meccaniche relativamente basse (calcare altamente fratturato e alterato), contestualmente a un contesto sismotettonico complesso. Il corpo deformabile della diga in materiali sciolti è stato associato a un paramento di monte asfaltino, anziché a un nucleo interno in materiale fino, per le seguenti motivazioni principali:

- cedimenti: la flessibilità del manto di tipo asfaltico è in grado di assorbire gli elevati cedimenti del corpo diga e della fondazione;
- condizioni sismiche: la flessibilità del rivestimento in asfalto è inoltre particolarmente vantaggiosa per il comportamento sismico della diga (soprattutto in area a forte sismicità come nel caso della diga in oggetto);
- la localizzazione del sistema di impermeabilizzazione a monte, piuttosto che nel corpo diga (nucleo in materiali naturali o in asfalto), ha inoltre i seguenti vantaggi: mantiene il corpo diga in condizioni sostanzialmente asciutte; rendere ispezionabile ed eventualmente più facilmente riparabile il sistema di impermeabilizzazione; svincolare le lavorazioni del corpo diga dalle lavorazioni della zona di monte (diaframma plastico, cunicolo di monte) con conseguenti benefici sui tempi di costruzione.

7.2.3 Opere accessorie

Nell'ipotesi dell'alternativa 1 lo schema dell'impianto prevede le seguenti principali opere accessorie: uno scarico di superficie, uno scarico di fondo, uno scarico di mezzo fondo, un'opera di presa per la condotta di adduzione e per la centrale DMV.

Scarico di superficie

Lo scarico di superficie è ubicato in spalla sinistra e si compone delle seguenti parti d'opera, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce:

- soglia sfiorante: posizionata in sinistra idraulica e sagomata secondo il profilo Creager-Scimemi, con quota stramazzante pari alla quota di massima regolazione dell'invaso $H_{(reg,A)}=648.50$ m s.m.m.. La lunghezza di sfioro è pari a $L=42$ m, costituita da un unico settore.
- vasca colletttrice di portata: in fregio alla soglia sfiorante dello scarico di superficie, di lunghezza pari alla lunghezza della soglia stessa. La sezione trasversale di tale vasca è di tipo rettangolare, di larghezza pari a $B=5$ m. La parete in destra idraulica è costituita dal petto stramazzante, mentre la parete in sinistra raggiunge con la sua sommità la quota di coronamento della diga.

Scarico di mezzofondo

Lo scarico di mezzofondo è costituito da una galleria di dimensioni interne 3x3 m (sezione a botte, rivestita in calcestruzzo armato) realizzata in sponda destra che si sviluppa per una lunghezza complessiva di 385 m. L'opera essere suddiviso nei seguenti tratti, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce:

- primo tratto in pressione: alla quota di imbocco pari a circa 623 m s.l.m., di lunghezza approssimativa di 225 m;
- camera di manovra: lo scarico di fondo sarà regolato da due paratoie piane rettangoli in serie (dimensioni indicative 2x1,5 m) inghisate all'interno di una struttura in calcestruzzo armato ubicata all'interno di una camera scavata nell'ammasso roccioso a cui sarà possibile accedere dal pozzo dello scarico di fondo.
- secondo tratto a superficie libera (lunghezza pari a circa 160 m),
- opera di dissipazione: al termine della galleria si prevede la realizzazione di un canale in calcestruzzo armato dotato di blocchi sporgenti allo scopo di dissipare l'energia della corrente.

Opera di presa e condotta di adduzione al nodo A

L'opera di presa della condotta di adduzione al nodo A è costituita da un torrino in calcestruzzo armato dotato di un'apertura di presa. Il torrino sarà accessibile dalla sponda destra tramite la realizzazione di un ponte in calcestruzzo armato. All'interno del torrino sarà realizzata la camera di manovra della condotta dove saranno alloggiare due paratoie piane in serie.

La condotta si svilupperà verso valle attraverso una galleria circolare di diametro interno 2 m realizzata in spalla sinistra di lunghezza complessiva pari a circa 400 m. La condotta sarà rivestita per l'intera lunghezza in acciaio.

In prossimità dello sbocco della galleria di presa, la condotta sarà dotata di una diramazione di diametro minore per il rilascio del deflusso minimo vitale. Tale portata, prima del rilascio nell'alveo, sarà sfruttata per la produzione di energia idroelettrica attraverso un gruppo di potenza dedicato alloggiato in un edificio realizzato in prossimità dello sbocco della galleria.

Al termine della galleria di presa la condotta metallica sarà interrata e si svilupperà, per una lunghezza complessiva di circa 15 km, secondo il tracciato di progetto illustrato in Figura 48 fino al raggiungimento del nodo irriguo A. In quest'area la condotta sarà opportunamente collegata alla rete irrigua esistente in pressione. In prossimità del nodo di collegamento irriguo è prevista la realizzazione di un edificio dove saranno alloggiare le macchine per la produzione di energia idroelettrica. A valle della centrale sarà realizzato un canale per la restituzione nel fiume Tanagro delle acque turbinate nel periodo invernale.

Casa di guardia

La casa di guardia ospiterà gli appartamenti dei guardiani della diga, uffici e locali tecnici per quadri elettrici di comando per la regolazione delle paratoie dei diversi scarichi. Il fabbricato è ubicato in via preliminare sulla spalla destra in prossimità del coronamento dello sbarramento.

Opere a valle dello sbarramento

A valle dello sbarramento sono previste le seguenti lavorazioni principali:

- Briglia di valle: realizzazione di una briglia in pietrame cementato (o in alternativa in calcestruzzo con rivestimento in pietra naturale) sul corso del fiume calore ad una distanza dallo sbarramento di circa 200 m. La quota minima della gaveta è stimata in via preliminare pari a circa 587-588 m s.l.m. La briglia consentirà di avere un minimo livello d'acqua al di sopra delle opere di dissipazione degli scarichi (scarico di fondo e mezzo/fondo, scarico di superficie, ecc.) e consentirà la creazione dell'area umida;
- Rivestimento dell'alveo: si prevede di rivestire totalmente o parzialmente l'alveo del fiume calore con pietrame e/o con pietrame cementato per prevenire eventuali fenomeni di instabilità locale delle sponde del fiume;
- Area umida: si prevede di rimodellare il terreno compreso tra lo sbarramento e ponte del re per creare una zona umida (vedere descrizione nel paragrafo dedicato).

7.2.4 Accesso alla diga e viabilità

Gli accessi allo sbarramento e alle opere accessorie previsti in progetto sono sinteticamente descritti di seguito:

- Accesso a valle diga: si prevede di realizzare un prolungamento della viabilità esistente tramite la realizzazione di una strada in rilevato di lunghezza approssimativa di 250 m che si estende alla base del versante in destra idraulica. Tale strada si raccorda con un piazzale a valle della diga previsto a una quota di circa 590-591 m s.l.m.;
- Accesso al coronamento della diga e al torrino di presa: si prevede di realizzare un adattamento e un prolungamento della viabilità esistente sul versante in destra idraulica. Il nuovo tratto stradale consentirà l'accesso al coronamento della diga in destra e al ponte di collegamento con il torrino di presa;
- Accesso al pozzo dello scarico di fondo e di mezzo fondo: l'accesso in sponda sinistra è garantito dalla nuova strada sul versante destro, dalla strada sul coronamento diga e dal ponte sullo scarico di superficie.
- Accesso al cunicolo di ispezione/drenaggio dello sbarramento: l'accesso al cunicolo di ispezione e drenaggio è possibile sia dal coronamento della diga in destra sia attraverso un cunicolo scavato in sponda sinistra. Quest'ultimo ha l'accesso dal piazzale a valle dello sbarramento.

7.2.5 Produzione idroelettrica

L'alternativa 1 ha una configurazione più compatta e con due siti di produzione, uno in corpo diga ed uno al nodo irriguo. Le potenze installate e la produzione attesa sono le seguenti:

ALTERNATIVA 1	TIPO TURBINA	Salto riferimento [m]	Q _{min} [l/s]	Q _{max} [l/s]	P _{installata} [kW]
Gruppo DMV/DE	Francis	50	150	300	146
Turbina "irriguo"	Francis	120	690	690	812
Turbina "iemale"	Pelton	160	300	300	471

ALTERNATIVA 1	Producibilità annua [MWh]
Recupero DMV Tanagro	915
Impianto Nodo "A"	4505
TOTALE	5420

Tabella 15: Alternativa 1, caratteristiche macchinari previsti e producibilità annua stimata

Pertanto, l'alternativa 1 ha un valore di energia prodotta che corrisponde ad un risparmio in Tonnellate Equivalenti di Petrolio di un valore annuo di oltre 1000, sulla base di quanto stabilito da ARERA. Questa soluzione è anche migliore dal punto di vista della semplicità impiantistica (configurandosi due soli siti di produzione) e gestionale, oltre a consentire la dismissione di un impianto di pompaggio per i lotti irrigui in sinistra Tanagro, ad oggi in funzione.

7.2.6 Impianti di irrigazione

Distretto irriguo di Casalbuono

Come scritto in precedenza lungo la condotta di derivazione è prevista la presenza di un punto di prelievo della portata per l'alimentazione di una nuova rete irrigua del distretto di Casalbuono.

L'area da servire si estende approssimativa da ponte del re fino al centro abitato di Casalbuono, per uno sviluppo areale di circa 60 ha. La portata irrigua prevista è stata stimata in circa 10 l/s, da garantire nella sola stagione estiva.

Il progetto della rete irrigua sarà sviluppato in una fase di progettazione più avanzata in accordo con le necessità e gli standard impiantistiche del Consorzio.

Comizio irriguo Sanza

Uno degli obiettivi della presente progettazione è la realizzazione di una nuova rete irrigua del comizio di Sanza. La portata irrigua prevista è stata stimata in circa 50 l/s, da garantire nella sola stagione estiva.

Le opere previste in progetto sono:

- Nuova condotta di adduzione: che si estende dal serbatoio esistente di Buonabitacolo fino al distretto irriguo Sanza. Si prevede in particolare una condotta in acciaio interrata di diametro 500 mm e lunghezza 1,5 km;
- Rete di distribuzione irrigua (circa 40 ha)

Come per il comizio di Casalbuono il progetto della rete irrigua sarà sviluppato in una fase di progettazione più avanzata in accordo con le necessità e gli standard impiantistiche del Consorzio.

7.2.7 Opere di mitigazione e compensazione

Nel quadro del progetto, come mitigazione ambientale, si prevede il completo ripristino ambientale delle aree di cantiere al termine delle attività, mediante la realizzazione di spazi verdi e la piantumazione di vegetazione adeguata. In aggiunta, al fine di mitigare gli impatti acustici durante la fase di cantierizzazione, saranno implementate barriere acustiche nelle aree interessate. La decisione di adottare condotte sotterranee anziché installazioni in superficie riflette la scelta consapevole di un approccio sostenibile. Questa decisione è motivata dal desiderio di ridurre l'impatto visivo delle infrastrutture e minimizzare l'intervento sul paesaggio, contribuendo così a preservare la qualità estetica e l'armonia del contesto naturale. Similmente, le zone coinvolte dall'installazione delle condotte sotterranee saranno soggette a interventi di riqualificazione paesaggistica, garantendo il ripristino e la valorizzazione del contesto naturale. Queste azioni si inseriscono nell'impegno complessivo a promuovere la sostenibilità ambientale del progetto e a minimizzare gli impatti sull'ecosistema circostante.

Al fine di garantire una gestione responsabile dell'impatto ambientale durante la fase di cantiere, sarà elaborato un piano di monitoraggio ambientale che affiancherà il SIA (Studio di Impatto Ambientale). Questo piano sarà progettato per presidiare attentamente gli impatti derivanti dalle attività di cantiere, verificando tutti i fattori di pressione pertinenti. Saranno impiegati sistemi di monitoraggio avanzati per monitorare costantemente parametri chiave, tra cui qualità dell'aria, rumore, suolo e acqua. Questa attenta vigilanza ci consentirà di adottare tempestivamente misure correttive, se necessario, al fine di mitigare gli impatti ambientali e preservare la salute ecologica della zona coinvolta.

Come parte integrante delle misure compensative previste, si propone l'implementazione di un'area umida posizionata ai piedi della struttura. Questa iniziativa non solo mira a mitigare gli impatti ambientali, ma anche a promuovere la biodiversità e a offrire un'esperienza interattiva agli abitanti della zona. L'area umida sarà progettata con la creazione di isolotti naturali e percorsi pedonali che consentiranno ai visitatori di immergersi in un ambiente ricco di flora e fauna. Le piante utilizzate all'interno di questa area dovranno essere accuratamente selezionate in modo che possano sopportare la sommersione, garantendo così la sopravvivenza e la prosperità di questo habitat unico. Questo intervento contribuirà non solo al ripristino ecologico, ma anche alla promozione di specie vegetali adattate alle specifiche condizioni ambientali della nuova area umida.

Nell'ambito delle compensazioni previste per le superfici boscate, si adotterà un approccio in piena conformità con le leggi regionali vigenti nella Regione Campania. Le misure di compensazione saranno progettate e implementate secondo le disposizioni normative locali al fine di garantire il rispetto degli obblighi ambientali e contribuire alla tutela e alla gestione sostenibile delle risorse forestali nella regione.

Un ulteriore intervento compensativo riguarda la rinaturalizzazione dell'ex cava presente nella zona. Quest'area sarà oggetto di un duplice processo, agendo sia come sito di destinazione finale che successivamente come area ripristinata a verde. Questo approccio non solo mira a mitigare gli impatti ambientali derivanti dalle attività passate, ma anche a trasformare l'area in uno spazio ecologicamente più equilibrato. La rinaturalizzazione della ex cava rappresenta un impegno tangibile verso la sostenibilità ambientale, contribuendo al recupero degli ecosistemi locali.

7.2.8 Opere di protezione dell'abitato di Casalbuono

Come descritto in precedenza, nello studio di fattibilità redatto dal Consorzio nel 2020, al fine di proteggere l'abitato basso del Comune di Casalbuono, era stata prevista la realizzazione di un argine di altezza pari a circa 10 m nella piana valliva in destra idraulica del Fiume Calore-Tanagro. La realizzazione di tale argine era stata ipotizzata anche in associazione alla costruzione di un nuovo percorso ciclo-pedonale con l'obiettivo di connettere il centro storico di Casalbuono all'esistente ipovia realizzata sul corso del fiume con un precedente intervento progettuale del Comune.

La necessità di prevedere opere di protezione dell'abitato basso di Casalbuono sarà valutata in una fase più avanzata di progettazione a valle degli studi di propagazione dell'onda di piena lungo il corso del fiume Tanagro. Considerando le valutazioni effettuate nello studio di fattibilità e la dimensione della diga A, in questa fase di DOCFAP, si ritiene opportuno prevedere nel costo delle opere una somma destinata ad eventuali opere di protezione idraulica e alle conseguenziali possibili opere di sviluppo socio-economico e turistico-ricreativo del territorio.

7.3 Alternativa 2

7.3.1 Schema progettuale di funzionamento

Lo schema idraulico concettuale dell'alternativa 2 è illustrato nelle seguenti figure e sinteticamente descritto di seguito.

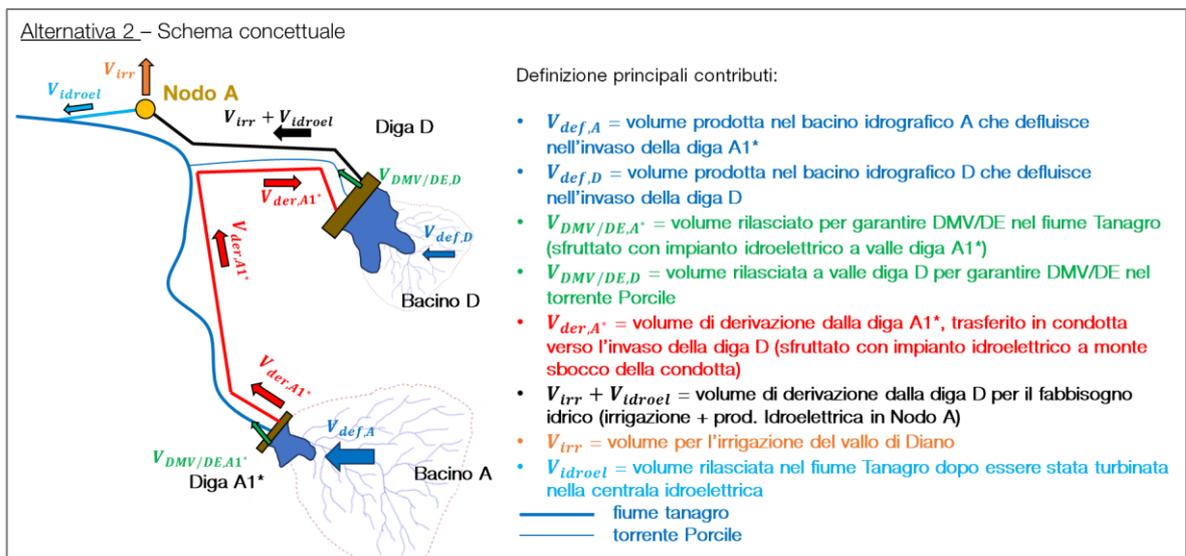


Figura 54: Alternativa 2 (A1*+D), schema concettuale di funzionamento

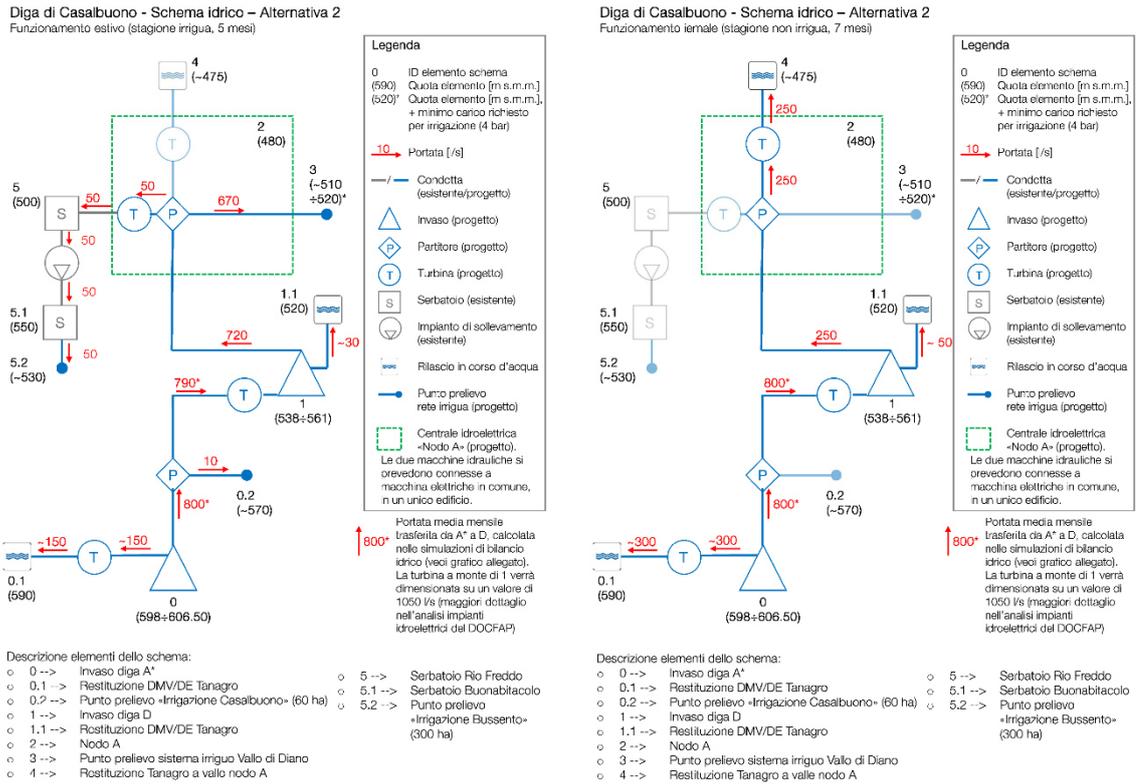


Figura 55: Alternativa 2 (A1*+D), schemi irrigui nelle stagioni estiva (sinistra) e invernale (destra)

L'alternativa 2 prevede la realizzazione di uno sbarramento nel sito A (diga A1*) di altezza pari a circa 28 m (quota di massima regolazione 606,50 m s.l.m.) con la duplice funzione di laminazione delle piene e di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D, volume di invaso pari a circa 9 Mm³, quota di massima regolazione 561,00 m s.l.m.).

Parte del volume accumulato dallo sbarramento A sarà rilasciato immediatamente a valle della diga al fine di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV), ovvero del Deflusso Ecologico (DE); prima del rilascio, tale portata sarà turbinata attraverso un gruppo di potenza dedicato. In via preliminare si prevede di rilasciare a valle diga una portata pari a circa 150 l/s nel periodo estivo (stagione irrigua) e pari a 300 l/s nel periodo invernale (stagione non irrigua).

Il volume accumulato nell'invaso sarà derivato mediante una condotta forzata all'invaso della diga D. La portata derivata è assunta pari a 800 l/s sia nel periodo estivo e sia nel periodo invernale. Nel periodo estivo parte di questa portata (10 l/s) sarà destinata al nuovo sistema irriguo del comizio di Casalbuono. Tale portata, prima dell'ingresso nel serbatoio in D, sarà sfruttata per produzione di energia elettrica.

Parte del volume accumulato dallo sbarramento D sarà rilasciato immediatamente a valle della diga al fine di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV), ovvero del Deflusso Ecologico (DE). In via preliminare si prevede di rilasciare a valle diga una portata pari a circa 30 l/s nel periodo estivo e pari a 50 l/s nel periodo invernale.

Il volume accumulato nell'invaso D sarà derivato mediante una condotta forzata che si allaccerà alla rete irrigua esistente in pressione (Nodo A). La portata derivata è assunta pari a 720 l/s nel periodo estivo e 250 l/s nel periodo invernale.

La portata derivata nel periodo estivo dall'invaso D sarà derivata e ripartita nel seguente modo:

- 670 l/s per l'irrigazione dei comizi del vallo di Diano attraverso il sistema irriguo in pressione esistente.
- 50 l/s saranno sfruttati per la produzione di energia idroelettrica prima di alimentare il serbatoio esistente di Rio Freddo (500 m s.l.m.). Attraverso un sistema di pompaggio esistente tale portata sarà trasferita al Serbatoio di Buonabitacolo (550 m s.l.m.). Da quest'ultimo e attraverso il nuovo sistema irriguo previsto in progetto avverrà il travaso verso il bacino del Bussento (comizio irriguo di Sanza, 40 ha).

Nel periodo invernale la portata derivata al nodo A (250 l/s) sarà completamente utilizzata a scopo idroelettrico e successivamente restituita all'idrografia fluviale in prossimità del nodo A. Tale rilascio costituisce una delle componenti di apporto idrico al travaso verso il bacino del Sele secondo l'applicazione parziale dello schema idraulico del lotto I.

L'alternativa 2 prevede la realizzazione delle seguenti opere principali, sinteticamente descritte nei seguenti sottoparagrafi:

- Sbarramento in hardfill di altezza pari a circa 28 m ubicato nel comune di Casalbuono a valle di Ponte del Re sul corso del fiume Calore (diga A1*);
- Sbarramento in materiali sciolti di altezza pari a circa 45 m ubicato nel comune di Montesano (diga D);
- Condotta di derivazione dalla diga A1* alla diga D.
- Condotta di adduzione dalla diga D alla rete irrigua esistente del comprensorio del Vallo di Diano (nodo di connessione A);
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio di Casalbuono;
- Centrali idroelettriche in corpo diga A, nel torrino di presa della diga D e in prossimità del nodo A;
- Condotta adduttrice dal serbatoio di Buonabitacolo (esistente) alla rete di distribuzione irrigua nel comprensorio Sanza;
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio Sanza;
- Area umida a valle dello sbarramento A1*;
- Ulteriori opere compensative e di mitigazione ambientale.

La planimetria con lo schema progettuale delle opere è riportata nella seguente figura.

Di seguito vengono descritte le principali opere previste per l'alternativa 2. Per quanto riguarda le reti di distribuzioni irrigua dei comizi di Casalbuono e Sanza e le opere a valle dello sbarramento (area umida, protezione dell'alveo, ecc.) si rimanda a quanto già descritto per l'alternativa 1. Le opere di protezione dell'abitato di Casalbuono, sulla base dei risultati delle analisi preliminari di dam-break

della diga A1* riportate nel documento [40], non risultano necessarie. In particolare le simulazioni idrauliche effettuate mostrano che le aree inondate non interessano l'abitato di Casalbuono.

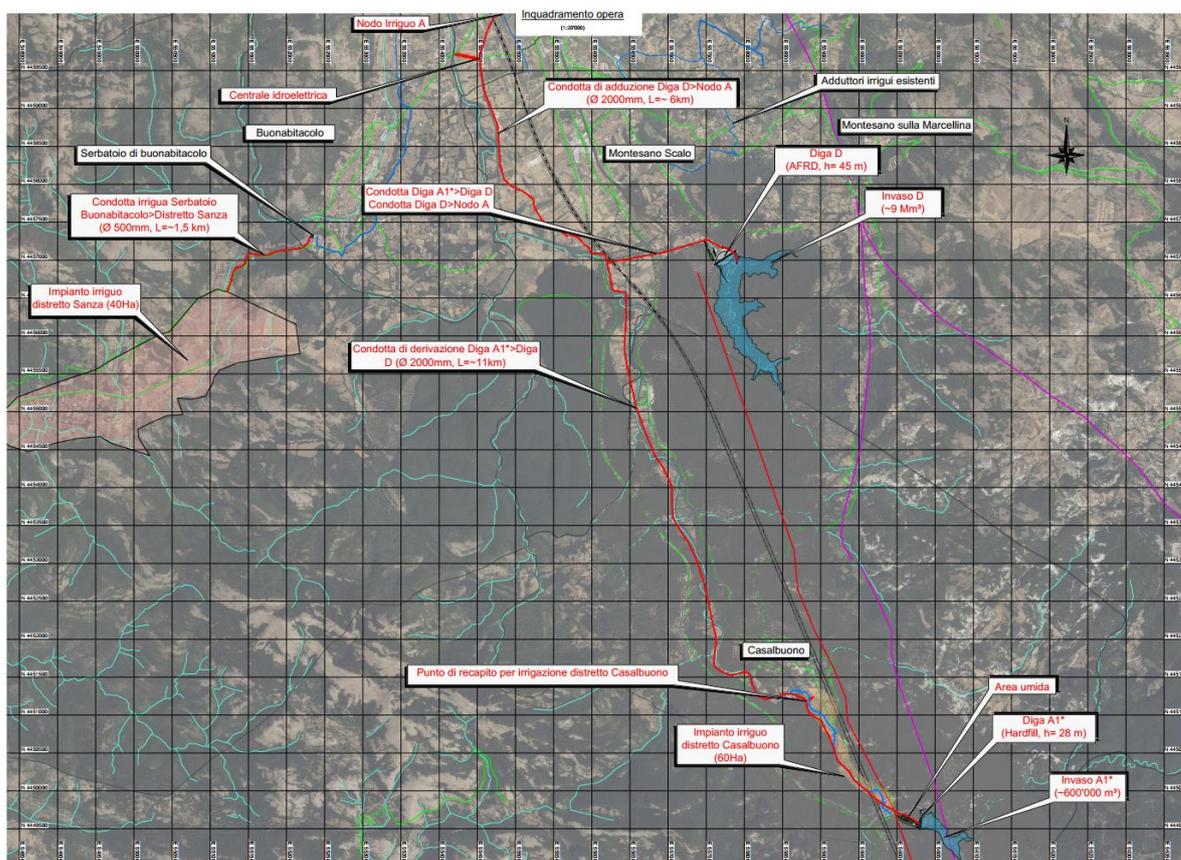


Figura 56: Alternativa 2 (A1*+D), schema progettuale planimetria (estratto da [19])

7.3.2 Sbarramento A1*

Lo sbarramento in A consiste in una diga in hardfill (diga A1*).

Alla quota di massima regolazione, pari a 606,50 m s.l.m., il volume dell'invaso è pari a circa 0,6 Mm³. La quota di massimo invaso, determinata in relazione al dimensionamento degli scarichi di smaltimento delle piene, è stata calcolata pari a 608,30 m slm. La quota di coronamento è stata posta a 611,00 m slm corrispondente quindi a un franco idraulico netto di 2,26 m in conformità alla vigente NTD2014.

La planimetria, il profilo e la sezione tipologia dello sbarramento sono illustrati nella seguente figura.

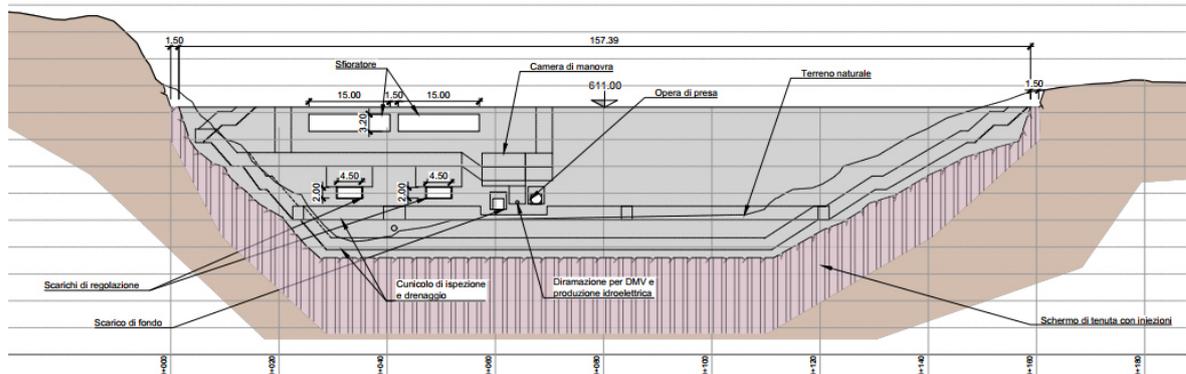


Figura 59: Alternativa 2 (A1*+D), diga A1*, profilo (estratto da [22])

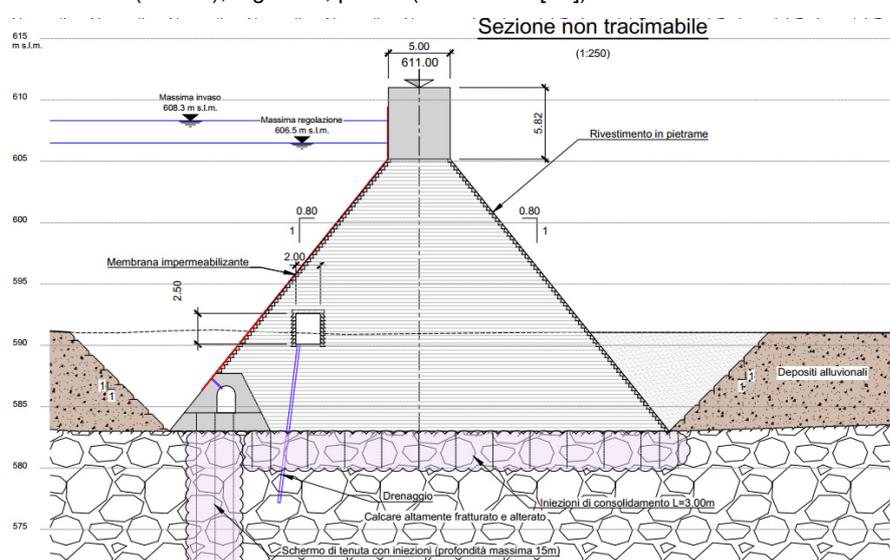


Figura 60: Alternativa 2 (A1*+D), diga A1*, sezione tipologica (estratto da [22])

I dati caratteristici di progetto dello sbarramento e dell'invaso per questa alternativa sono riassunti di seguito:

- Quota di massima regolazione: 606,50 m slm
- Quota di massimo invaso: 608,30 m slm
- Quota del coronamento: 611,00 m slm
- Quota punto più depresso del paramento: 583,00 m s.l.m.
- Franco netto idraulico disponibile: 2,26 m
- Quota di minima regolazione: 597,00 m slm
- Volume alla quota di massima regolazione: 0,6 Milioni di m³
- Volume utile di regolazione: 0,5 Milioni di m³
- Superficie d'invaso alla quota di massima regolazione: 76'506 m²
- Superficie d'invaso alla quota di minima regolazione: 48'000 m²
- Larghezza del coronamento: 5.00 m

- Sviluppo longitudinale del coronamento:	160	m
- Altezza della diga:	28,0	m

Diga

L'altezza prevista per la diga è di circa 28 m con uno sviluppo del coronamento, di larghezza 5 m, di circa 160 m.

La diga in hardfill è costituita da materiale granulare cementato con caratteristiche di deformabilità e resistenza compatibili con fondazioni relativamente deformabili, come quelle che caratterizzano il sito oggetto di studio. La forma trapezoidale simmetrica della diga riduce notevolmente, rispetto a una diga a gravità tradizionale di pari altezza, le tensioni indotte sull'ammasso roccioso di fondazione. Inoltre, questa tipologia di opera consente, a differenza di una diga realizzata in materiali sciolti, di poter ubicare gli organi di scarico e di presa all'interno del corpo. Inoltre, tale tipologia diga, essendo costituita da materiale cementato, garantisce una sicurezza maggiore, rispetto ad una diga in materiali sciolti, nei riguardi di potenziali fenomeni di erosione interna e/o tracimamento.

Per il sito oggetto di studio, caratterizzato da un ammasso roccioso con scadenti caratteristiche meccaniche, una diga di altezza 30 m in calcestruzzo non sarebbe idonea. Una diga in materiali sciolti, anche se compatibile con le caratteristiche geotecniche della fondazione, richiederebbe la realizzazione di tutte le opere di scarico all'interno delle spalle con conseguente aumento dei costi e della complessità di realizzazione dell'opere.

Si ritiene dunque che una diga in hardfill sia la soluzione ottimale per l'alternativa 2 in quanto consente sia di realizzare una diga sufficiente alta da garantire un invaso con capacità di laminazione delle piene sia di ubicare gli organi di scarico e di presa nel corpo diga.

La sezione della diga è di tipo trapezoidale con pendenze dei paramenti di monte e di valle pari a 0,8(o):1,00(v). La cresta diga ha una larghezza di 5 m.

Per la realizzazione dello sbarramento si prevede di rimuovere completamente i depositi alluvionali e impostare il piano di fondazione sull'ammasso calcareo (dalle indagini ubicato ad una profondità di circa 7-8 m). Per migliorare le caratteristiche di deformabilità e resistenza dell'ammasso di fondazione sono previste iniezioni di consolidamento, di profondità indicativa di 3 m, per l'intero sviluppo areale della fondazione diga.

Per l'impermeabilizzazione del paramento di monte è prevista la posa di una membrana impermeabile in PVC. Tale membrana sarà dotata di un sistema di drenaggio a tergo della stessa in grado di intercettare eventuali perdite e con la funzione di impedire lo svilupparsi di pressioni negative durante i cicli di invaso e svaso.

Le filtrazioni attraverso la fondazione della diga vengono limitate attraverso l'esecuzione di uno schermo di tenuta realizzato mediante l'esecuzione di più file di iniezioni cementizie fino ad una profondità massima di 15 m nella porzione centrale della diga.

A valle dello schermo di tenuta è prevista l'esecuzione di uno schermo di drenaggi con profondità massima di circa 7-8 m.

Le acque di raccolta dei drenaggi in fondazioni e della membrana saranno raccolte da un sistema di cunicoli di ispezione e drenaggio ubicati nel corpo diga. Tali cunicoli consentiranno inoltre l'accesso alle diverse camere di manovra degli organi di scarico ubicate nel corpo diga.

Il paramento di valle sarà rivestito in pietra locale al fine di migliorare l'inserimento paesaggistico dell'opera.

Scarico di superficie

Lo scarico di superficie è ubicato nella porzione sinistra del corpo diga in corrispondenza dell'asta fluviale del fiume calore e si compone delle seguenti parti d'opera, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce:

- una soglia sfiorante in calcestruzzo armato, posizionata nel corpo dello sbarramento e sagomata secondo il profilo Creager-Scimemi, con quota stramazzante pari alla quota di massima regolazione dell'invaso pari a 606,50 m s.l.m. La lunghezza di sfioro è pari a 30 m, costituita da due settori separati da una pila;
- un tratto centrale dove il profilo Creager-Scimemi si raccorda alla pendenza del paramento di valle della diga. In questo tratto il paramento sarà rivestito in calcestruzzo armato di idonee caratteristiche.
- Un'opera di dissipazione in calcestruzzo armato di lunghezza pari a 25 m, dimensionata secondo lo schema U.S.B.R. tipo III, vale a dire una vasca di dissipazione con blocchi sporgenti che raggiunge la quota del thalweg a valle dell'opera, pari a 586,00 m s.l.m.

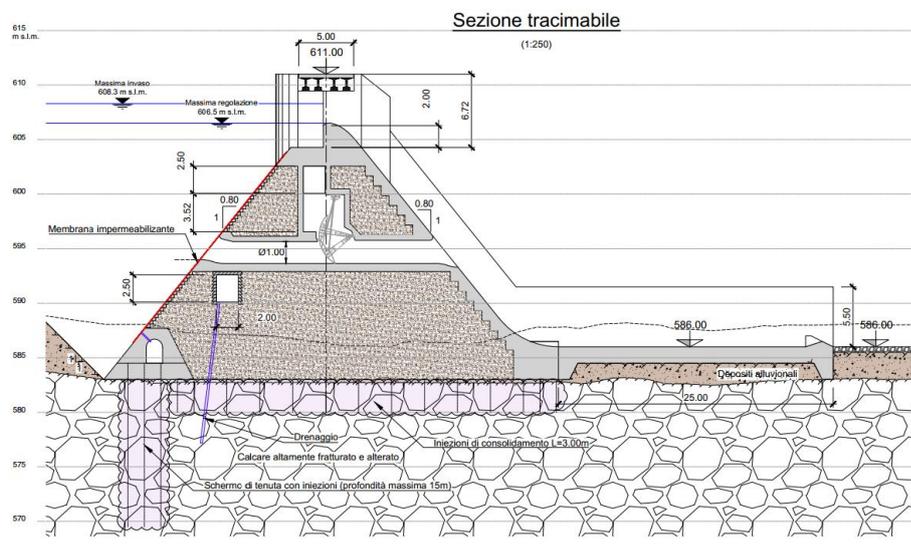


Figura 61: Alternativa 2 (A1*+D), diga A1*, sezione sfiorante (estratto da [22])

Scarichi di regolazione

La diga A1* sul fiume Tanagro non presenta una capacità d'invaso tale da consentire una efficace laminazione delle piene. Per questo motivo, viene previsto un apposito scarico di regolazione e laminazione all'interno del corpo dello sbarramento in corrispondenza dello scarico di superficie. In particolare, si prevedono n. 2 luci scatolari, di sezione rettangolare con larghezza pari a 4.5 m ed

Casa di guardia

Il fabbricato è ubicato in via preliminare sulla spalla destra in prossimità del coronamento dello sbarramento.

7.3.3 Accesso alla diga A1 e viabilità*

Gli accessi allo sbarramento e alle opere accessorie previsti in progetto sono sinteticamente descritti di seguito:

- Accesso a valle diga: in analogia con l'alternativa 1 si prevede di realizzare un prolungamento della viabilità esistente tramite la realizzazione di una strada in rilevato di lunghezza approssimativa di 250 m che si estende alla base del versante in destra idraulica. Tale strada si raccorda con un piazzale a valle della diga previsto a una quota di circa 590-591 m s.l.m.;
- Accesso al coronamento della diga e al torrino di presa: si prevede di realizzare un prolungamento della viabilità esistente sul versante in destra idraulica.
- Accesso ai cunicoli e alle camere di manovra nel corpo diga: l'accesso è possibile sia dal coronamento della diga sia dal piazzale a valle dello sbarramento.

7.3.4 Sbarramento D

Lo sbarramento in D consiste in una diga in pietrame zonato con paramento in calcestruzzo bituminoso (AFRD).

Alla quota di massima regolazione, pari a 561,00 m s.l.m., il volume dell'invaso è pari a circa 9 Mm³. La quota di massimo invaso, determinata in relazione al dimensionamento degli scarichi di smaltimento delle piene, è stata calcolata pari a 561,60 m slm. La quota di coronamento è stata posta a 565,50 m slm corrispondente quindi a un franco idraulico netto di 3,30 m in conformità alla vigente NTD2014.

I dati caratteristici di progetto dello sbarramento e dell'invaso per questa alternativa sono riassunti di seguito:

- Quota di massima regolazione:	561,00 m slm
- Quota di massimo invaso:	561,60 m slm
- Quota del coronamento:	565,50 m slm
- Quota punto più depresso del paramento:	520,00 m s.l.m.
- Franco netto idraulico disponibile:	3,30 m
- Quota di minima regolazione:	535,00 m slm
- Volume alla quota di massima regolazione:	9,00 Milioni di m ³
- Volume utile di regolazione	8,40 Milioni di m ³
- Superficie d'invaso alla quota di massima regolazione:	585'727 m ²
- Superficie d'invaso alla quota di minima regolazione:	110'167 m ²
- Larghezza del coronamento:	6.00 m

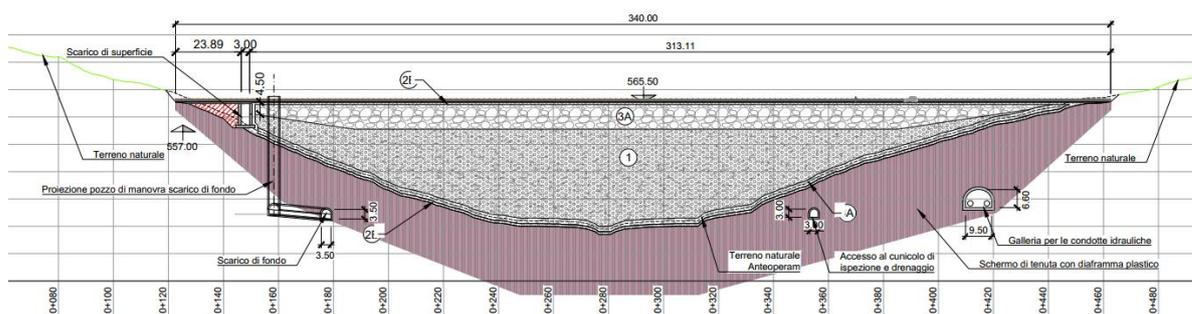


Figura 65: Alternativa 2 (A1*+D), diga D, profilo (estratto da [25])

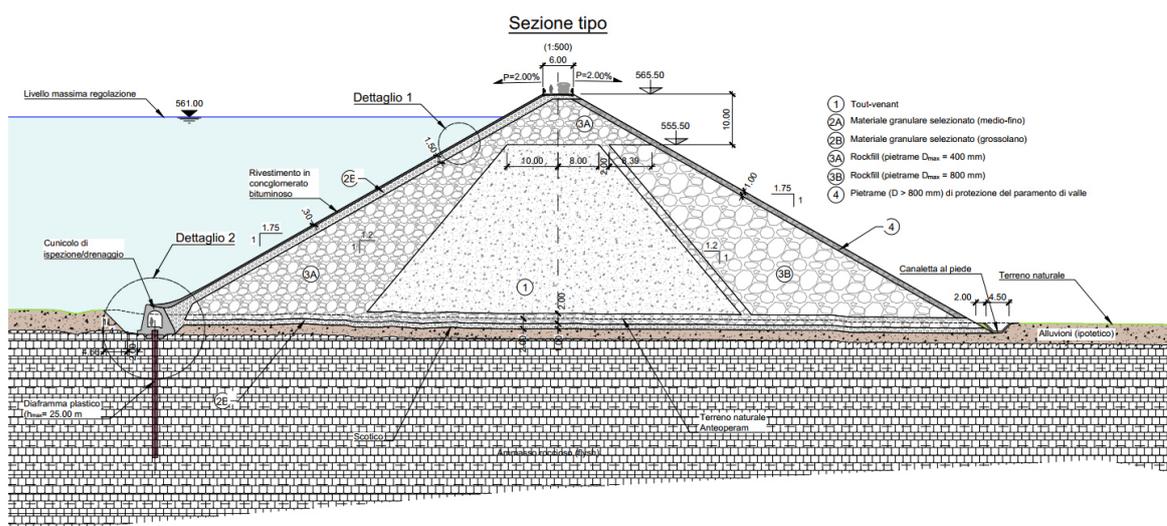


Figura 66: Alternativa 2 (A1*+D), diga D, sezione tipologica (estratto da [25])

Diga

L'altezza prevista per la diga è di circa 45 m con uno sviluppo del coronamento, di larghezza 6 m, di circa 340 m. La pendenza dei paramenti di monte e di valle è stata prevista in via preliminare pari a 1,75(o):1,00(v).

La zonazione del corpo diga e la tipologia di rivestimento del paramento di monte sono analoghi a quelli descritti per l'alternativa A; per tale motivo e per brevità di trattazione si rimanda al paragrafo precedente per la descrizione di tali aspetti.

Anche in questo caso il manto asfaltico è delimitato alla base da una galleria in c.a. che corre lungo tutto il piede di monte della diga con funzione di ispezione e drenaggio. In questo caso si prevede di fondare il cunicolo direttamente sull'ammasso roccioso di fondazione costituito dai flysh.

Considerando le caratteristiche della fondazione, si prevede di realizzare uno schermo di tenuta con diaframma plastico di profondità massima pari a 20 m.

Scarico di superficie

Lo di superficie è ubicato in spalla sinistra e si compone delle seguenti parti d'opera, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce:

- una soglia sfiorante, posizionata in sinistra idraulica e sagomata secondo il profilo Creager-Scimemi, con quota stramazante pari alla quota di massima regolazione dell'invaso 561,00 m s.l.m. La lunghezza di sfioro è pari a 20 m, costituita da un unico settore.
- una vasca collettoria di portata, in fregio alla soglia sfiorante dello scarico di superficie, di lunghezza pari alla lunghezza della soglia stessa. La sezione trasversale di tale vasca è di tipo rettangolare, di larghezza pari a 3,5 m. La parete in destra idraulica è costituita dal petto stramazante, mentre la parete in sinistra raggiunge con la sua sommità la quota di coronamento della diga.
- un canale fugatore per la restituzione delle portate a valle, di larghezza variabile da 3 m nel tratto di monte a 5 m nel tratto di valle;
- un'opera di dissipazione, dimensionata secondo lo schema U.S.B.R. tipo III, vale a dire una vasca di dissipazione con blocchi sporgenti, che raggiunge la quota del thalweg a valle dell'opera.

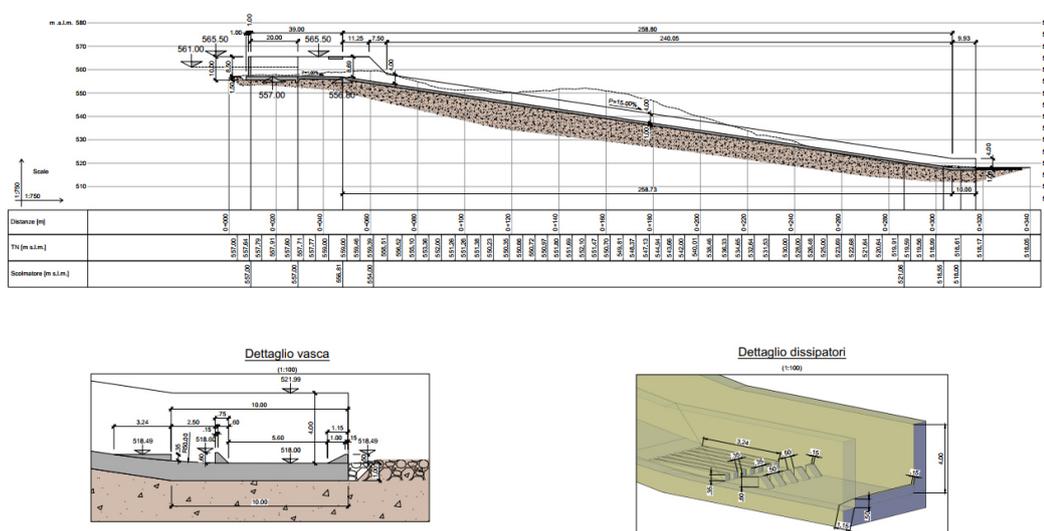


Figura 67: Alternativa 2 (A1*+D), diga D, profilo dello scarico di superficie (estratto da [26])

Scarico di fondo

Lo scarico di fondo è costituito da una galleria di dimensioni interne 3x3 m (sezione a botte, rivestita in calcestruzzo armato) realizzata in sponda destra che si sviluppa una lunghezza complessiva pari a circa 390 m, e può essere suddiviso nei seguenti tratti, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce

- primo tratto in pressione: alla quota di imbocco pari a circa 527 m s.l.m., di lunghezza approssimativa di 160 m;
- camera di manovra: lo scarico di fondo sarà regolato da due paratoie piane rettangoli in serie (dimensioni indicative 2x1,5 m) inghisate all'interno di una struttura in calcestruzzo armato ubicata all'interno di un pozzo (diametro interno 4 m e lunghezza circa 40 m) realizzato nell'ammasso roccioso a cui ci accede attraverso una strada di nuova costruzione che parte dal coronamento dello sbarramento;

- secondo tratto a superficie libera (lunghezza pari a circa 230 m),
- opera di dissipazione: al termine della galleria si prevede un'opera di dissipazione, del tipo "diffusore *Colorado State University (CSU)*", e la connessione con l'alveo naturale a valle.

Lo scarico di fondo, nella fase costruttiva, avrà anche la funzione di galleria di deviazione delle acque. La galleria sarà associata a un'avandiga di monte in materiale sciolto (altezza indicativa 12-15 m) ubicata a valle dell'imbocco dello scarico a circa 200 m dall'asse diga. A monte dello sbocco della galleria di deviazione sarà prevista un'opera di protezione del cantiere sempre realizzata in materiale sciolto. Inoltre, lo scarico di fondo sarà dotato di un bypass per il rilascio del deflusso minimo vitale.

Opera di presa e condotte

Nel progetto è previsto un torrino in calcestruzzo in sponda destra all'interno del quale saranno ubicate le seguenti opere:

- Opera di presa dall'invaso della condotta di adduzione verso il nodo A;
- Organi di regolazione della condotta di adduzione verso il nodo A (si prevedono due paratoie piane in serie);
- Organi di relazione della condotta di derivazione proveniente dalla diga A* (si prevedono due paratoie piane in serie);
- Opera di sbocco della condotta di derivazione proveniente dalla diga A*;
- Centrale idroelettrica per lo sfruttamento della portata proveniente dalla diga A*.

Le due condotte idrauliche saranno collegate al torrino attraverso una galleria ispezionale scavata nella spalla destra.

La condotta di derivazione, al termine della galleria, sarà interrata e si svilupperà, per una lunghezza complessiva di circa 6 km fino al raggiungimento del nodo irriguo A. In quest'area la condotta sarà opportunamente collegata alla rete irrigua esistente in pressione. In prossimità del nodo di collegamento irriguo è prevista la realizzazione di un edificio dove saranno alloggiare le macchine per la produzione di energia idroelettrica. A valle della centrale sarà realizzato un canale per la restituzione nel fiume Tanagro delle acque turbinate nel periodo invernale.

Il torrino sarà accessibile attraverso un ponte in calcestruzzo armato raggiungibile mediante la nuova strada di accesso in destra.

Casa di guardia

Il fabbricato è ubicato in via preliminare sulla spalla destra in prossimità del coronamento dello sbarramento.

7.3.5 Accesso alla diga D e viabilità

Gli accessi allo sbarramento e alle opere accessorie previsti in progetto sono sinteticamente descritti di seguito:

- Accesso a valle diga: esiste già una strada secondaria che collega la viabilità principale all'area di imposta dello sbarramento. La strada sarà opportunamente adeguata in funzione delle necessità dell'opera;
- Accesso al coronamento della diga e al torrino di presa: si prevede di realizzare una nuova strada sul versante in destra idraulica. Il nuovo tratto stradale consentirà l'accesso al coronamento della diga in destra e al ponte di collegamento con il torrino di presa;
- Accesso al pozzo dello scarico di fondo: l'accesso in sponda sinistra è garantito dalla nuova strada sul versante destro, dalla strada sul coronamento diga e dal ponte sullo scarico di superficie. Dal coronamento della diga in sinistra si prevede di realizzare una nuova strada per consentire all'accesso al pozzo dello scarico di fondo.
- Accesso al cunicolo di ispezione/drenaggio dello sbarramento: l'accesso al cunicolo di ispezione e drenaggio è possibile sia dal coronamento della diga in destra sia attraverso la realizzazione di un cunicolo scavato nella spalla destra.

7.3.6 Produzione idroelettrica

L'Alternativa 2 prevede tre siti di produzione idroelettrica, ed ha i seguenti fondamentali, in termini di installato e produzione attesa.

ALTERNATIVA 2	TIPO TURBINA	Salto riferimento [m]	Q _{min} [l/s]	Q _{max} [l/s]	P _{installata} [kW]
Gruppo DMV/DE	Francis	15	150	300	24
Gruppo "nodo irriguo"	Michell-Banki	75	250	50	182
Gruppo "recupero diversione"	Francis	50	475	1250	551

ALTERNATIVA 2	Producibilità annua [MWh]
Recupero DMV Tanagro	210
Impianto Nodo "A"	900
Recupero diversione	2293
TOTALE	3403

Tabella 16: Alternativa 2, caratteristiche macchinari previsti e producibilità annua stimata

Considerando il valore contenuto del DMV/DE previsto per il Porcile, si considera non profittevole la realizzazione del recupero energetico su quel ramo.

7.3.7 Opere di mitigazione e compensazione

Oltre agli interventi già descritti per l'alternativa 1, come misura di mitigazione paesaggistica, è previsto l'utilizzo di pietrame locale per il rivestimento del paramento di valle della diga A1*. Questo approccio mira a integrare la struttura in modo armonioso nel contesto circostante, assicurando che il suo aspetto visivo si sposi con le caratteristiche naturali della zona. La scelta del pietrame locale non solo contribuirà a mitigare gli impatti visivi, ma sottolineerà anche l'impegno nel preservare l'autenticità e l'identità paesaggistica della regione.

7.4 Alternativa 3

7.4.1 Schema progettuale di funzionamento

Lo schema idraulico concettuale dell'alternativa 3 è illustrato nelle seguenti figure e sinteticamente descritto di seguito.

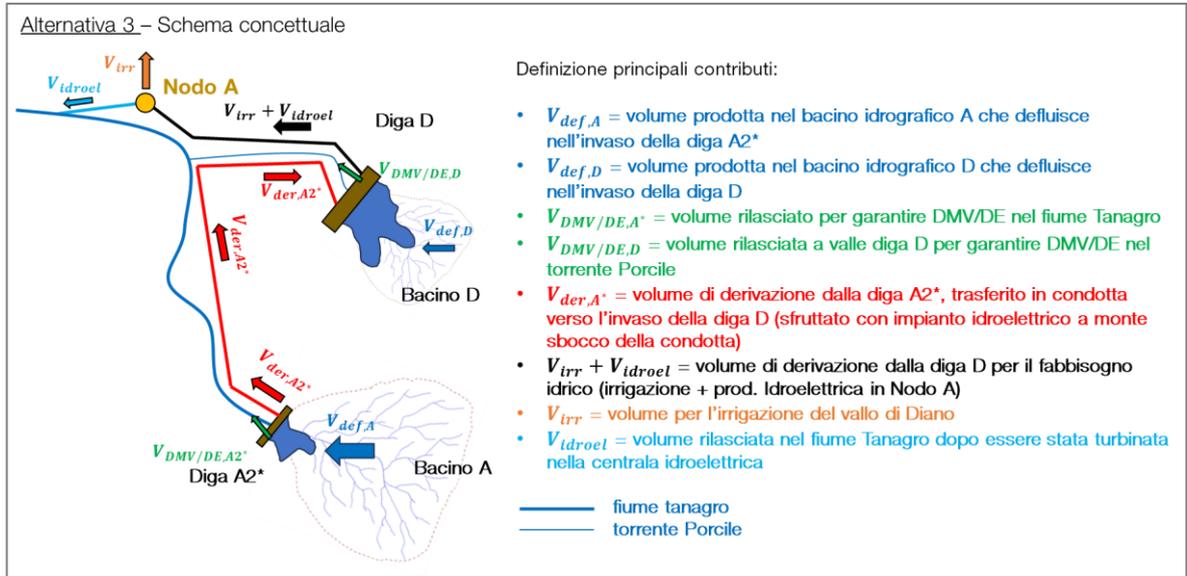
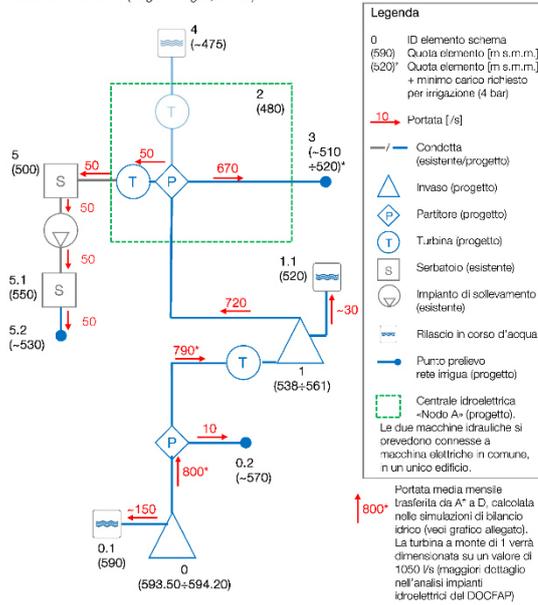


Figura 68: Alternativa 3 (A2*+D), schema concettuale di funzionamento

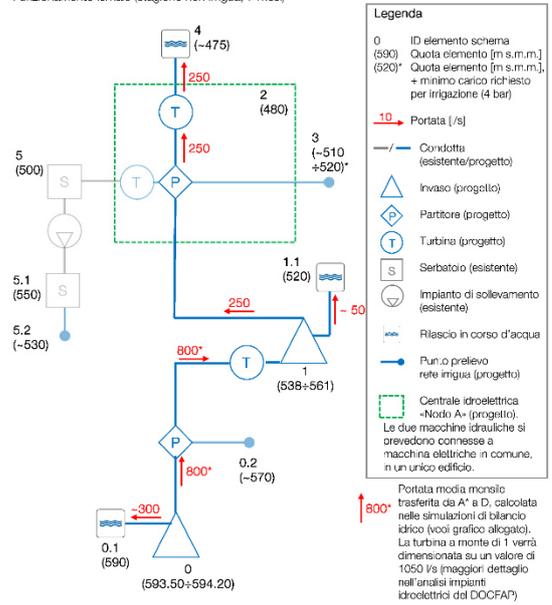
Diga di Casalbuono - Schema idrico - Alternativa 3
Funzionamento estivo (stagione irrigua, 5 mesi)



Descrizione elementi dello schema:

- 0 --> Invaso diga A*
- 0.1 --> Restituzione DMV/DE Tanagro
- 0.2 --> Punto prelievo "Irrigazione Casalbuono" (60 ha)
- 1 --> Invaso diga D
- 1.1 --> Restituzione DMV/DE Tanagro
- 2 --> Nodo A
- 3 --> Punto prelievo sistema irriguo Vallo di Diano
- 4 --> Restituzione Tanagro a valle nodo A
- 5 --> Serbatoio Rio Freddo
- 5.1 --> Serbatoio Buonabitacolo
- 5.2 --> Punto prelievo "Irrigazione Bussento" (300 ha)

Diga di Casalbuono - Schema idrico - Alternativa 3
Funzionamento invernale (stagione non irrigua, 7 mesi)



Descrizione elementi dello schema:

- 0 --> Invaso diga A*
- 0.1 --> Restituzione DMV/DE Tanagro
- 0.2 --> Punto prelievo "Irrigazione Casalbuono" (60 ha)
- 1 --> Invaso diga D
- 1.1 --> Restituzione DMV/DE Tanagro
- 2 --> Nodo A
- 3 --> Punto prelievo sistema irriguo Vallo di Diano
- 4 --> Restituzione Tanagro a valle nodo A
- 5 --> Serbatoio Rio Freddo
- 5.1 --> Serbatoio Buonabitacolo
- 5.2 --> Punto prelievo "Irrigazione Bussento" (300 ha)

Figura 69: Alternativa 3 (A2*+D), schemi irrigui nelle stagioni estiva (sinistra) e invernale (destra)

L'alternativa 3 prevede la realizzazione di uno sbarramento nel sito A (diga A2*) di altezza pari a circa 15 m (quota di massima regolazione 594,20 m s.l.m.) con la funzione di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D, volume di invaso pari a circa 9 Mm³, quota di massima regolazione 561,00 m s.l.m.).

Parte del volume accumulato dallo sbarramento A sarà rilasciato immediatamente a valle della diga al fine di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV), ovvero del Deflusso Ecologico (DE); prima del rilascio, tale portata sarà turbinata attraverso un gruppo di potenza dedicato. In via preliminare si prevede di rilasciare a valle diga una portata pari a circa 150 l/s nel periodo estivo (stagione irrigua) e pari a 300 l/s nel periodo invernale (stagione non irrigua).

La portata intercettata dallo sbarramento sarà derivata mediante una condotta forzata all'invaso della diga D. La portata derivata è assunta pari a 800 l/s sia nel periodo estivo e sia nel periodo invernale. Nel periodo estivo parte di questa portata (10 l/s) sarà destinata al nuovo sistema irriguo del comizio di Casalbuono. Tale portata, prima dell'ingresso nel serbatoio in D, sarà sfruttata per produzione di energia elettrica.

Parte del volume accumulato dallo sbarramento D sarà rilasciato immediatamente a valle della diga al fine di garantire il Deflusso Minimo Vitale (DMV), ovvero del Deflusso Ecologico (DE). In via preliminare si prevede di rilasciare a valle diga una portata pari a circa 30 l/s nel periodo estivo e pari a 50 l/s nel periodo invernale.

Il volume accumulato nell'invaso D sarà derivato mediante una condotta forzata che si allaccerà alla rete irrigua esistente in pressione (Nodo A). La portata derivata è assunta pari a 720 l/s nel periodo estivo e 250 l/s nel periodo invernale.

La portata derivata nel periodo estivo dall'invaso D sarà derivata e sarà ripartita nel seguente modo:

- 670 l/s per l'irrigazione dei comizi del vallo di Diano attraverso il sistema irriguo in pressione esistente.
- 50 l/s saranno sfruttati per la produzione di energia idroelettrica prima di alimentare il serbatoio esistente di Rio Freddo (500 m s.l.m.). Attraverso un sistema di pompaggio esistente tale portata sarà trasferita al Serbatoio di Buonabitacolo (550 m s.l.m.). Da quest'ultimo e attraverso il nuovo sistema irriguo previsto in progetto avverrà il travaso verso il bacino del Bussento (comizio irriguo di Sanza, 40 ha).

Nel periodo invernale la portata derivata al nodo A (250 l/s) sarà completamente utilizzata a scopo idroelettrico e successivamente restituita all'idrografia fluviale in prossimità del nodo A. Tale rilascio costituisce una delle componenti di apporto idrico al travaso verso il bacino del Sele secondo l'applicazione parziale dello schema idraulico del lotto I.

L'alternativa 3 prevede la realizzazione delle seguenti opere principali, sinteticamente descritte nei seguenti sottoparagrafi:

- Traversa in calcestruzzo di altezza pari a circa 15 m ubicata nel comune di Casalbuono a valle di Ponte del Re sul corso del fiume Calore (diga A2*);
- Sbarramento in materiali sciolti di altezza pari a circa 45 m ubicato nel comune di Montesano (diga D);
- Condotta di derivazione dalla diga A2* alla diga D.
- Condotta di adduzione dalla diga D alla rete irrigua esistente del comprensorio del Vallo di Diano (nodo di connessione A);
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio di Casalbuono;
- Centrali idroelettriche nel torrino di presa della diga D e in prossimità del nodo A;
- Condotta adduttrice dal serbatoio di Buonabitacolo (esistente) alla rete di distribuzione irrigua nel comprensorio Sanza;
- Rete di distribuzione irrigua in pressione del comprensorio Sanza;
- Area umida a valle dello sbarramento A2*;
- Ulteriori opere compensative e di mitigazione ambientale.

La planimetria con lo schema progettuale delle opere è riportata nella seguente figura.

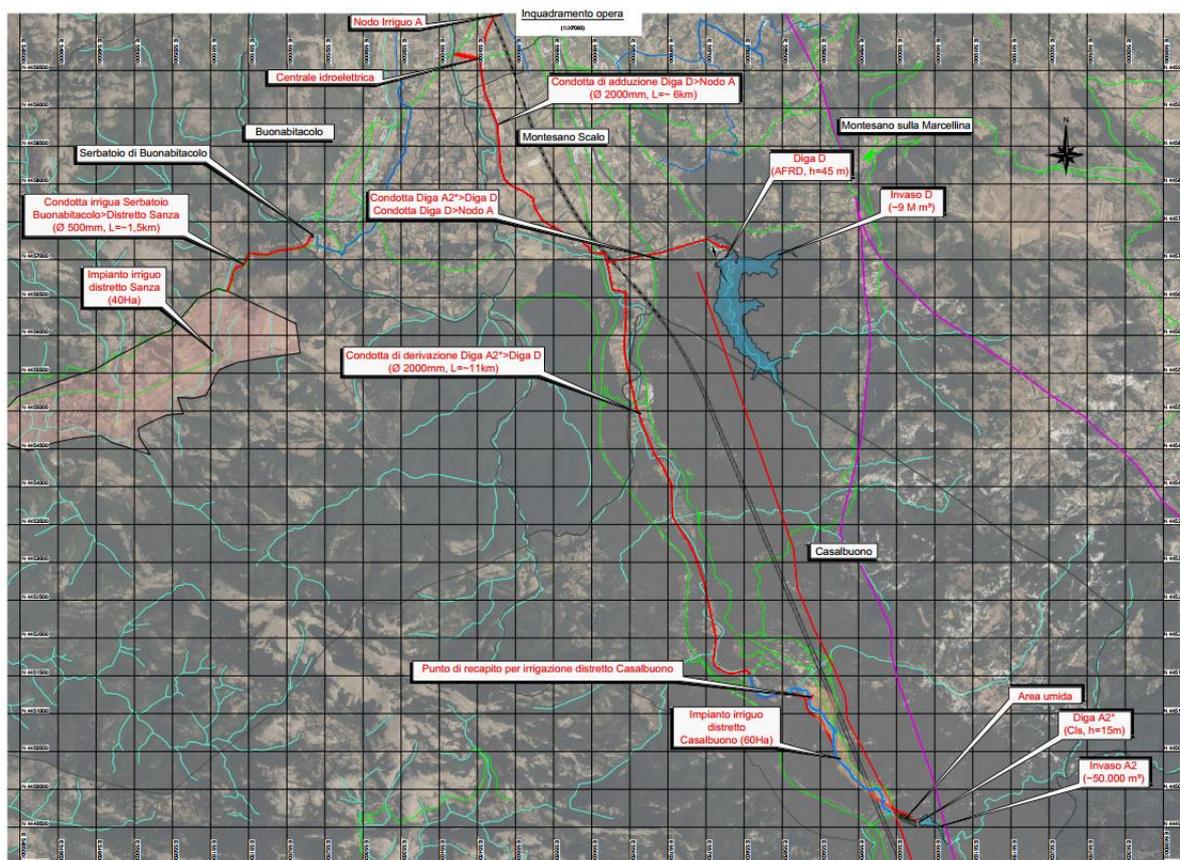


Figura 70: Alternativa 2 (A2*+D), schema progettuale planimetria (estratto da [28])

Le opere previste per l'alternativa 3 sono, ad eccezione dello sbarramento nel sito A (diga A2*) le stesse descritte precedentemente per l'alternativa 2.

7.4.2 Sbarramento A2*

Lo sbarramento in A consiste in una a gravità in calcestruzzo (diga A2*).

Alla quota di massima regolazione, pari a 594,2 m s.l.m., il volume dell'invaso è pari a circa 0,07 Mm³. La quota di massimo invaso, determinata in relazione al dimensionamento degli scarichi di smaltimento delle piene, è stata calcolata pari a 596,05 m slm. La quota di coronamento è stata posta a 598,00 m slm corrispondente quindi a un franco idraulico netto di 1,65 m in conformità alla vigente NTD2014.

I dati caratteristici di progetto dello sbarramento e dell'invaso per questa alternativa sono riassunti di seguito:

- Quota di massima regolazione:	594,20 m slm
- Quota di massimo invaso:	596,05 m slm
- Quota del coronamento:	598,00 m slm
- Quota punto più depresso del paramento:	583,00 m s.l.m.
- Franco netto idraulico disponibile:	1,65 m
- Quota di minima regolazione:	589,5 m slm
- Volume alla quota di massima regolazione:	0,07 Milioni di m ³
- Volume utile di regolazione	0,07 Milioni di m ³
- Superficie d'invaso alla quota di massima regolazione:	13'720 m ²
- Superficie d'invaso alla quota di minima regolazione:	4'500 m ²
- Larghezza del coronamento:	3,00 m
- Sviluppo longitudinale del coronamento:	110 m
- Altezza della diga:	15,0 m

La planimetria, il profilo e la sezione tipologia dello sbarramento sono illustrati nelle seguenti figure.

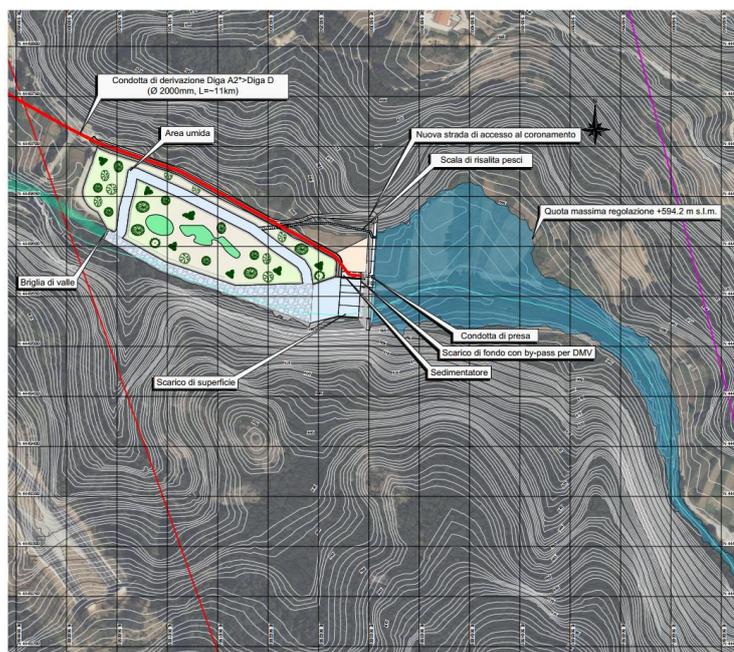


Figura 71: Alternativa 3 (A2*+D), Diga A2*, planimetria della diga e dell'invaso (estratto da [29])

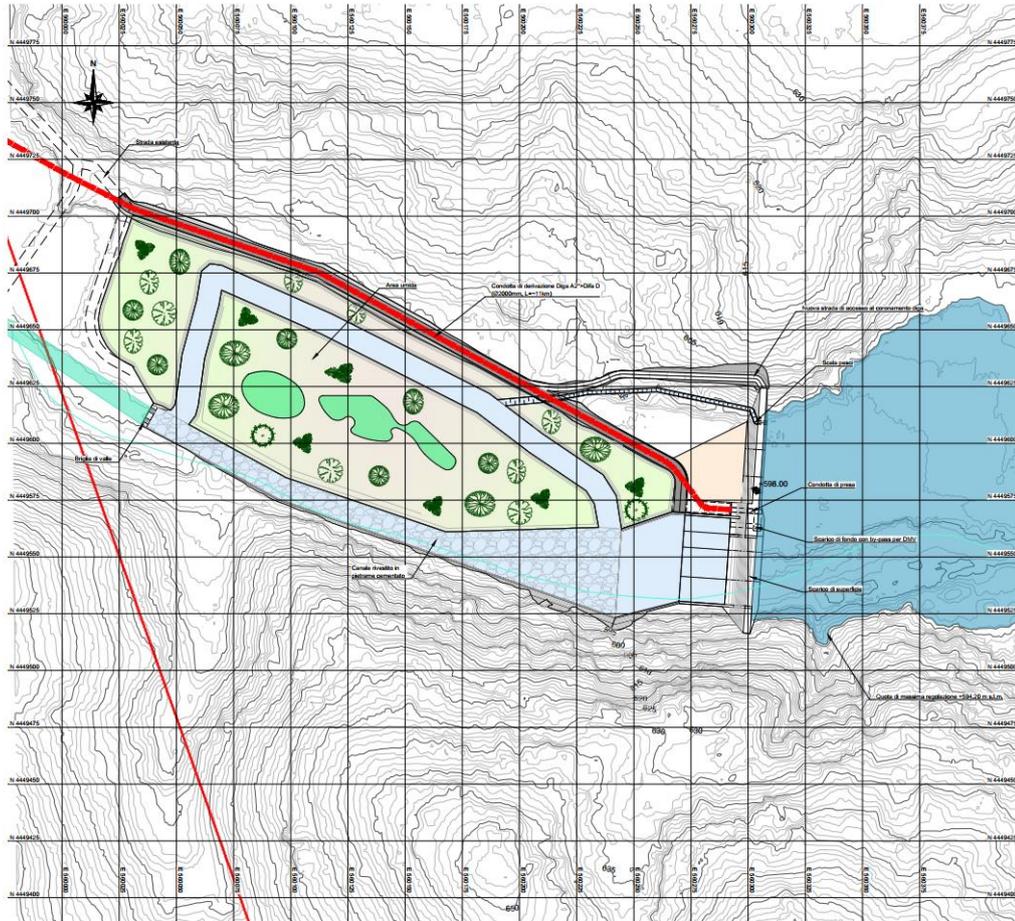


Figura 72: Alternativa 2 (A2*+D), diga A2*, planimetria (estratto da [30])

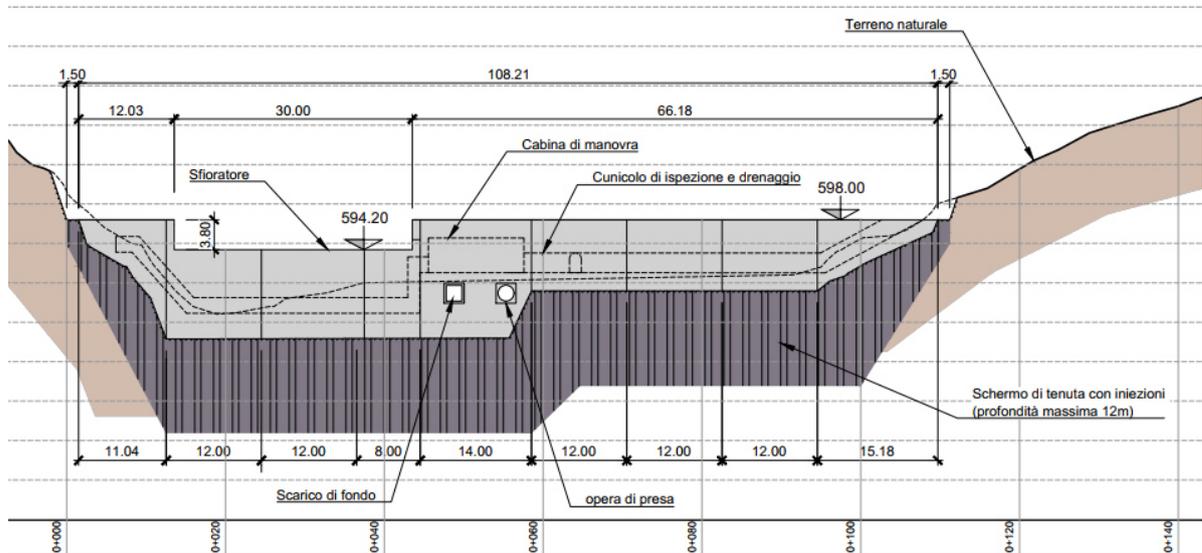


Figura 73: Alternativa 2 (A2*+D), diga A2*, profilo (estratto da [31])

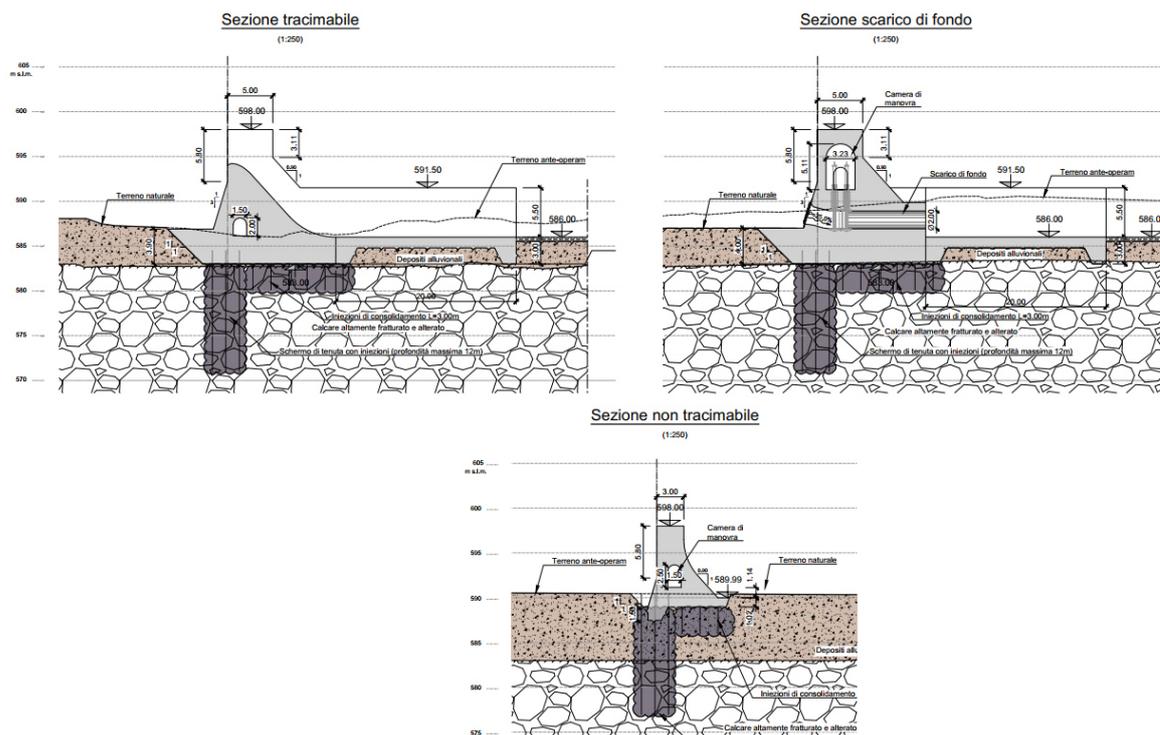


Figura 74: Alternativa 2 (A2*+D), diga A2*, sezioni tipologiche (estratto da [31])

Diga

L'altezza prevista per la diga è di circa 15 m con uno sviluppo del coronamento, di larghezza 3 m, di circa 110 m. La pendenza del paramento di valle è pari a 0,9(o):1,0(v). Il paramento di monte ha pendenza variabile da verticale a 0,3(o);1,0(v).

Per la realizzazione della porzione centrale dello sbarramento, di maggiore altezza, si prevede di rimuovere completamente i depositi alluvionali e impostare il piano di fondazione sull'ammasso calcareo (dalle indagini ubicato ad una profondità di circa 7-8 m). Nella porzione destra dello sbarramento, di minore altezza, si prevedono invece scavi di minore entità. Per migliorare le caratteristiche di deformabilità e resistenza dell'ammasso di fondazione sono previste iniezioni di consolidamento, di profondità indicativa di 3 m, per l'intero sviluppo areale della fondazione diga.

Le filtrazioni attraverso la fondazione della diga vengono limitate attraverso l'esecuzione di uno schermo di tenuta realizzato mediante l'esecuzione di più file di iniezioni cementizie fino ad una profondità massima di 12 m nella porzione centrale della diga.

A valle dello schermo di tenuta è prevista l'esecuzione di uno schermo di drenaggi con profondità massima di circa 5-6 m.

Le acque di raccolta dei drenaggi in fondazioni saranno raccolte da un cunicolo di ispezione e drenaggio ubicato nel corpo diga. Tale cunicolo consentirà inoltre l'accesso alle camere di manovra degli organi di scarico e presa ubicati nel corpo diga.

I paramenti saranno rivestiti in pietra locale al fine di migliorare l'inserimento paesaggistico dell'opera.

Scarico di superficie

Lo scarico di superficie è ubicato nella porzione sinistra del corpo diga in corrispondenza dell'asta fluviale del fiume calore. Tale scarico si compone delle seguenti parti d'opera, che vengono descritte qualitativamente seguendo il verso della corrente che vi defluisce:

- una soglia sfiorante in calcestruzzo armato, posizionata nel corpo dello sbarramento e sagomata secondo il profilo Creager-Scimemi, con quota stramazzante pari alla quota di massima regolazione dell'invaso pari a 594,20 m s.l.m. La lunghezza di sfioro è pari a 30 m, costituita da un unico settore;
- un tratto centrale dove il profilo Creager-Scimemi si raccorda alla pendenza del paramento di valle della diga.
- Un'opera di dissipazione in calcestruzzo armato di lunghezza pari a 20 m, dimensionata secondo lo schema U.S.B.R. tipo III, vale a dire una vasca di dissipazione con blocchi sporgenti che raggiunge la quota del thalweg a valle dell'opera, pari a 586,00 m s.l.m.

Scarico di fondo

Lo scarico di fondo, di dimensioni 2x2 m, è ubicato all'interno del corpo diga con quota di imbocco a 587,5 m s.l.m. Lo scarico è regolato da due paratoie piane in serie manovrate da una camera realizzata all'interno del corpo diga. L'opera di dissipazione a valle è la stessa dello scarico di superficie. Le paratoie dello scarico di fondo saranno dotate di un by-pass per il rilascio in continuo del deflusso minimo vitale.

Opera di presa

L'opera di presa, di dimensioni 2x2 m, è prevista all'interno del corpo diga con una configurazione analoga a quella dello scarico di fondo, con una quota di imbocco pari a 587,00 m s.l.m. La presa sarà regolata da due paratoie piane in serie. Nel tratto a monte delle paratoie la condotta avrà dimensioni 2x2m e sarà rivestita in calcestruzzo; nel tratto a valle delle paratoie, dopo un primo tratto di raccordo, la condotta diventerà circolare e sarà rivestita in acciaio.

All'uscita del corpo diga la condotta confluirà all'interno di un sedimentatore di dimensioni in pianta 20x5m. Nell'opera di sedimentazione sarà alloggiata un'opera di presa dalla quale partirà la condotta metallica interrata

Casa di guardia

Il fabbricato è ubicato in via preliminare sul piazzale a valle dello sbarramento.

7.4.3 Accesso alla diga A2 e viabilità*

Gli accessi allo sbarramento e alle opere accessorie previsti in progetto sono sinteticamente descritti di seguito:

- Accesso a valle diga: in analogia con l'alternativa 2 si prevede di realizzare un prolungamento della viabilità esistente tramite la realizzazione di una strada in rilevato di lunghezza approssimativa di 250 m che si estende alla base del versante in destra idraulica. Tale strada si raccorda con un piazzale a valle della diga previsto a una quota di circa 590-591 m s.l.m.;
- Accesso al coronamento della diga: si prevede di realizzare una nuova strada sul versante destro che si dirama dalla nuova strada di accesso a valle dello sbarramento descritta nel punto precedente.
- Accesso ai cunicoli e alle camere di manovra nel corpo diga: l'accesso è possibile dal piazzale a valle dello sbarramento.

7.4.4 Produzione idroelettrica

L'Alternativa 3 è la più complessa a livello impiantistico, ed offre soluzioni di recupero energetico residuali e di complessità maggiore sia dal punto di vista progettuale che gestionale. I fondamentali sono in questo caso i seguenti:

ALTERNATIVA 3	TIPO TURBINA	Salto riferimento [m]	Q _{min} [l/s]	Q _{max} [l/s]	P _{installata} [kW]
Gruppo DMV/DE	Francis o coclea	6	150	300	12
Gruppo "nodo irriguo"	Michell-Banki	75	250	50	170
Gruppo "recupero diversione"	Francis	40	475	1250	441

ALTERNATIVA 3	Producibilità annua [MWh]
Recupero DMV Tanagro	102
Impianto Nodo "A"	900
Recupero diversione	1766
TOTALE	2768

Tabella 17: Alternativa 3, caratteristiche macchinari previsti e producibilità annua stimata

In questo caso il risparmio in termini di TEP è pari a poco più di 500. La produzione stimata si riferisce ai criteri progettuali di massima; non si considera il contributo di eventuali sfiori disponibili entro limite di derivabilità. Scelte di dettaglio rivolte al risparmio dal punto di vista infrastrutturale ed impiantistico, potrebbero dare luogo a produzioni attese inferiori. Ad esempio, la realizzazione di una coclea alla traversa sul Tanagro potrebbe consentire di realizzare la continuità fluviale anche senza prevedere la scala di rimonta ittica, consentendo un certo recupero energetico.

7.4.5 Opere di mitigazione e compensazione

Oltre agli interventi già descritti per l'alternativa 1, come misura di mitigazione paesaggistica, si prevede:

- la realizzazione di una scala di risalita per i pesci ubicata sul versante in destra;
- l'utilizzo di pietrame locale per il rivestimento dei paramenti della diga A2*.

8. PRESENTAZIONE DELL'ANALISI MULTICRITERIA

8.1 Teoria dell'Analisi Multicriteria – cenni

La valutazione comparativa delle diverse alternative e la conseguente scelta dell'opzione progettuale migliore sono state effettuate operando attraverso le tecniche dell'Analisi Multicriteria. Tali tecniche permettono di confrontare alternative di scelta sulla base di diversi criteri di valutazione. La valutazione avviene tramite l'analisi e l'uso degli indicatori più opportuni, in funzione del contesto e dell'impatto, che sono presi in considerazione per le diverse possibilità allo studio.

I metodi per analizzare e stimare l'impatto delle alternative considerate sono diversi. La scelta del metodo da applicare viene condotta accostando vari aspetti legati non solo all'impatto dell'intervento, ma anche al contesto nel quale esso agisce. I fattori principali che influenzano la scelta del metodo sono i seguenti:

- le esigenze rilevate che sono all'origine dell'iniziativa;
- gli obiettivi specifici dell'intervento;
- il contesto socio-economico di riferimento;
- le informazioni disponibili allo stato dell'arte.

Le tecniche di analisi multicriteria forniscono in ogni caso gli elementi per una comparazione, tra vantaggi e svantaggi, tra costi sostenuti e benefici attesi, in modo da pervenire ad un resoconto sintetico d'insieme. Tale resoconto sarà necessariamente influenzato dal punto di vista del *decision maker*, in quanto i diversi elementi valutati possono avere più o meno importanza per i diversi attori coinvolti nel processo decisionale e negli impatti di un'iniziativa.

L'indicatore è definito in senso lato come un "parametro" o una "aggregazione di più parametri" che sono in stretta relazione con un fenomeno o una caratteristica economica, sociale, territoriale, ambientale, o di altra natura che si intende analizzare e valutare. L'utilità di un indicatore consiste nel permettere di rappresentare sinteticamente tali fenomeni, che altrimenti necessiterebbero di una descrizione più articolata e dispersiva. In relazione alla valutazione delle politiche d'intervento si possono distinguere, ad un livello molto generico, due tipologie di indicatori:

- di stato: che considerano lo stato al presente del fenomeno che si cerca di valutare e delle caratteristiche di contesto ad esso legate (di tipo sociale, economico, territoriale);
- di risposta: che tengono conto in generale delle "risposte" alle azioni dell'intervento del contesto destinatario dell'intervento stesso.

In relazione al tipo di intervento, gli indicatori possono essere utilizzati in ogni fase del processo di valutazione ovvero: *ex ante*, *in itinere*, *ex post*. Ad esempio, nella fase di valutazione *ex ante* gli indicatori possono essere usati per realizzare un profilo descrittivo, sufficientemente articolato, delle caratteristiche ritenute rilevanti delle alternative progettuali concorrenti. Esse saranno valutate per un finanziamento, una scelta avveduta tra le diverse alternative, l'ottimizzazione dell'iniziativa. Di contro

in una fase di valutazione *in itinere* o di monitoraggio è possibile offrire, attraverso gli indicatori, una misura delle prestazioni associabili alla realizzazione dei progetti stessi.

8.2 Definizione della matrice multicriteria

Nel caso in esame l'analisi multicriteria si è affrontata in termini comparativi per le 3 alternative progettuali considerate in questa fase di studio, oltre alla cosiddetta "*opzione zero*", ovvero lo scenario in cui l'opera non venga di fatto realizzata.

L'analisi assume un'architettura a matrice: la definizione della matrice multicriteria si è basata sulla selezione di 5 macroambiti, ovvero criteri, che prendono in considerazione l'interazione tra l'opera in progetto ed il territorio interessato su diversi piani di analisi. Ogni macroambito (o criterio) corrisponde ad un contesto di analisi, ovvero un aspetto caratterizzante della risposta del territorio rispetto ad ogni alternativa progettuale considerata. Ogni macroambito è poi declinato in diversi item, ovvero in diversi aspetti di maggiore dettaglio, come si vedrà nel seguito. Nella fattispecie gli ambiti o criteri scelti quelli descritti nei seguenti sottoparagrafi.

8.2.1 Geologia e Geotecnica (CRITERIO 1)

L'interazione con la componente geologica sia durante i lavori di realizzazione della diga, sia durante l'esercizio della stessa, sono un aspetto di fondamentale importanza. Il rischio geologico, nei diversi aspetti e nei differenti contesti di intervento, è un elemento che va stimato in modo molto attento, pur nella possibile aleatorietà data dalla fase progettuale. La realizzazione di una grande diga è un progetto che può essere portato avanti solamente in assenza di pregiudizievoli incertezze conoscitive e di valutazioni sulle modifiche dei rischi connessi alla costruzione ed all'esercizio che non siano peggiorative per il territorio circostante. Oltre alla componente geologica, questo ambito considera la complessità geotecnica, soprattutto con riferimento alla sezione di imposta della diga ed alla stabilità dei pendii. Gli item considerati in merito al rischio di ambito geologico sono descritti di seguito:

Criterio 1.1 - Fenomeni di carsismo e fratturazione

L'item interessa tutte le alternative progettuali. I materiali sciolti presenti lungo il fondovalle del t. Tanagro e del t. Porcile sono permeabili per porosità. I Calcari che costituiscono il fondo dell'invaso ed il sedime degli sbarramenti (Diga A, A1* e A2*) hanno una permeabilità alta essenzialmente per fratturazione e per carsismo, pur con caratteristiche di eterogeneità legata allo stato di fratturazione della roccia e alla presenza di livelli a permeabilità minore. Il *flysch* sul quale insiste la Diga D è caratterizzato, invece, da una permeabilità medio-bassa per porosità. Nel limite delle informazioni ad oggi disponibili (dati bibliografici e prove di permeabilità realizzate nei sondaggi SA1, SA2 e SD1) si confermano le caratteristiche di permeabilità sopra riportata. Maggiore sarà la permeabilità dei terreni maggiore saranno le perdite di risorsa invasata.

Criterio 1.2 - Contesto sismotettonico e faglia capace

La zona è caratterizzata da una elevata sismicità che interessa tutti i siti in esame; in corrispondenza del sito A è segnalata, inoltre, la presenza di una faglia capace che lambisce l'ubicazione delle opere

di sbarramento. La medesima faglia interessa in misura minore, in quanto più lontana, il sito D. Maggiore è la vicinanza della faglia al sito maggiore sarà il suo impatto sulle opere.

Critero 1.3 - Complessità geotecnica associata all'imposta della diga

Le diverse alternative sono state valutate in relazione alla complessità geotecnica associata all'imposta delle dighe in termini di:

- tipologia di opera di sbarramento in relazione alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche delle fondazioni;
- tipologia delle opere di scarico e di presa in relazione sia alla tipologia di sbarramento sia in relazione alle caratteristiche geotecniche dei siti;
- dimensione degli scavi da prevedere per la realizzazione degli sbarramenti;
- aspetti legati alla stabilità e alla sicurezza dell'opera in relazione alle caratteristiche geotecniche della fondazione e alle caratteristiche sismotettoniche del sito.

Critero 1.4 - Stabilità delle sponde dell'invaso

I calcari e le dolomie potrebbero essere interessati da fenomeni di crollo e/o di ribaltamento mentre il flysch potrebbe essere interessato dalla presenza di fenomeni di crollo e di scivolamento lento legati al progressivo decadimento delle proprietà meccaniche dei terreni, per fenomeni di alterazione e/o rammollimento dello stesso connesso alle acque di pioggia che li imbibiscono. Nel limite delle informazioni ad oggi disponibili (dati PAI e rilievi preliminari in campo) i fenomeni franosi non sembrano avere una significativa estensione e non interessano direttamente le opere di sbarramento. Maggiore sarà l'area di invaso maggiore sarà la possibilità che le sponde vadano ad interessare aree soggette a fenomeni franosi.

8.2.2 Infrastrutture e interferenze (CRITERIO 2)

Questo macroambito considera la complessità costruttiva e gestionale dell'infrastruttura ed il livello di interferenza che l'opera può configurare rispetto ad altre strutture o infrastrutture esistenti o in predicato di essere realizzate, come ad esempio opere stradali o ferroviarie.

Critero 2.1 - Complessità delle strutture necessarie

Le diverse alternative sono state valutate in relazione alla complessità delle strutture necessarie da realizzare in termini di:

- numero di opere di sbarramento;
- dimensione e tipologia dello sbarramento;
- numero e tipologia delle opere accessorie (scarichi, opere di presa, accessi, ecc.);
- lunghezza e tracciato delle condotte idrauliche.

Per la maggior parte dei criteri sopra elencati le alternative progettuali che prevedono due sbarramenti sono dunque da considerarsi più complesse sia dal punto di vista della progettazione sia di quello della realizzazione delle opere.

Criterio 2.2 - Modalità di gestione dell'impianto

Le modalità di gestione dell'impianto vengono valutate in relazione ai seguenti aspetti:

- Gestione dei livelli di invaso: è funzione del numero e tipologia delle paratoie previste e della differenza dei livelli di minima e massima regolazione. Le alternative progettuali che prevedono due invasi sono intrinsecamente più complesse riguardo il primo aspetto, dal momento che risulta maggiore il numero di paratoie. Per quanto concerne il secondo aspetto, una ridotta differenza tra livello minimo e massimo di gestione risulta più complicata da gestire, e viceversa.
- Gestione della produzione idroelettrica: il numero e la tipologia degli impianti idroelettrici sono diversi per le diverse alternative, e la complessità è funzione del numero di impianti e della tipologia dei gruppi previsti in questa fase progettuale.
- Criticità relative ai sedimenti: proprio in relazione al pescaggio della condotta di adduzione, ma anche con riferimento all'interrimento degli invasi, la gestione dei sedimenti rappresenta senz'altro un elemento critico. La possibilità di gestire i sedimenti mediante gli organi di scarico ed i piani di fluitazione, e la semplicità impiantistica sono elementi che consentono di rendere più facile e lineare la gestione del nodo idraulico.

Criterio 2.3 - Interferenze con opere infrastrutturali

Per le diverse alternative vengono valutate in particolar modo potenziali interferenze con grandi opere infrastrutturali esistenti o in fase di progettazione. Le principali infrastrutture individuate nell'area di studio e considerate alla fine della valutazione sono: l'autostrada E45 (Salerno – Reggio Calabria), la linea ferroviaria storica e la linea ferroviaria AV lotto 1C (in progettazione, PFTE).

Inoltre, nell'area di studio, è stata individuata la presenza di un'opera di presa sul fiume calore. Tale opera, di cui non si dispongono informazioni di dettaglio, capta l'acqua dalla cosiddetta "Sorgente Tasso" ad una quota indicativamente compresa tra i 610 m s.l.m. e i 615 m s.l.m. La sorgente è stata intercettata deviando leggermente il corso d'acqua e inserendo due pompe che rilanciano l'acqua verso un piccolo serbatoio posizionato sul rilievo del versante in destra idraulica, il quale alimenta così l'abitato di Casalbuono.

Criterio 2.4 - Interferenze con siti di estrazione esistenti

Per le diverse alternative vengono valutate potenziali interferenze con siti di estrazioni esistenti. Nell'area di studio sono stati individuati due cave ubicate sulle sponde destra e sulla sponda sinistra in corrispondenza del sito A. La cava presente in sponda destra è dismessa e attualmente oggetto di un progetto di ripristino ambientale. La cava presente in sponda sinistra è attualmente in uso. L'invaso della diga A (alternativa 1) interferisce con entrambi i siti di produzione.

Gli invasi delle dighe A1* e A2* (alternative 2 e 3) non presentano invece nessuna interferenza con le cave.

8.2.3 Risorse idriche e idraulica (CRITERIO 3)

L'ambito idraulico comprende gli utilizzi del bacino di accumulo e rappresenta il fine ultimo della realizzazione della diga di Casalbuono, con gli usi plurimi contemplati. L'ambito è pertanto un gruppo di indicatori *ex post* che entra nel merito dell'efficacia del nuovo bacino nel sopperire alle esigenze che hanno portato allo sviluppo progettuale ed alle varie soluzioni progettuali alternative. Nell'ottica degli usi plurimi, l'utilizzo irriguo diviene oggi preponderante, ma la laminazione e la regolazione delle portate rappresentano anch'esse un obiettivo importante. Ci sono poi una serie di benefici ausiliari sia puntuali, come la produzione di energia, sia a scala di bacino. I 4 item considerati in merito alle risorse idriche ed alla protezione idraulica sono descritti qui di seguito.

Criterion 3.1 - Soddisfacimento del fabbisogno irriguo

La realizzazione delle opere consente di regolare i deflussi del fiume Tanagro, in modo da accumulare la risorsa idrica ed in parte destinarla all'irrigazione durante i mesi primaverili ed estivi. Grazie alla posizione altimetrica delle opere, tale risorsa si prevede sia trasferita dagli invasi alla rete del Consorzio a gravità, in sostituzione del prelievo da falda attualmente in essere. Sebbene le differenti alternative progettuali prevedano opere di ritenuta ubicate in diversi siti, in ciascuno dei casi è possibile derivare una portata sufficiente durante i 5 mesi che vanno da maggio a settembre. Tale portata viene destinata in gran parte alla rete irrigua del Vallo di Diano, senza tuttavia tralasciare un contributo che viene inviato al limitrofo comizio di Sanza, nell'Alto Bussento, ed una piccola quota parte che viene destinato alle aree agricole in comune di Casalbuono. Nella seguente Tabella 18 vengono inseriti i valori delle portate derivate per ciascuna di queste aree. La lieve differenza tra l'Alternativa 1 e le Alternative 2 e 3 risiede nel fatto che, per dimensionare le opere di sbarramento, è stato calcolato un bilancio idrico che nel caso della Diga D deve tenere conto del rilascio di DMV/DE nel torrente Porcile, pari a 30 l/s. Per visualizzare in dettaglio lo schema idrico analizzato, si rimanda alla Relazione idraulica-idrologica preliminare, al capitolo 5.

	Portata derivata [l/s]			
	Schema irriguo Vallo di Diano	Comizio Sanza	Aree irrigue Casalbuono	Totale
Alternativa 1	690	50	10	750
Alternativa 2	670	50	10	720
Alternativa 3	670	50	10	720

Tabella 18: Calcolo coefficiente riduttivo delle portate del torrente Porcile rapportate a quelle del fiume Tanagro

Criterion 3.2 - Capacità di laminazione delle piene

L'efficace capacità di laminazione delle piene da parte delle opere in progetto rientra tra gli obiettivi primari da raggiungere. Gli eventi presi in considerazione sono quelli che fanno riferimento a tempi di ritorno pari a $T_r = 10, 30, 50, 100, 300$ anni, in modo da valutare un ampio spettro che va dalle piene più frequenti a quelle più rare. Tutte le alternative prevedono la realizzazione di un'opera di sbarramento sul fiume Tanagro e l'alternativa 2 e 3 prevedono anche uno sbarramento sul torrente

Porcile. L'efficacia della laminazione viene misurata sia in funzione della riduzione delle portate lungo il fiume Tanagro, sia di quella lungo il corso del torrente Porcile. Dal momento che i due corsi d'acqua contribuiscono in modo differente in termini di portate, sono stati preliminarmente calcolati dei coefficienti per tenere conto di questo aspetto; in funzione del tempo di ritorno, sono state rapportate le portate di afflusso idrologiche tra il bacino del fiume Tanagro afferente alle opere nel sito A ed il bacino del torrente Porcile afferente alla Diga D. I valori di calcolo ed i coefficienti sono riportati in

Tabella 19.

	Unità di misura	Tempo di ritorno [anni]				
		10	30	50	100	300
Portata massima di afflusso fiume Tanagro a sito A	[m ³ /s]	30	54	67	87	120
Portata massima di afflusso torrente Porcile a sito D	[m ³ /s]	4	9	13	19	30
Coefficiente riduttivo delle portate D/A	[-]	0.13	0.17	0.19	0.22	0.25

Tabella 19: Calcolo coefficiente riduttivo delle portate del torrente Porcile rapportate a quelle del fiume Tanagro

Critero 3.3 - Producibilità idroelettrica e risparmio energetico

La produzione idroelettrica è un aspetto per così dire ancillare dell'iniziativa. Dal punto di vista energetico le diverse alternative possono determinare la produzione di differenti valori attesi di energia rinnovabile ed il risparmio di energia consumata dalle attuali stazioni di pompaggio, grazie alla disponibilità di quantità d'acqua ad una quota superiore. Il quadro di potenze complessive installate e produzione attesa annua è, per le diverse alternative, il seguente.

ALTERNATIVA	POTENZA INSTALLATA [MW]	PRODUCIBILITÀ ANNUA [MWh]
OPZIONE ZERO	0	0
ALTERNATIVA 1	1.43	5420
ALTERNATIVA 2	0.76	3403
ALTERNATIVA 3	623	2768

Tabella 20: Stima della produzione attesa media annuale per le diverse soluzioni alternative

Le producibilità riportate non considerano eventuali extraproduzioni dovute allo sfruttamento degli sfiori entro limite di derivabilità, nei periodi in cui il bacino venga tenuto a livelli bassi a fini di laminazione. Questo aspetto è molto più significativo nell'alternativa 1, la quale consente anche di realizzare risparmio energetico rispetto alle stazioni di pompaggio attualmente in esercizio.

Critero 3.4 - Benefici idrologici a scala di bacino

I benefici idrologici a scala di bacino sono stati valutati in relazione ad i seguenti criteri:

- Sostituzione del prelievo della risorsa idrica a fini irrigui per mezzo di impianto di pompaggio con derivazione dall'invaso in progetto per mezzo di condotte con funzionamento a gravità;
- Alimentazione ed arricchimento dell'acquifero circostante l'area di invaso.

Il primo beneficio viene conseguito in ognuna delle alternative, in quanto ciascuna delle opere garantisce il fabbisogno irriguo, senza impoverire la risorsa idrica presente nel sottosuolo. Il secondo beneficio viene anch'esso conseguito dalle alternative proposte; tanto più, l'Alternativa 2 e l'Alternativa 3 si contraddistinguono per la realizzazione di rispettivi due invasi, con conseguenti benefici diffusi su due acquiferi.

8.2.4 *Aspetti ambientali (CRITERIO 4)*

La metodologia utilizzata per il confronto dal punto di vista ambientale delle alternative della diga e dei suoi invasi, proposta per il progetto in esame, si basa sul criterio di valutazione della sostenibilità delle diverse iniziative, che può essere applicato, in linea generale, a scenari differenti distinguibili in pianificazione e progettazione. La scelta della metodologia di confronto messa a punto prevede di sviluppare una sequenza logica che partendo dalla definizione degli obiettivi ambientali che si tende raggiungere, porta, attraverso la schematizzazione dei rapporti opera-ambiente, a determinare il bilancio delle risorse connesse all'opera.

Primo passaggio fondamentale è quindi stato quello di determinare gli obiettivi ambientali a cui la progettazione in oggetto deve rispondere e tra questi selezionare quelli legati al contesto generale in cui si inserisce l'opera. Al fine di prendere in considerazione in modo completo l'insieme di obiettivi ambientali che il progetto in esame dovrà perseguire, sono stati analizzati i principi di sostenibilità presenti nel vasto elenco di atti e documenti in materia ambientale.

Gli item considerati in merito agli aspetti ambientali sono descritti nel seguito e riguardano il paesaggio, l'acqua, la biodiversità, il suolo. Le valutazioni espresse considerano sia gli impatti ambientali temporanei sia quelli dello stato di progetto, al tendere. Trattandosi di impatti di durata diversa, il giudizio complessivo consiste in una media pesata tra la fase costruttiva e quella di esercizio. Nelle alternative 2 e 3, caratterizzate da dighe di dimensioni inferiori distribuite su due cantieri, gli impatti legati ai lavori in entrambi i siti risultano confrontabili con quelli dell'Alternativa 1, che presenta una diga di maggiore entità ma un singolo cantiere. Pur differendo nella dimensione delle strutture, le implicazioni ambientali temporanee delle alternative 2 e 3 si equivalgono rispetto a quelle dell'alternativa 1, considerando gli impatti associati ai siti coinvolti.

Criterion 4.1 - Paesaggio: alterazione dello stato dei luoghi

Obiettivo del progetto è quello di tutelare il patrimonio culturale circostante l'area di intervento, minimizzando/escludendo le interferenze con i principali elementi paesaggistici, archeologici ed architettonici vincolati e di interesse. Le alternative previste devono essere il più possibile compatibili con il paesaggio circostante, in particolare con gli elementi di caratterizzazione del paesaggio di pregio ossia quegli elementi strutturanti il paesaggio. Inoltre, il progetto dovrà il più possibile prediligere soluzioni che permettano la fruibilità dei luoghi caratterizzanti l'area di interesse.

Analizzando le diverse alternative progettuali relative alla costruzione della diga e dei suoi invasi, emerge chiaramente che ciascuna di esse comporta un impatto significativo sull'aspetto paesaggistico della zona. L'implementazione di qualsiasi delle proposte progettuali porta a un'alterazione dello stato

dei luoghi. Tuttavia, l'alternativa 1 si caratterizza per la proposta di una diga di notevole altezza, con un'ampia area di invaso situata in un contesto ad alta visibilità. Al contrario, le alternative 2 e 3 prevedono una nuova diga sul torrente Porcile, ma in un contesto paesaggistico di minore pregio. Inoltre, includono uno sbarramento sul torrente Tanagro con un'altezza inferiore e un invaso di dimensioni più ridotte rispetto all'alternativa 1. In tutte e tre le alternative, tuttavia, è importante sottolineare che si verificherà un'alterazione significativa dello stato dei luoghi dal punto di vista paesaggistico.

Criterio 4.2 - Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali

Obiettivo del progetto è quello di tutelare la qualità delle acque che potrebbero essere inquinate e conservare il regime delle acque superficiali. La modifica del regime delle acque superficiali si riferisce a cambiamenti nei flussi idrici e nei modelli temporali di distribuzione dell'acqua in un corso d'acqua o in una zona idrografica. Questi cambiamenti possono essere causati da una serie di fattori naturali o antropici e hanno un impatto significativo sugli ecosistemi acquatici e sulla disponibilità di risorse idriche per scopi umani. Le variazioni nei regimi idrologici possono avere impatti diretti sugli habitat acquatici, influenzando la vegetazione fluviale, la qualità dell'acqua e la disponibilità di rifugi per la fauna ittica e per altri organismi acquatici. Cambiamenti nei regimi idrologici possono minacciare la biodiversità acquatica, portando alla perdita di specie adattate a specifici ambienti fluviali.

La comprensione e la gestione della modifica del regime delle acque superficiali sono cruciali per preservare gli ecosistemi fluviali, garantire la sostenibilità delle risorse idriche e mitigare gli impatti negativi sulle comunità umane. La progettazione e la gestione sostenibile delle risorse idriche dovrebbero considerare attentamente questi fattori per adattarsi ai cambiamenti in corso e prevenire ulteriori alterazioni dannose.

Le diverse alternative progettuali relative alla diga e ai suoi invasi presentano un comune denominatore: tutte prevedono modificazioni del regime delle acque superficiali. Nel dettaglio, l'Alternativa 1 propone modifiche specifiche nell'asta del torrente Tanagro, mentre le Alternative 2 e 3 estendono tali modifiche ad entrambi i corsi d'acqua, coinvolgendo sia l'asta del torrente Tanagro che l'asta del suo affluente (torrente Porcile). È importante sottolineare che, nonostante queste modifiche, nessuna delle alternative progettuali comporta alterazioni qualitative alle acque superficiali.

Criterio 4.3 - Biodiversità: impatto su flora e fauna

Obiettivo del progetto è conservare e tutelare la biodiversità attraverso la minimizzazione dell'occupazione di aree naturali e semi naturali al fine di non alterare gli habitat naturali presenti sul territorio e ridurre al minimo la frammentazione delle aree naturali. L'interruzione ecologica e la trasformazione o perdita delle superfici boscate rappresentano gravi minacce per la biodiversità e gli ecosistemi. L'interruzione ecologica, cioè quando un'area naturale viene frammentata o divisa da elementi artificiali, può interrompere i corridoi naturali di spostamento degli organismi, isolare popolazioni, compromettere la dinamica ecologica e influire negativamente sulla migrazione degli animali e sulla dispersione delle piante.

La trasformazione delle superfici boscate può avvenire attraverso la deforestazione, la conversione del suolo per scopi agricoli o industriali, o il cambiamento del tipo di copertura vegetale. La perdita delle superfici boscate implica la distruzione diretta degli habitat forestali. La perdita delle superfici boscate può portare all'estinzione di molte specie vegetali e animali, interrompere le catene alimentari, influenzare il ciclo dell'acqua e contribuire al cambiamento climatico. Inoltre, molte specie dipendono strettamente dagli habitat forestali e la loro perdita può portare al declino delle popolazioni.

Le azioni di ripristino degli habitat forestali possono contribuire a mitigare gli effetti della perdita di superfici boscate e dell'interruzione ecologica. Un approccio sostenibile all'utilizzo delle risorse forestali, inclusa la promozione della gestione forestale sostenibile, è essenziale per mantenere l'equilibrio tra le esigenze umane e la conservazione degli ecosistemi.

In riferimento alle varie alternative, l'alternativa 1 potrebbe comportare un'importante interruzione ecologica nell'asta Tanagro. La realizzazione di opere o infrastrutture potrebbe interferire con i corridoi biologici utilizzati dalla fauna per gli spostamenti stagionali e ridurre la connettività degli habitat naturali. Ciò potrebbe portare alla frammentazione degli ecosistemi e influire negativamente sulla diversità biologica. Inoltre, è possibile che l'alternativa 1 comporti la trasformazione o la perdita di superfici boscate lungo il corso dell'asta del torrente Tanagro.

Similmente all'alternativa 1, l'alternativa 2 potrebbe generare un'interruzione ecologica nell'asta Tanagro. La realizzazione di infrastrutture aggiuntive o la modifica del territorio possono interrompere i flussi naturali degli ecosistemi, con conseguenze negative sulla biodiversità. Inoltre, l'alternativa 2 potrebbe comportare una maggiore trasformazione o perdita di superfici boscate rispetto all'alternativa 3. Questo potrebbe avere impatti significativi sulla fauna e sulla flora, specialmente se le aree boscate interessate sono cruciali per la conservazione di specie particolari.

L'alternativa 3, invece, offre un approccio più sostenibile. La possibilità di inserire una scala di risalita ittiofauna potrebbe favorire la continuità ecologica dell'asta Tanagro. Questa misura potrebbe consentire alle specie ittiche di superare eventuali ostacoli artificiali, mantenendo la connettività tra i tratti del fiume e preservando così gli equilibri ecologici. Inoltre, l'alternativa 3 sembrerebbe comportare una minore perdita di superfici boscate rispetto all'alternativa 2. Questo potrebbe limitare gli impatti negativi sull'habitat forestale, preservando al contempo la biodiversità associata a tali ambienti.

Critero 4.4 - Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso

L'obiettivo del progetto è quello di minimizzare il consumo di suolo, in particolare rispetto alle aree a destinazione agricola e forestali e agli habitat naturali. Il consumo del suolo si verifica quando il suolo naturale viene convertito in terreno urbano, industriale o infrastrutturale. L'eccessivo consumo del suolo può portare alla perdita di terreni agricoli fertili, alla distruzione degli habitat naturali e all'aumento del rischio di eventi come alluvioni e frane.

La perdita del suolo si verifica quando lo strato superiore del suolo, noto come humus, viene eroso o degradato. Questo può avvenire a causa di fenomeni naturali come l'erosione idrica o eolica, ma spesso è accelerato dalle attività umane come l'agricoltura intensiva, la deforestazione e la

costruzione di infrastrutture. La perdita del suolo può avere gravi conseguenze sulla fertilità del terreno, sulla qualità dell'acqua e sulla capacità del suolo di svolgere funzioni ecosistemiche cruciali. La trasformazione d'uso del suolo si riferisce a qualsiasi cambiamento nell'utilizzo del suolo da una forma a un'altra. La gestione sostenibile del suolo è essenziale per preservare la sua fertilità, proteggere gli ecosistemi, garantire la sicurezza alimentare e mitigare gli impatti negativi sulle risorse naturali.

Analizzando le alternative progettuali, l'alternativa 1 con la realizzazione della diga A nel sito A e un invaso di circa 12 Mm³, sembra offrire un approccio più contenuto dal punto di vista del consumo di suolo. Questo è attribuibile alla sua duplice funzione di accumulo della risorsa idrica e laminazione delle piene nello stesso sito, che consente di massimizzare l'utilizzo dello spazio disponibile.

D'altra parte, le alternative 2 e 3 prevedono uno sbarramento più piccolo nel sito A, con invasi inferiori, ma un bacino di accumulo separato nel sito D. La distribuzione dei volumi di acqua su più siti porta a un maggiore consumo complessivo di suolo rispetto alla prima alternativa.

8.2.5 Costi ed altri impatti (CRITERIO 5)

In questo macro ambito sono stati considerati i costi associati alle opere, sia i CAPEX sia gli OPEX, e dunque l'impegno economico e finanziario dell'investitore per realizzare e gestire l'opera. Si sono inoltre considerati gli impatti dell'opera diversi da quelli ambientali, ovvero quelli relativi ad aspetti sociali, occupazionali, turistici. In questo macroambito si è inserito anche l'impatto archeologico. I 5 item considerati in merito agli impatti non ambientali sono descritti qui di seguito:

Critero 5.1 - Costi di realizzazione e gestione delle opere (CAPEX+OPEX):

Nell'attuale fase progettuale è stato eseguito un computo metrico di tutte le principali opere costituendo le diverse alternative progettuali. La stima economica delle lavorazioni è stata ottenuta, a secondo delle opere, tramite applicazione diretta alle quantità ottenute degli elenchi prezzi di riferimento: Elenco prezzi della Regione Campania 2023 e Prezziario Anas 2023. In alternativa sono state considerate valutazioni parametriche di confronto con opere simili realizzate nell'ambito di altri progetti da parte del Raggruppamento dei Progettisti. In questo ultimo caso, si è anche applicata una rivalutazione del costo in funzione dell'anno in cui era stato ottenuto il prezzo di riferimento.

La stima economica delle 3 soluzioni alternative analizzate è effettuata per macro-voci, in particolare:

1. Diga (diga A, A1*, A2* e D);
2. Opere idrauliche e idromeccaniche (scarichi di fondo e mezzofondo, opera di presa, scarico di superficie, scarichi di regolazione, ecc.);
3. Opere accessorie;
4. Opere di accesso e viabilità;
5. Condotte idrauliche e opere al nodo A;
6. Centrali idroelettriche;
7. Irrigazione;
8. Opere di mitigazione, compensazione e sviluppo.

Calcolato l'importo dei lavori, tutte le spese di cantierizzazione e di sicurezza sono state stimate come una percentuale dell'importo dei lavori, in particolare pari al 7% per la sicurezza e pari a 5% per la cantierizzazione. Le stime riportate derivano da quantità stimate sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, e sono state valutate con il grado di approssimazione caratteristico della fase di studio in corso. Si rimanda quindi alle successive fasi di progettazione ogni affinamento di tali stime; in questo senso il computo presentato è da considerarsi parametrico e preliminare. Nella seguente tabella si riporta il sommario degli importi per ciascuna delle macro-voci presentate precedentemente.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
1 DIGA	96'627'287.59 €	60'966'325.80 €	45'940'187.84 €
1.1 Diga A	96'627'287.59 €	- €	- €
1.2 Diga A1*	- €	18'938'563.16 €	- €
1.3 Diga A2*	- €	- €	3'912'425.20 €
1.4 Diga D	- €	42'027'762.64 €	42'027'762.64 €
2 OPERE IDRAULICHE E IDROMECCANICHE	20'448'911.92 €	20'275'254.03 €	18'456'675.03 €
Diga A, A1* E A2*			
2.1 Scarichi di fondo e mezzo-fondo	9'227'201.30 €	400'000.00 €	365'000.00 €
2.2 Opera e condotta di presa/restituzione	5'696'929.73 €	457'500.00 €	487'500.00 €
2.3 Scarico di superficie	4'704'780.88 €	1'144'269.00 €	542'690.00 €
2.4 Scarichi di regolazione	- €	1'200'000.00 €	- €
2.5 Opere idrauliche di protezione a valle diga	820'000.00 €	832'000.00 €	820'000.00 €
Diga D			
2.1 Scarichi di fondo	- €	5'927'040.02 €	5'927'040.02 €
2.2 Opera e condotta di presa/restituzione	- €	6'496'161.02 €	6'496'161.02 €
2.3 Scarico di superficie	- €	3'788'284.00 €	3'788'284.00 €
2.4 Opere idrauliche di protezione a valle diga	- €	30'000.00 €	30'000.00 €
3 OPERE ACCESSORIE	1'128'320.00 €	1'783'000.00 €	1'633'000.00 €
Diga A, A1* E A2*			
3.1 Opere temporanee per la deviazione delle acque	328'320.00 €	150'000.00 €	150'000.00 €
3.2 Casa di guardia e locali tecnici	800'000.00 €	500'000.00 €	350'000.00 €
Diga D			
3.1 Opere temporanee per la deviazione delle acque	- €	333'000.00 €	333'000.00 €
3.2 Casa di guardia e locali tecnici	- €	800'000.00 €	800'000.00 €
4 OPERE DI ACCESSO E VIABILITA'	5'239'000.00 €	5'108'000.00 €	4'880'000.00 €
4.1 Opere di accesso alla diga e alle opere accessorie - Sito A	5'239'000.00 €	828'000.00 €	600'000.00 €
4.2 Opere di accesso alla diga e alle opere accessorie - Sito D	- €	4'280'000.00 €	4'280'000.00 €
5 CONDOTTE IDRAULICHE	50'500'000.00 €	62'800'000.00 €	62'800'000.00 €
5.1 Condotta di adduzione diga A - nodo A	49'000'000.00 €	- €	- €
5.2 Condotta di derivazione diga A* - diga D	- €	39'550'000.00 €	39'550'000.00 €
5.3 Condotta di adduzione diga D - nodo A	- €	21'000'000.00 €	21'000'000.00 €
5.4 Condotta di adduzione Buonabitacolo - Senza	1'500'000.00 €	2'250'000.00 €	2'250'000.00 €
6 CENTRALI IDROELETTRICHE	1'702'000.00 €	1'281'000.00 €	1'793'000.00 €
6.1 Diga A e A1*	300'000.00 €	100'000.00 €	- €
6.2 Diga D	- €	767'000.00 €	663'000.00 €
6.3 Nodo A	1'402'000.00 €	414'000.00 €	1'130'000.00 €
7 IRRIGAZIONE	1'990'000.00 €	1'990'000.00 €	1'990'000.00 €
7.1 Impianto irrigazione comizi Casalbuono	1'150'000.00 €	1'150'000.00 €	1'150'000.00 €
7.2 Impianto di irrigazione comizi Senza	840'000.00 €	840'000.00 €	840'000.00 €
8 OPERE DI MITIGAZIONE, DI COMPENSAZIONE E DI SVILUPPO	10'745'414.64 €	2'645'935.73 €	2'848'370.24 €
8.1 Mitigazioni Ambientali di cantiere/ripristini vegetazionali/rimboschimento	988'000.00 €	1'126'000.00 €	1'054'500.00 €
8.2 Piano di Monitoraggio Ambientale	450'000.00 €	550'000.00 €	550'000.00 €
8.3 Compensazioni Ambientali	1'307'414.64 €	969'935.73 €	943'870.24 €
8.4 Opere di protezione abitato di Casalbuono	8'000'000.00 €	- €	- €
8.5 Scala di risalita pesci	- €	- €	300'000.00 €
TOTALE IMPORTO LAVORI	188'380'934.15 €	156'849'515.56 €	140'341'233.11 €
Spese di cantierizzazione	9'419'046.71 €	7'842'475.78 €	7'017'061.66 €
Spese per la sicurezza	13'186'665.39 €	10'979'466.09 €	9'823'886.32 €
TOTALE	210'986'646.25 €	175'671'457.43 €	157'182'181.08 €

Tabella 21: Sommario delle stime economiche per le singole alternative

A fronte di uno sforzo economico finanziario notevole per la realizzazione dell'opera, si devono considerare anche i costi di normale gestione della stessa, che sono di seguito stimati per anno di esercizio.

I costi di gestione si compongono, tipicamente, di *manpower*, noli e servizi. Nel caso specifico, per tutte e tre le alternative, è necessario prevedere dei costi di guardiania, configurandosi la realizzazione di una grande diga, e dunque la necessità di presenza continua per il controllo e la sorveglianza delle strutture. In linea teorica le grandi dighe, per l'Alternativa 2, sono due e pertanto potrebbero essere necessari due guardiani, ma la vicinanza delle opere lascia intendere che il guardiano potrà essere presumibilmente unico. I costi di gestione dell'impianto idroelettrico e la piccola manutenzione degli scarichi idraulici potranno essere gestiti da una ditta specializzata in *service*. Questi costi, sulla base di progetti simili, sono stimati in circa 8 € per MWh prodotto, pari a quanto viene riconosciuto al gestore del *service*, ed ai canoni idrici. Le spese tecniche saranno relative ai compensi per l'ingegnere responsabile ed il topografo, nelle relazioni con la struttura ministeriale. Non sono considerate, in questa sede, le spese assicurative ed amministrative. Di queste spese impiegate il Consorzio irriguo potrà valutare l'internalizzazione, in relazione alla disponibilità del personale tecnico ed amministrativo. Da punto di vista dei monitoraggi sono state considerate spese leggermente superiori per l'alternativa 3, nel caso in cui sia dotata di scala di rimonta. Infine, i costi di manutenzione di diga ed impianti, considerano piccole spese di manutenzione a rottura o preventiva, non le spese per accantonamenti e attività più complesse di manutenzione straordinaria. Il quadro delle spese annue è il seguente:

VOCE DI COSTO	0	1	2	3
Guardiania	0	75	90	80
Spese tecniche	0	25	40	35
O&M hydro e organi diga	0	43	27	22
Monitoraggi ambientali	0	8	10	12
Manutenzione diga	0	10	15	10
Piccole manutenzioni	0	15	30	30
TOTALE	0	176	212	189

Tabella 22: Stima degli OPEX annui per le diverse alternative, in k€

Al fine di comprendere l'influenza percentuale delle spese rispetto alla "produzione" si è ipotizzato di trattare l'acqua stoccata e l'energia prodotta come commodity, e quantificarne il valore in 8 cent€/m³ per l'acqua e 100 €/MWh per l'energia elettrica. In questo modo si è calcolato l'impatto percentuale degli OPEX sulla produzione così stimata.

Combinando i costi di realizzazione, CAPEX, e quelli di gestione, OPEX, si arriva ad esprimere una valutazione complessiva dell'impatto dei costi. Come sarà in seguito meglio illustrato, i costi saranno comparati ai benefici ottenuti dalla realizzazione dell'opera, in termini di disponibilità idriche e di energia prodotta.

Criterion 5.2 - Sviluppo turistico-ricreativo

Lo sviluppo turistico e ricreativo della zona è di difficile stima e dipende da eventuali dinamiche virtuose che si potranno instaurare in funzione della presenza del nuovo o dei nuovi invasi. L'invaso sul Tanagro è da considerarsi di maggiore interesse in quanto maggiormente fruibile dal punto di vista logistico, e potenzialmente sinergico rispetto alla realizzazione di un'area umida a valle diga, ed all'ippovia o comunque ad opere di compensazione che interessano il ramo fluviale maggiore. Gli specchi d'acqua sono caratterizzati da escursioni stagionali consistenti e, in funzione di tali escursioni, l'area dello specchio d'acqua varia di conseguenza. Nella seguente tabella sono espresse le aree di specchio liquido alle quote di massima e minima regolazione, in ettari.

ALTERNATIVE DI PROGETTO	0	1	2	3
Area lago sul Tanagro [massima, in ha]	-	57.4	7.7	1.4
Area lago sul Tanagro [minima, in ha]	-	6.7	4.8	0.5
Escursione del lago sul Tanagro [in m]	-	44	10	5
Area lago sul Porcile [massima, in ha]	-	-	58.6	58.6
Area lago sul Porcile [minima, in ha]	-	-	11	11
Escursione del lago sul Porcile [in m]	-	-	40	40

Tabella 23: Caratteristiche degli specchi d'acqua nelle diverse alternative

Si noti come le alternative 2 e 3 realizzino un lago di area consistente sul Porcile, con escursione notevole, mentre il lago sul Tanagro ha, per l'Alternativa 2, un'ampiezza non molto variabile ma già di consistenza interessante, e che si colloca sull'asta principale del corso d'acqua.

Critério 5.3 - Sviluppo occupazionale (primario, secondario, terziario)

Dal punto di vista dello sviluppo occupazionale la realizzazione del progetto di cui si tratta porterà elementi positivi su più piani, scale temporali e settori. Innanzitutto, per tutte e tre le alternative si tratta di implementare un cantiere di grandi dimensioni, della durata di almeno due anni, che porterà maestranze ad abitare nelle zone vicine, e creerà indotto nei servizi di ricezione e nelle attività ancillari rispetto ad un cantiere civile articolato e complesso.

Con riferimento alla fase di esercizio dell'infrastruttura realizzata l'occupazione riguarda personale locale che sarà impegnato in servizi tecnici, di guardiania, di supporto. Ovviamente il settore primario sarà direttamente avvantaggiato dalla disponibilità irrigua di risorsa, con dirette ripercussioni sulla quantità e la qualità dei prodotti. Anche il settore dei servizi si svilupperà di conseguenza, soprattutto con riferimento a possibili iniziative turistiche, di cui si è detto in precedenza.

Critério 5.4 - Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico

L'analisi archeologica eseguita ha evidenziato i siti di maggior interesse localizzati attorno alle aree di studio, ovvero: Casalbuono e Montesano, in realtà rappresentato da Marcellianum corrispondente all'attuale San Giovanni in Fonte. Altri siti di grande rilievo quali Sala Consilina, Atena Lucana o Polla risultano ad una distanza eccessiva per essere presi in considerazione, anche se rivestono indubbiamente una certa importanza nella caratterizzazione storica dei luoghi. L'area del Vallo di Diano, all'interno della quale si ubicano le opere, è un territorio a continuità di vita dalla preistoria ai

giorni nostri. Maggiori informazioni si hanno però per le sue propaggini settentrionali, orientali e occidentali; meno note le vicende del settore meridionale. Le frange settentrionali sono interessate dai siti maggiori, quali Polla o Sala Consilina, Padula, Atena Lucana; a est e a ovest troviamo percorsi viari battuti in età storica, e così longitudinalmente il Vallo doveva essere attraversato dalla strada consolare da Reggio a Capua; nota era la stazione di Cesariana, che doveva ubicarsi tra Casalbuono e Lagonegro, ma la sua posizione è a tutt'oggi incerta. Insomma, un territorio battuto, percorso sia per il transito lungo la penisola, sia raggiunto a scopi commerciali. Importantissima a questo riguardo, in epoca tardo antica, la fiera di Marcelliana, che sicuramente poneva le basi in epoche precedenti.

Per quanto riguarda le opere in progetto, che prevedono in tutti i casi la costruzione di uno sbarramento, di una condotta e di opere accessorie, dalla sovrapposizione tra i siti noti, i punti archeologici conosciuti e le opere di progetto, le distanze dalle opere stesse, sia per l'alternativa 1 che per la 2 o la 3, risultano considerevoli, nell'ordine di chilometri. Unico punto di interesse, una struttura fortificata posta a quasi 300m di distanza dalla linea della condotta, a circa metà del percorso tra la diga A1 e la diga D; i siti più vicini, oltre a questo, sono i resti di una villa rustica romana, a circa 1 km di distanza dal settore nord della condotta, e un insediamento protostorico posto ad una distanza di 1182 m dall'invaso A. I restanti siti posizionati si attestano a oltre 2km di distanza.

In sostanza, nonostante non vi siano presenze conclamate all'interno delle aree progettuali, il profilo storico-archeologico della zona e le profondità di scavo previste, indicano un buon potenziale dell'area e un forte rischio archeologico delle operazioni in progetto, pur in assenza di elementi che ci consentano di optare per una soluzione piuttosto che per le altre.

8.3 Scelta dei pesi della matrice di analisi multicriteria

Di seguito sono descritti i pesi scelti per i diversi macroambiti e, all'interno degli stessi, dei diversi indicatori o item, motivando le scelte sulla base di criteri per forza di cose soggettivi, ma che rispecchiano le sensibilità degli Scriventi, i diversi interessi in gioco e le finalità del progetto.

Dei 5 macroambiti il peso maggiore è stato assegnato a risorse idriche/idraulica ed a geologia/geotecnica. A questi macroambiti è stato assegnato un peso rispettivamente pari al 30% ed al 25%. La realizzazione del bacino, infatti, è influenzata pesantemente dal contesto geologico, che può rappresentare una pregiudiziale per alcune alternative progettuali, mentre la finalità del progetto è quella di regimazione delle acque per diversi scopi, e dunque il macroambito idraulico è da considerarsi migliorativo rispetto all'opzione zero, e di grande importanza per il territorio. Gli altri 3 macroambiti hanno avuto, invece, l'assegnazione di un peso del 15%.

I singoli item hanno un peso relativo al macroambito; sommando i pesi relativi si raggiunge il 100%, mentre moltiplicando il peso relativo all'item specifico si ottiene il peso assoluto del singolo indicatore. Ad esempio, l'indicatore "Soddisfacimento del fabbisogno irriguo" indica il grado di adeguatezza, rispetto alle esigenze future, del soddisfacimento del fabbisogno agricolo in funzione anche dei diversi

anni idrologici prevedibili. Il peso dell'indicatore è pari al 40% del macroambito "risorse idriche/idraulica", ed ha quindi un peso assoluto pari al 12%.

La seguente tabella riassume in maniera immediata i pesi assegnati nell'ambito del presente studio ai 5 macroambiti individuati e ai 22 indicatori (o item) complessivamente presi in considerazione.

	CRITERI	PESO (%)	
1	GEOLOGIA E GEOTECNICA	25%	
1.1	Fenomeni di carsismo e fratturazione	9%	35%
1.2	Impatto su contesto sismotettonico e faglia capace	9%	35%
1.3	Complessità geotecnica associata all'imposta delle dighe	5%	20%
1.4	Stabilità delle sponde dell'invaso	3%	10%
2	INFRASTRUTTURE E INTERFERENZE	10%	
2.1	Complessità delle strutture necessarie	4%	35%
2.2	Modalità di gestione dell'impianto	4%	35%
2.3	Interferenze con opere infrastrutturali	2%	15%
2.4	Interferenze con siti di estrazione esistenti	2%	15%
3	RISORSE IDRICHE E IDRAULICA	30%	
3.1	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo	12%	40%
3.2	Capacità di laminazione delle piene	9%	30%
3.3	Producibilità idroelettrica e risparmio energetico	6%	20%
3.4	Benefici idrologici a scala di bacino	3%	10%
4	ASPETTI AMBIENTALI	20%	
4.1	Paesaggio: Alterazione dello stato dei luoghi	6%	30%
4.2	Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali	6%	30%
4.3	Biodiversità: impatto su flora e fauna	4%	20%
4.4	Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso	4%	20%
5	COSTI ED ALTRI IMPATTI	15%	
5.1	Costi di realizzazione ed esercizio delle opere	5%	30%
5.2	Sviluppo turistico-ricreativo	5%	30%
5.3	Sviluppo occupazionale (primario, secondario, terziario)	5%	30%
5.4	Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico	2%	10%
	TOTALE	100%	

Tabella 24: Quadro di macroambiti, item e relativi pesi associati nella matrice multicriteriale

8.4 Criterio nell'assegnazione delle valutazioni

Dopo aver assegnato i pesi ai diversi parametri di giudizio, si tratta di attribuire le valutazioni a tutti gli indicatori (item) contemplati, per ciascuna delle alternative progettuali considerate. Le valutazioni possibili sono 7, e corrispondono a punteggi che vanno da -1, per una valutazione critica, a +1 per una valutazione eccellente. La granularità dei punti assegnati è pari a 0.33 e, per ogni indicatore, il criterio di assegnazione è diverso.

VALUTAZIONI	PUNTI	
eccellente	3	1.00
adeguato	2	0.67
parzialmente adeguato	1	0.33
neutrale	0	0.00
con lievi criticità	-1	-0.33
con medie criticità	-2	-0.67
critico	-3	-1.00

Figura 75: Punteggi associati alle singole valutazioni

Nel successivo capitolo sono descritti i valori assegnati alle singole valutazioni e per ciascun indicatore (item) specifico.

9. ANALISI MULTICRITERIA: VALUTAZIONI

Sulla base dello strumento di analisi presentato, si illustrano di seguito le valutazioni espresse per le diverse alternative, ed i criteri quali/quantitativi adottati per l'espressione delle stesse.

9.1 Aspetti geologici e geotecnici

9.1.1 Fenomeni di carsismo e fratturazione (9%)

I fenomeni di carsismo e fratturazione interessano principalmente i calcari presenti lungo la valle del fiume Tanagro, mentre tali fenomeni non sono così sviluppati nell'ambito dei depositi flyschoidi che affiorano lungo la valle del t. Porcile.

Nell'Alternativa 1 il rischio di perdite per infiltrazione di risorsa invasata risulta, di conseguenza, notevole. La valutazione ha un livello "critico".

Nell'Alternativa 2 e 3 il rischio di perdite per infiltrazione si riduce in virtù del fatto che esse contemplano di invasare risorsa lungo la valle del t. Porcile. La valutazione è pertanto "adeguato".

L'Opzione 0 non presenta alcun impatto su tale componente.

Fenomeni di carsismo e fratturazione	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Critico	Adeguato	Adeguato

Tabella 25: Valutazione dell'item "1.1 – Fenomeni di carsismo e fratturazione"

9.1.2 Contesto sismotettonico e faglia capace (9%)

La zona è caratterizzata da una elevata sismicità che interessa tutte le alternative in esame; la faglia capace, invece, impatta in maniera diversa in funzione del diverso assetto strutturale degli invasi.

Nell'Alternativa 1 la faglia capace lambisce l'opera di sbarramento, per cui la valutazione è in questo caso critica.

Nell'Alternativa 2 allo stesso modo la faglia capace lambisce l'opera di sbarramento A1* ma essa presenta caratteristiche strutturali più adeguate a tale contesto, mentre l'invaso sul torrente Porcile non interferisce con la faglia. La valutazione esprime pertanto medie criticità.

Invece nell'Alternativa 3 la faglia capace anche lì lambisce l'opera di sbarramento A2* ma le caratteristiche strutturali sono migliori rispetto all'Alternativa 2, mentre l'invaso sul torrente Porcile non interferisce con la faglia. Pertanto, la valutazione esprime lievi criticità.

L'Opzione 0 non presenta alcun impatto su tale componente.

Contesto sismotettonico e faglia capace	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Critico	Con medie criticità	Con lieve criticità

Tabella 26: Valutazione dell'item "1.2 – Contesto sismotettonico e faglia capace"

9.1.3 Complessità geotecnica associata all'imposta della diga (5%)

Nell'Alternativa 1 l'altezza dello sbarramento, necessaria per rispondere agli obiettivi primari di natura idraulica, ha orientato la scelta della tipologia di diga verso una soluzione in materiali sciolti, l'unica percorribile nel contesto geologico e geotecnico caratterizzante il sito A. Questa soluzione ha comportato la necessità di ubicare tutte le opere idrauliche in corrispondenza delle spalle con conseguente aumento della complessità realizzativa della opera (realizzazione di scavi importati per la realizzazione dello sfioratore, esecuzione di gallerie all'interno di un ammasso roccioso di scadenti caratteristiche meccaniche, ecc.).

Considerazioni analoghe possono essere condotte per lo sbarramento D (alternative 2 e 3) anche se in questo caso la complessità realizzativa risulta minore in relazione alla minore altezza della diga e al minor numero e dimensione degli scarichi.

Le difficili condizioni geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche che caratterizzano entrambi i siti A e D necessitano, soprattutto per gli sbarramenti in materiale sciolto, delle soluzioni progettuali complesse al fine di garantire il necessario grado di sicurezza dell'opera. Per quanto riguarda il contesto sismotettonico, condizioni più sfavorevoli sono sicuramente ascrivibili allo sbarramento A soprattutto in relazione alla maggior vicinanza della faglia capace alla zona di imposta della diga.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte viene assegnata una valutazione "con medie criticità" all'alternativa 1 e "con lievi criticità" alle alternative 2 e 3. L'opzione zero ha per ovvi motivi una valutazione neutrale.

Complessità geotecnica	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con medie criticità	Con lievi criticità	Con lievi criticità

Tabella 27: Valutazione dell'item "1.3 – Complessità geotecnica associata all'imposta della diga"

9.1.4 Stabilità delle sponde dell'invaso (3%)

La stabilità delle sponde dell'invaso potrebbe essere compromessa dalla presenza di fenomeni di crollo e/o di ribaltamento (calcarei e dolomie nell'area di Casalbuono) e di scivolamento lento (*flysch* nell'area del torrente Porcile). L'Opzione 0 non presenta alcun impatto su tale componente.

Nell'Alternativa 1 la notevole estensione dell'invaso aumenta la possibilità di intercettare aree soggette a fenomeni franosi (in parte già segnalati dalle mappe di pericolosità), pertanto la valutazione esprime medie criticità.

Nelle Alternative 2 e 3 si riduce lievemente l'impatto sulle sponde in virtù della riduzione, a parità di area di invaso lungo il t. Porcile (soggetto a fenomeni di scivolamento in parte già segnalati dalle mappe di pericolosità), dell'estensione dell'invaso lungo il fiume Tanagro. La valutazione pertanto è di lievi criticità.

Stabilità delle sponde	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con medie criticità	Con lievi criticità	Con lievi criticità

Tabella 28: Valutazione dell'item "1.4 – Stabilità delle sponde dell'invaso"

9.2 Infrastrutture ed interferenze

9.2.1 Complessità delle strutture necessarie (4%)

L'alternativa 1 prevede la realizzazione di un solo sbarramento anche se con altezza maggiore rispetto ai due sbarramenti previsti nelle alternative 2 e 3. Di conseguenza anche le opere accessorie (scarichi, opere di presa, accessi, opere idromeccaniche, ecc.) collegate agli sbarramenti saranno in numero maggiore nelle alternative 2 e 3. D'altro canto, le opere connesse allo sbarramento A sono caratterizzate da una complessità realizzativa maggiore in relazione alla maggiore altezza dello sbarramento (pressioni di esercizio, dimensione e altezza delle opere, ecc.) in un contesto geotecnico e sismotettonico complesso.

Per le alternative 2 e 3 va evidenziato inoltre che i due sbarramenti previsti per ciascuna alternativa prevedono tecniche realizzative diverse con conseguente complicazione della gestione dei cantieri. Inoltre, le alternative 2 e 3 prevedono la realizzazione di due condotte idrauliche con lunghezza totale maggiore rispetto a quella dell'unica condotta prevista per l'alternativa 1.

In sintesi, si può affermare che tutte e tre le alternative prevedono opere caratterizzate da un elevato grado di complessità sia per quanto riguarda gli aspetti progettuali sia per gli aspetti realizzativi. Nelle alternative che prevedono due sbarramenti (2 e 3) tale complessità risulta sicuramente maggiore principalmente in relazione al fatto di dover realizzare un numero maggiore di opere.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte viene assegnata una valutazione "con lievi criticità" all'alternativa 1 e "con medie criticità" alle alternative 2 e 3. L'opzione zero ha per ovvi motivi una valutazione neutrale.

Complessità strutture	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con lievi criticità	Con medie criticità	Con medie criticità

Tabella 29: Valutazione dell'item "2.1 – Complessità delle strutture necessarie"

9.2.2 Gestione dell'impianto (4%)

Le opere previste nelle alternative progettuali si differenziano non solo in numero ma anche per tipologia. La modalità di gestione dell'impianto appare più agevole nell'alternativa 1, in cui è prevista una sola diga, il cui invaso può garantire una relativamente ampia escursione di livelli tra la quota di massima e di minima regolazione. Tale invaso è direttamente connesso al Nodo A con una condotta di derivazione, che percorre un tracciato planoaltimetrico senza apparenti criticità. Si evidenzia che il numero di centrali idroelettriche previste è pari a due, una posta al piede della diga ed una nel Nodo A stesso, aspetto che richiede una gestione di differenti impianti posti in luoghi differenti. Riguardo la gestione dei sedimenti appare più semplice grazie all'elevato volume di invaso. Per questi motivi la valutazione assegnata è "adeguato".

Al contrario, l'Alternativa 2 e 3 sono caratterizzate innanzitutto da due invasi, aspetto che include la gestione di un numero raddoppiato di organi di regolazione quali le paratoie. In tali invasi l'escursione

tra la quota di minima e massima regolazione è analoga all'Alternativa 1, se si confrontano la Diga D e la Diga A, ma ben più ridotta, per quanto concerne la Diga A1* e la Diga A2*, soprattutto in quest'ultima. Peraltro, si evidenzia che la gestione del livello degli invasi di queste ultime due opere appare più complessa, in quanto il livello stesso influenza direttamente la derivazione della portata verso la Diga D. Inoltre, nell'Alternativa 2 e 3 sono previste due differenti condotte, di più complessa gestione soprattutto in merito al tracciato di quella che trasferisce la portata verso la Diga D. Il numero di centrali idroelettriche è maggiore e prevede peraltro due macchine presenti nel Nodo A. Riguardo la gestione dei sedimenti, i fenomeni di interrimento possono essere più impattanti, in particolare nel caso dell'Alternativa 3. Per tutti questi motivi la valutazione della gestione dell'impianto è solo parzialmente adeguata, al fine di esprimere alcune complessità certamente affrontabili nella fase di operation. L'opzione zero ha per ovvi motivi una valutazione neutrale.

Complessità Gestionale impianto	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Adeguato	Parzialmente adeguato	Parzialmente adeguato

Tabella 30: Valutazione dell'item "2.2 – Modalità di gestione dell'impianto"

9.2.3 Interferenze con opere infrastrutturali (2%)

Per quanto riguarda le interferenze con grandi opere infrastrutturali per le diverse alternative possono essere fatte le seguenti considerazioni:

- Alternativa 1 (diga A): potenziale interferenza dell'invaso generato della diga con la galleria autostradale in prossimità della galleria Tempa Ospedale legata a potenziali fenomeni di richiamo idraulico delle acque dell'invaso all'interno dell'opera in sottterraneo. Come già detto in precedenza, considerando la distanza planimetrica e la differenza di quote tra l'invaso e la galleria si ritiene, in via preliminare, che tale rischio sia modesto (carico e gradiente idraulico relativamente bassi).
- Alternativa 2 (dighe A1*+D): nessuna interferenza
- Alternativa 3 (dighe A1*+D): nessuna interferenza

Per tutte le alternative è presente un'interferenza delle condotte idrauliche con le fondazioni del viadotto previsto per la linea ferroviaria AV. La condotta attraversa il viadotto ferroviario in corrispondenza di un solo punto in prossimità di una strada secondaria esistente all'altezza circa della confluenza del torrente Porcile con il fiume Tanagro. Per tale motivo si ritiene tale interferenza, comune a tutte le alternative, poco rilevante e facilmente risolvibile in una fase più avanzata della progettazione.

Inoltre, per quanto riguarda l'opera di captazione della "Sorgente Tasso" lungo il fiume calore, si evidenzia una sicura interferenza con l'invaso della diga A (quota di massima regolazione al di sopra della quota di captazione). Per le alternative 2 e 3 l'interferenza con la sorgente dovrebbe essere assente o comunque di minore entità.

Si ritiene dunque nel complesso che le valutazioni esprimano lievi criticità per ciascuna alternativa. La valutazione sull'opzione zero è da considerarsi "neutrale".

Interferenze con grandi opere infrastrutturali	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con lievi criticità	Con lievi criticità	Con lievi criticità

Tabella 31: Valutazione dell'item "2.3 – Interferenze con grandi opere infrastrutturali"

9.2.4 Interferenze con siti di estrazione esistenti (2%)

L'invaso della diga A (Alternativa 1) interferisce con i siti di produzione individuati all'interno dell'area di studio. Gli invasi delle dighe A1* e A2* (alternative 2 e 3) non presentano invece nessuna interferenza con le cave.

Si ritiene dunque che la valutazione per l'alternativa 1 attesti medie criticità, mentre la valutazione sull'opzione zero e sulle alternative 2 e 3 ha valore "neutrale".

Interferenze con siti di estrazione esistenti	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con medie criticità	Neutrale	Neutrale

Tabella 32: Valutazione dell'item "2.4 – Interferenze con siti di estrazione esistenti"

9.3 Risorse idriche e idraulica

9.3.1 Soddifacimento del fabbisogno irriguo (12%)

Il soddisfacimento del fabbisogno irriguo risulta soddisfatto in ciascuna delle alternative progettuali. Il totale di risorsa idrica derivata durante la stagione irrigua è infatti pari a 750 l/s nell'Alternativa 1 e 720 l/s nell'Alternativa 2 e 3. Tale risorsa viene destinata non solo allo schema irriguo del Vallo di Diano, ma anche al limitrofo comizio di Sanza e ad un'area irrigua situata nel comune di Casalbuono, come richiesto negli obiettivi primari progettuali.

Considerando che i valori minimi, medi e massimi di portate prelevate con impianti di pompaggio negli ultimi anni sono rispettivamente pari a 302 l/s, 467 l/s e 682 l/s, si ritiene che la valutazione da assegnare a ciascuna alternativa sia "eccellente". La valutazione sull'opzione zero è da considerarsi ad un livello "critico", in quanto il fabbisogno irriguo minimo potrà non rivelarsi sufficiente negli scenari futuri, per gli anni più siccitosi. Inoltre, nel caso dell'opzione zero non è possibile raggiungere gli obiettivi fissati dal piano invasi nazionale e dal piano strategico per il contrasto ai cambiamenti climatici, in quanto sarà necessario continuare a utilizzare acqua potabile di falda per scopi irrigui (in prospettiva futura da destinare ad esclusivo consumo umano) e impianti di pompaggio per il sollevamento delle portate derivate, con consumi energetici e ambientali elevati.

Soddifacimento del fabbisogno irriguo	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Critico	Eccellente	Eccellente	Eccellente

Tabella 33: Valutazione dell'item "3.1 - Soddifacimento del fabbisogno irriguo"

9.3.2 Possibilità di laminazione delle piene (9%)

Per ciascuna Alternativa è stato calcolato un valore che tiene conto dell'efficacia della laminazione per ciascuno dei tempi di ritorno considerati. Tale valore è dato dalla somma dei rapporti di laminazione, calcolati tra la portata laminata rispetto a quella di afflusso all'invaso. I rapporti di laminazione sono presentati nei risultati del calcolo della capacità di laminazione degli invasi, all'interno della Relazione idraulica-idrologica preliminare. Nel caso della Diga D i rapporti di laminazione sono stati moltiplicati per un coefficiente riduttivo. In Tabella 34 è riportato il riepilogo dei risultati.

	Diga A	Diga A1*	Diga A2*	Diga D	Totale
Alternativa 1	3.62	-	-	-	3.62
Alternativa 2	-	2.01	-	0.73	2.74
Alternativa 3	-	-	-	0.73	0.73

Tabella 34: Calcolo della somma dei rapporti di laminazione per ciascuna delle alternative progettuali

Nell'Alternativa 1 la riduzione delle portate di piena del fiume Tanagro è notevole sia per eventi frequenti sia per eventi rari. La valutazione è pertanto "eccellente".

Nell'Alternativa 2 la riduzione delle portate di piena del fiume Tanagro è inferiore al caso precedente, ma sufficiente a superare il 15% circa di riduzione delle piene, richiesto tra gli obiettivi primari. Inoltre, si sottolinea che in questo caso si riducono anche le portate di piena del torrente Porcile. La valutazione risulta per questi motivi avere un valore "adeguato".

Nell'Alternativa 3 non si ha laminazione nel fiume Tanagro. L'unico contributo alla laminazione proviene dalla riduzione di portate di piena del torrente Porcile; Pertanto, lo scenario è valutato come "parzialmente adeguato".

All'opzione zero si assegna una valutazione "con medie criticità", in quanto allo stato attuale il sistema difensivo del Tanagro nel Vallo di Diano risulta vulnerabile.

Laminazione piene	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Con medie criticità	Eccellente	Adeguato	Parzialmente adeguato

Tabella 35: Valutazione dell'item "3.2 – Possibilità di laminazione delle piene"

9.3.3 Producibilità idroelettrica e risparmio energetico (6%)

La produzione annua attesa da fonti rinnovabili è illustrata nel report specialistico. Per esprimere delle valutazioni quantitativamente motivate si considera proprio la producibilità annua calcolata. Considerando il *benchmark* per la produzione di energia rinnovabile pari a 5 GWh annui, a valori superiori della produzione è stata assegnata una valutazione "eccellente" sull'alternativa analizzata. Si tratta dell'Alternativa 1 la quale, grazie alla quota più elevata del bacino di accumulo, consente anche il risparmio di una parte dell'energia impiegata ad oggi per le stazioni di pompaggio esistenti nei lotti irrigui già serviti. Il secondo discriminante è la produzione di 3 GWh, ovvero circa 650 TEP di

risparmio, sotto il quale le alternative assumono valori solo “parzialmente adeguati”. L’opzione zero è da considerarsi scenario “con medie criticità” in quanto non consentirebbe un utilizzo efficiente della risorsa idraulica a fini energetici in contrasto con le indicazioni del piano invasi nazionale e dal piano strategico per il contrasto ai cambiamenti climatici che incentivano la produzione di energia da fonti rinnovabili e l’autoconsumo (bilanciamento produzione/consumi).

Il quadro delle valutazioni per il presente item è pertanto il seguente:

Producibilità idroelettrica	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Con medie criticità	Eccellente	Adeguato	Parzialmente adeguato

Tabella 36: Valutazione dell’item “3.3 - Producibilità idroelettrica”

9.3.4 Benefici idrologici a scala di bacino (3%)

Tutte le alternative progettuali generano un beneficio idrologico rispetto alla sostituzione dei prelievi da falda con il volume idrico stoccato negli invasi e rispetto all’arricchimento degli acquiferi competenti. Inoltre, le alternative 2 e 3 prevedono la realizzazione di rispettivi due sbarramenti: il giudizio accreditato rispetto all’arricchimento degli acquiferi risulta superiore all’Alternativa 1, costituita da uno sbarramento singolo. Per questo motivo, la valutazione “adeguato” per l’Alternativa 1 diviene invece “eccellente” per l’Alternativa 2. L’alternativa 3, invece, in ragione del volume molto ridotto dell’invaso sul Tanagro, che rappresenta l’asta principale, ha una valutazione che è da considerarsi come parzialmente adeguata. L’opzione zero è da considerarsi scenario “con medie criticità”, in quanto la mancata realizzazione degli invasi riduce la componente di invaso (e quindi di ritardo idrologico) nel bilancio idrologico del Fiume Tanagro.

Benefici idrologici	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Con medie criticità	Adeguato	Eccellente	Parzialmente adeguato

Tabella 37: Valutazione dell’item “3.4 – Benefici idrologici a scala di bacino”

9.4 Aspetti ambientali

9.4.1 Paesaggio: alterazione dello stato dei luoghi (6%)

In tutte e tre le alternative, si verificherà un’alterazione significativa dello stato dei luoghi dal punto di vista paesaggistico, sia per la fase di cantiere sia nella nuova configurazione.

La valutazione dell’alternativa 1 ha un valore “critico” poiché propone una diga di notevole altezza, con un’ampia area di invaso situata in un contesto ad alta visibilità. Al contrario, le alternative 2 e 3, hanno valutazione “con lievi criticità” perché prevedono una nuova diga sul torrente Porcile, ma in un contesto paesaggistico di minore pregio. Inoltre, includono uno sbarramento sul torrente Tanagro con altezza inferiore e un invaso di dimensioni più ridotte rispetto all’alternativa 1.

Dal punto di vista dell’Opzione Zero, questo item si considera come neutrale, in quanto il non proseguimento dell’iniziativa porta alla non alterazione del paesaggio rispetto allo *status quo*.

Paesaggio: alterazione stato dei luoghi	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Critico	Con lievi criticità	Con lievi criticità

Tabella 38: Valutazione dell'item "4.1 – Paesaggio: alterazione dello stato dei luoghi"

9.4.2 Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali (6%)

In relazione alla modifica della qualità e del regime delle acque superficiale, le tre alternative hanno la medesima valutazione poiché tutte prevedono modificazioni del regime delle acque superficiali.

È importante sottolineare che, nonostante queste modifiche, nessuna delle alternative progettuali comporta alterazioni qualitative alle acque superficiali.

Ancora una volta l'Opzione Zero ha una valutazione, per questo item, di tipo neutrale, in quanto il non proseguimento dell'iniziativa porta alla non alterazione del regime delle acque.

Acque: modifica di qualità e regime	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con lievi criticità	Con lievi criticità	Con lievi criticità

Tabella 39: Valutazione dell'item "4.2 – Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali"

9.4.3 Biodiversità: impatto su flora e fauna (4%)

In termini di impatto su flora e fauna, l'alternativa 1 riceve una valutazione pari a "critico" a causa della potenziale significativa interruzione ecologica e della possibile trasformazione o perdita di aree boschive lungo il corso del torrente.

L'alternativa 2 ha invece medie criticità in quanto si prevede che possa causare un'interruzione ecologica nell'asta Tanagro e una maggiore trasformazione o perdita di superfici boscate rispetto all'alternativa 3.

D'altra parte, l'Alternativa 3 offre un approccio più sostenibile, meritando una valutazione "con lievi criticità". La possibilità di inserire una scala di risalita ittiofauna potrebbe contribuire significativamente alla continuità ecologica dell'asta Tanagro.

In sintesi, l'alternativa 1 e l'alternativa 2 sono entrambe caratterizzate da impatti significativamente negativi sulla fauna e la flora della zona, mentre l'alternativa 3, sebbene presenti alcuni aspetti negativi, offre un approccio più ecologicamente sostenibile, specialmente attraverso l'implementazione di misure per favorire la continuità ecologica. L'Opzione Zero ha per questo item, non configurandosi modifiche delle zone naturali fluviali e perfluviali, una valutazione neutrale.

Biodiversità: impatto su flora e fauna	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Critico	Con medie criticità	Con lievi criticità

Tabella 40: Valutazione dell'item "4.3 – Biodiversità, impatto su flora e fauna"

9.4.4 Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso (4%)

In termini di impatto su consumo, perdita e trasformazione d'uso di suolo, l'alternativa 1 presenta un impatto "con lievi criticità". Ciò è dovuto al fatto che la realizzazione della diga A nel sito A, con il relativo invaso concentrato in un'unica area, si configura come una soluzione relativamente migliore rispetto alle alternative 2 e 3.

Le alternative 2 e 3 configurano invece uno scenario "come medie criticità". Questa valutazione deriva dal fatto che entrambe prevedono uno sbarramento di dimensioni più ridotte nel sito A, con invasi di conseguenza inferiori, ma introducono un bacino di accumulo separato nel sito D. Tale suddivisione dei bacini può comportare impatti maggiori sul suolo, con conseguente perdita di terreno più diffusa rispetto alla soluzione concentrata dell'alternativa 1. Nell'Opzione Zero non si configura consumo di suolo, per cui la valutazione è neutrale.

Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con lievi criticità	Con medie criticità	Con medie criticità

Tabella 41: Valutazione dell'item "4.4 – Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso"

9.5 Costi ed altri impatti

9.5.1 Costi di realizzazione e gestione dell'opera (5%)

I costi di realizzazione delle opere comprendono tutte le lavorazioni per la costruzione della diga, dei suoi scarichi, delle opere accessorie. Sono anche incluse le spese per la cantierizzazione, e quelle per la sicurezza. Si rimanda al capitolo dedicato per la descrizione completa della stima economica per ogni singola alternativa.

Gli OPEX sono stimati in questa fase sulla base dei parametri produttivi dell'opera (acqua accumulata e MWh prodotti) e della complessità impiantistica. Per ovvi motivi l'opzione zero, che non prevede costi di gestione, ha valutazione "neutrale", mentre le alternative 2 e 3 hanno costi di esercizio pari a poco meno del 20% del valore di acqua ed energia prodotte. Questo valore si riduce al 13% circa per l'Alternativa 1, che ha complessità impiantistica inferiore e pertanto costi di *manpower* e servizi proporzionalmente minori.

Le valutazioni economiche indicano un costo leggermente minore per le alternative 2 e 3. Il fatto di investire denaro in un'opera di infrastrutturazione così importante per il territorio campano non può essere visto come un aspetto negativo di per sé. L'investimento è importante, ma importanti sono le ricadute economiche e sociali di tale sforzo, e pertanto questo aspetto va valutato considerando anche i benefici economici derivati (lasciando ad altri item la stima degli aspetti legati agli impatti negativi). La valutazione dell'adeguatezza dell'investimento è fatta considerando una semplice formula di calcolo che considera CAPEX ed OPEX e li rapporta al volume utile che il nuovo invaso mette a disposizione ed all'energia prodotta, considerando acqua ed elettricità le due commodity su cui si è investito.

La formula considerata è la seguente:

$$Valutazione = 100 \cdot \frac{V + E}{OPEX/100 + CAPEX}$$

Il volume V è da considerare in milioni di m3, l'energia E pari alla producibilità annuale espressa in GWh, i CAPEX in milioni di €, gli OPEX annuali in migliaia di Euro. Le valutazioni risultano le seguenti, e mostrano come l'Alternativa 1 abbia un parametro che risulta maggiore.

	1	2	3
Costo [M€]	211	185	166
Volume [Mm3]	12	9	8.5
Energia [MWh]	5420	3403	2768
VALUTAZIONE	8.2	6.6	6.7

Tabella 42: Parametro di valutazione dell'adeguatezza dei costi sostenuti

Sulla base di queste considerazioni l'alternativa 1 merita una valutazione di "adeguato" mentre le altre due alternative arrivano a "parzialmente adeguato".

L'opzione zero si configura come "neutrale", non determinando costi di costruzione.

Costi di realizzazione e gestione dell'opera	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Adeguato	Parzialmente adeguato	Parzialmente adeguato

Tabella 43: Valutazione dell'item "5.1 – Costi di realizzazione ed esercizio dell'opera"

9.5.2 Sviluppo turistico-ricreativo (5%)

Sulla base dell'area delle superfici liquide dei nuovi invasi e della variazione dell'area stessa in funzione delle escursioni stagionali, si possono fare le seguenti considerazioni.

L'Alternativa 2 è l'unica che porta alla realizzazione di due laghi potenzialmente fruibili, e per questo totalizza una valutazione "eccellente". Di contro l'Alternativa 3 presenta solamente una traversa sul Tanagro, con un'area a tergo molto piccola e dunque un contesto poco fruibile dal punto di vista ricreativo. Questa alternativa è dunque valutata con livello "parzialmente adeguato", mentre l'alternativa 1 si colloca in posizione intermedia tra le due, potendo contare su un unico bacino, ma di dimensioni consistenti.

L'Opzione Zero ha una valutazione "con lievi criticità". Si ritiene infatti che lo sviluppo del progetto della diga di Casalbuono rappresenti un'opportunità davvero importante per il territorio, nell'ottica dello sviluppo dello stesso in senso lato. Tale opportunità dovrebbe essere valutata in modo attento, in quanto può portare reali benefici nei comparti produttivi e dei servizi.

Sviluppo turistico-ricreativo	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Con lievi criticità	Adeguato	Eccellente	Parzialmente adeguato

Tabella 44: Valutazione dell'item "5.2 – Sviluppo turistico ricreativo"

9.5.3 Sviluppo occupazionale (5%)

Con riferimento a questo item specifico, pare evidente che riuscire a confrontare le tre iniziative in modo comparativo non sia semplice. Le differenze in questo senso tra le diverse alternative non sono ad oggi percepibili, per cui la valutazione è, per tutte le prime due alternative, "eccellente". L'alternativa 3 è ritenuta da questo punto di vista meno performante in quanto prevede investimenti inferiori e anche spese di gestione meno alte, e dunque ricadute sul territorio un poco più ridotte. Lo sviluppo occupazionale, sia temporaneo sia permanente, riferito ai comparti produttivi direttamente influenzati ed all'indotto sarà infatti molto significativo, considerando le implicazioni portate dal cantiere, dalla nuova infrastruttura, dallo sviluppo dei settori produttivi, dalle dinamiche virtuose che si potranno instaurare.

Rimane, per l'Opzione Zero, una valutazione "con lievi criticità". Si ritiene infatti che lo sviluppo del progetto della diga di Casalbuono rappresenti un'opportunità davvero importante per il territorio, nell'ottica dello sviluppo dello stesso in senso lato.

Sviluppo occupazionale	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Con lievi criticità	Eccellente	Eccellente	Parzialmente adeguato

Tabella 45: Valutazione dell'item "5.3 – Sviluppo occupazionale"

9.5.4 Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico (2%)

Sulla base delle valutazioni preliminari archeologiche, fermo restando che un intervento come quello in progetto potrà valorizzare, all'interno del comparto turistico e culturale, le peculiarità storiche del territorio, si attribuisce all'Alternativa 1 una valutazione "con medie criticità", trovandosi la diga in A nell'ipotesi più capiente, piuttosto vicina ad un'evidenza archeologica. Le altre due alternative hanno impatto neutrale, così come l'Opzione Zero, che non prevede scavi.

OPEX	Opzione zero	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valutazione	Neutrale	Con medie criticità	Neutrale	Neutrale

Tabella 46: Valutazione dell'item "5.4 – Impatto sulle aree di interesse archeologico"

10. RISULTATO DELL'ANALISI MULTICRITERIA

10.1 Sintesi dei risultati dell'Analisi Multicriteria

La sintesi dei risultati dell'Analisi Multicriteria condotta dagli Scriventi, con le valutazioni assegnate, descritte e giustificate nel precedente capitolo, è sintetizzata nelle seguenti due tabelle: la prima riporta il sinottico delle valutazioni, la seconda i diversi punteggi numerici attribuiti associati ai relativi pesi.

	CRITERI	VALUTAZIONI			
		OPZIONE ZERO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
1	GEOLOGIA E GEOTECNICA				
1.1	Fenomeni di carsismo e fratturazione	neutrale	critico	adeguato	adeguato
1.2	Impatto su contesto sismotettonico e faglia capace	neutrale	critico	con medie criticità	con lievi criticità
1.3	Complessità geotecnica associata all'imposta delle dighe	neutrale	con medie criticità	con lievi criticità	con lievi criticità
1.4	Stabilità delle sponde dell'invaso	neutrale	con medie criticità	con lievi criticità	con lievi criticità
2	INFRASTRUTTURE E INTERFERENZE				
2.1	Complessità delle strutture necessarie	neutrale	con lievi criticità	con medie criticità	con medie criticità
2.2	Modalità di gestione dell'impianto	neutrale	adeguato	parzialmente adeguato	parzialmente adeguato
2.3	Interferenze con opere infrastrutturali	neutrale	con lievi criticità	con lievi criticità	con lievi criticità
2.4	Interferenze con siti di estrazione esistenti	neutrale	con medie criticità	neutrale	neutrale
3	RISORSE IDRICHE E IDRAULICA				
3.1	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo	critico	eccellente	eccellente	eccellente
3.2	Capacità di laminazione delle piene	con medie criticità	eccellente	adeguato	parzialmente adeguato
3.3	Producibilità idroelettrica e risparmio energetico	con medie criticità	eccellente	adeguato	parzialmente adeguato
3.4	Benefici idrologici a scala di bacino	con medie criticità	adeguato	eccellente	parzialmente adeguato
4	ASPETTI AMBIENTALI				
4.1	Paesaggio: Alterazione dello stato dei luoghi	neutrale	critico	con lievi criticità	con lievi criticità
4.2	Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali	neutrale	con lievi criticità	con lievi criticità	con lievi criticità
4.3	Biodiversità: impatto su flora e fauna	neutrale	critico	con medie criticità	con lievi criticità
4.4	Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso	neutrale	con lievi criticità	con medie criticità	con medie criticità
5	COSTI ED ALTRI IMPATTI				
5.1	Costi di realizzazione ed esercizio delle opere	neutrale	adeguato	parzialmente adeguato	parzialmente adeguato
5.2	Sviluppo turistico-ricreativo	con lievi criticità	adeguato	eccellente	parzialmente adeguato
5.3	Sviluppo occupazionale (primario, secondario, terziario)	con lievi criticità	eccellente	eccellente	parzialmente adeguato
5.4	Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico	neutrale	con medie criticità	neutrale	neutrale

Tabella 47: Matrice multicriteria completa

	CRITERI	PUNTEGGIO			
		ZERO	A1	A2	A3
1	GEOLOGIA E GEOTECNICA	0%	-23%	-3%	0%
1.1	Fenomeni di carsismo e fratturazione	0%	-9%	6%	6%
1.2	Impatto su contesto sismotettonico e faglia capace	0%	-9%	-6%	-3%
1.3	Complessità geotecnica associata all'imposta delle dighe	0%	-3%	-2%	-2%
1.4	Stabilità delle sponde dell'invaso	0%	-2%	-1%	-1%
2	INFRASTRUTTURE E INTERFERENZE	0%	0%	-2%	-2%
2.1	Complessità delle strutture necessarie	0%	-1%	-2%	-2%
2.2	Modalità di gestione dell'impianto	0%	2%	1%	1%
2.3	Interferenze con opere infrastrutturali	0%	-1%	-1%	-1%
2.4	Interferenze con siti di estrazione esistenti	0%	-1%	0%	0%
3	RISORSE IDRICHE E IDRAULICA	-24%	29%	25%	18%
3.1	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo	-12%	12%	12%	12%
3.2	Capacità di laminazione delle piene	-6%	9%	6%	3%
3.3	Producibilità idroelettrica e risparmio energetico	-4%	6%	4%	2%
3.4	Benefici idrologici a scala di bacino	-2%	2%	3%	1%
4	ASPETTI AMBIENTALI	0%	-13%	-9%	-8%
4.1	Paesaggio: Alterazione dello stato dei luoghi	0%	-6%	-2%	-2%
4.2	Acque: modifica della qualità e del regime delle acque superficiali	0%	-2%	-2%	-2%
4.3	Biodiversità: impatto su flora e fauna	0%	-4%	-3%	-1%
4.4	Suolo: Consumo, perdita e trasformazione d'uso	0%	-1%	-3%	-3%
5	COSTI ED ALTRI IMPATTI	-3%	10%	11%	5%
5.1	Costi di realizzazione ed esercizio delle opere	0%	3%	2%	2%
5.2	Sviluppo turistico-ricreativo	-2%	3%	5%	2%
5.3	Sviluppo occupazionale (primario, secondario, terziario)	-2%	5%	5%	2%
5.4	Archeologia: impatto su aree di interesse archeologico	0%	-1%	0%	0%
	TOTALE	-27%	2%	22%	13%

Tabella 48: Punteggi relativi ai singoli item per le diverse alternative progettuali

10.2 Alternativa scelta e sensitivity

Sulla base dell'Analisi Multicriteria svolta, **il punteggio più alto è stato ottenuto dall'alternativa 2**. In un intervallo che va da -100% a +100%, l'alternativa 2 ottiene un punteggio complessivo pari al +22%. È appena il caso di notare come l'opzione zero abbia un valore complessivo fortemente negativo in relazione alla difficoltà, nello stato attuale, ad operare un profittevole e sostenibile regimazione delle acque.

Il punteggio ottenuto dall'alternativa 2, come si nota dalla matrice, è abbondantemente superiore rispetto alle altre alternative proposte, e pertanto anche una modifica dei pesi di alcune voci non determinerebbe una modifica della decisione in questo senso. A tal proposito si è svolta un'analisi cosiddetta di *sensitivity*, modificando gli *item* dei diversi macroambiti. Lo scopo è stato quello di verificare la dipendenza dell'esito dalla scelta rispetto al valore attribuito ai pesi, che, come si è detto, presenta un'intrinseca componente di soggettività.

Dal punto di vista degli obiettivi di progetto, l'alternativa 2 offre un volume di accumulo pari a ca. 10 milioni di m³, mentre dal punto di vista della laminazione garantisce buone prestazioni, oltre a fornire scenari positivi anche per gli obiettivi secondari, come la produzione da fonti rinnovabili e la fruizione ricreativa delle aree.

11. CONCLUSIONI

L'RTP costituito da Lombardi Ingegneria s.r.l., Technital S.p.A. e Lombardi SA ingegneri consulenti è stato incaricato dal "Consorzio di bonifica – Vallo di Diano e fiume Tanagro" dello svolgimento della progettazione definitiva, degli studi specialistici multidisciplinari, delle indagini e rilievi in sito, delle prove di laboratorio, dei servizi accessori di progettazione partecipata, dell'assistenza nei procedimenti autorizzativi del progetto di *"regolazione dei deflussi della parte alta del bacino idrografico del fiume Tanagro e utilizzo delle acque in agricoltura: progetto diga Casalbuono e schema idrico di connessione idraulica ai compresori irrigui del Vallo di Diano, dell'alto Bussento e della piana del Sele - 1° lotto"*.

Il presente Documento di Fattibilità delle alternative Progettuali (in seguito DOCFAP) costituisce la prima fase di elaborazione del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE).

Nel DOCFAP sono presentate e analizzate una serie di alternative progettuali che rispondono al quadro esigenziale e agli obiettivi dell'opera. Le diverse alternative, inclusa l'opzione "Zero" (ovvero il non intervento), sono confrontate mediante analisi multicriteri e a conclusione dello studio viene evidenziata la soluzione progettuale che rappresenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire.

L'analisi è partita da un lato dallo studio di fattibilità del 2020, dall'altro inquadrando in maniera rigorosa le prerogative del progetto stesso, individuando le esigenze primarie e, nell'ottica dell'utilizzo plurimo della risorsa idrica, alcuni obiettivi secondari che ne discendono di conseguenza.

La prima fase di progettazione è stata propedeutica al concepimento delle diverse alternative progettuali, mentre la seconda fase di lavoro è consistita nella valutazione delle stesse sulla base di studi disciplinari e simulazioni specifiche, al fine di addivenire alla scelta dell'alternativa ritenuta come la migliore.

Sulla base degli studi e dei dati raccolti nella prima fase di progettazione sono stati individuati n. 4 potenziali siti alternativi per l'ubicazione dello sbarramento (denominati A, B, C e D). Una prima analisi di screening, basata su valutazioni principalmente idrologiche-idrauliche e geologiche-idrologiche ma anche su un'analisi delle possibili interferenze delle opere sulle infrastrutture esistenti, ha permesso di selezionare n. 2 di questi siti come idonei alla realizzazione delle opere (A e D).

Le alternative progettuali individuate dagli Scriventi e presentate nel presente studio sono 3, le cui opere interessano uno o entrambi i siti sopra definiti, in particolare:

- Alternativa 1 (A): realizzazione di uno sbarramento in materiali sciolti nel sito A (diga A) con la duplice funzione di accumulo della risorsa idrica e laminazione delle piene;
- Alternativa 2 (A1*+D): realizzazione di uno sbarramento in hardfill nel sito A (diga A1*) con la funzione di laminazione delle piene e di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D);

- Alternativa 3 (A2*+D): realizzazione di una traversa in calcestruzzo nel sito A (diga A2*) con la funzione di opera di captazione per il trasferimento della risorsa idrica in un bacino di accumulo nel sito D (Diga D).

Le 3 soluzioni progettuali alternative individuate dagli Scriventi sono state confrontate tra di loro e con la cosiddetta "opzione zero" (non realizzazione di alcuna opera) tramite uno strumento di supporto alle decisioni, ovvero l'Analisi Multicriteria, implementata attraverso una specifica matrice realizzata allo scopo e adattata al contesto in studio. La matrice ha considerato le problematiche geologiche, geotecniche, infrastrutturali, la gestione delle risorse idriche, gli aspetti ambientali e quelli socio-economici, con pesi attribuiti dagli Scriventi con criteri di ragionevolezza e perequazione. Ognuno dei macroambiti considerati è stato declinato in diversi aspetti caratterizzanti (indicatori o item), a cui sono stati a loro volta assegnati pesi e valutazione associati, in relazione alle ricadute di ogni alternativa progettuale sul singolo aspetto considerato. Le valutazioni, nel limite dello stato di conoscenza e della reale possibilità di stima oggettiva degli effetti, sono state espresse sulla base di valutazioni qualitative e quantitative.

Sulla base dell'analisi svolta la valutazione migliore è stata ottenuta dall'alternativa 2. Il punteggio ottenuto è abbondantemente superiore alle altre alternative, e pertanto anche una modifica dei pesi di alcune voci non determinerebbe una modifica della decisione in tal senso. A tal proposito si è svolta un'analisi cosiddetta di sensitivity, modificando gli item dei diversi macroambiti. Lo scopo è stato quello di verificare la dipendenza dell'esito dalla scelta rispetto al valore attribuito ai pesi, che, come si è detto, presenta un'intrinseca componente di soggettività.

Dal punto di vista degli obiettivi di progetto, l'alternativa 2 offre un volume di accumulo pari a ca. 10 milioni di m³, mentre dal punto di vista della laminazione garantisce buone prestazioni, oltre a fornire scenari positivi anche per gli obiettivi secondari, come la produzione da fonti rinnovabili e la fruizione ricreativa delle aree.