

REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO REGIONALE DELL'ENERGIA E DEI SERVIZI DI PUBBLICA UTILITÀ
Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti - Servizio S.03 - Dighe



Servizi di architettura e ingegneria relativi all'espletamento di:

"Studio di rivalutazione della sicurezza sismica del corpo diga e delle opere accessorie, studio geotecnico, indagini geognostiche sulle strutture in c.a. e relative prove di laboratorio, verifiche del manto bituminoso, redazione del progetto di gestione dell'invaso ai sensi dell'art. 114 del d.lgs 152 / 2006 nonché redazione del progetto di fattibilità tecnico economica, del progetto definitivo ed esecutivo, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, con opzione per direzione lavori, direttori operativi, ispettore di cantiere e coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, degli interventi di manutenzione straordinaria scarichi e sistema di tenuta della
DIGA OLIVO IN TERRITORIO DEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN)

CUP: G39E18000020001

CIG: 7752564233



RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Leonardo GERACI

DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

Ing. Salvatore STAGNO

SERVIZIO S.03 - DIGHE
DIRIGENTE DEL SERVIZIO:

R.T.P. tra:

Mandataria	Mandante	Mandante	Mandante
 INGEGNERIA E SERVIZI	 C. & S. Di Giuseppe Ingegneri Associati Srl	 ARCHITETTI INGEGNERI GEOLOGI ASSOCIATI	 ASSOCIATI S.R.L. consulting & engineering

COORDINATORE E RESPONSABILE GENERALE DI PROGETTO ED INGEGNERE ESPERTO DIGHE: **Ing. Hermes REDI** (HMR S.r.l.)

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: **Ing. Sante DI GIUSEPPE** (C. & S. Di Giuseppe Ingegneri Associati S.r.l.)

TITOLO ELABORATO:

PROGETTO DI GESTIONE DELL'INVASO
Parte 1 - Quadro conoscitivo

REVISIONE	NUMERO	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
	00	10/2021	1 ^a Emissione		Berardo GIANGIULIO	Marco CESCHI
01	12/2022	2 ^a Emissione a seguito parere UTD Palermo		Berardo GIANGIULIO	Marco CESCHI	Sante DI GIUSEPPE

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETÀ DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. PREMESSA.....	3
1.1. INTRODUZIONE	3
1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.3. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO DI GESTIONE	4
1.4. DEFINIZIONI	4
2. PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE.....	6
2.1. PIANO STRALCIO DI BACINO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	6
2.2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
2.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	9
2.4. IDROGRAFIA	15
2.5. USO DEL SUOLO	15
2.6. REGIME TERMICO E PLUVIOMETRICO	16
2.7. RISCHIO GEOMORFOLOGICO	16
2.8. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E AREE A RISCHIO	17
2.9. RISCHIO IDRAULICO	17
2.10. STUDI DELLE ONDE DI PIENA SU DIGHE E/O SBARRAMENTI	17
2.11. PIANO GENERALE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	21
2.12. PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA	22
2.13. PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE	23
2.14. RETE NATURA 2000	25
2.15. PIANO REGIONALE PARCHI E RISERVE NATURALI	28
2.16. PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE	28
2.17. Piano Regolatore Generale di Piazza Armerina	30
3. ASPETTI GENERALI DELL’OPERA	31
3.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELL’IMPIANTO	31
3.2. DATI PRINCIPALI DELLA DIGA	31
3.1. SCHEMA IDRAULICO	31
3.2. DESCRIZIONE DELL’OPERA	32
3.3. DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO	33
3.4. ULTIMA ASSEVERAZIONE	34
3.5. DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO SOTTESO	34
3.6. DESCRIZIONE DELL’ALVEO A VALLE	34
3.7. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI SCARICHI	34
3.8. SCARICO DI SUPERFICIE	34
3.9. SCARICO DI FONDO	35
3.10. DERIVAZIONE IRRIGUA	35
4. QUADRO CONOSCITIVO.....	36
4.1. PREMESSA	36
4.2. SITUAZIONE DELL’IMPIANTO	36
4.3. INDAGINI E STUDI CONOSCITIVI	36
4.3.1. Rilievi batimetrici già eseguiti in passato	37
4.3.2. Rilievo batimetrico (settembre 2020)	39
4.3.2.1. Modalità di esecuzione dell’indagine batimetrica e del campionamento	40
4.3.3. Ultimo rilievo batimetrico (luglio 2021)	43
4.3.3.1. Quantificazione del sedimento presente nell’invaso e stima del volume morto ancora disponibile	43
4.3.3.2. Stima dell’interrimento medio annuo	44
4.3.3.3. Grado di interrimento percentuale del serbatoio	45
4.3.3.4. Tasso percentuale medio annuo di interrimento	47
4.3.4. Piano di campionamento sedimenti e acque invasate	47
4.3.4.1. Campionamenti e caratterizzazioni eseguiti in passato	47
4.3.4.2. Caratterizzazione sedimenti e acque d’invaso – Campagna luglio 2020	55
4.3.4.2.1. Individuazione dei punti di campionamento del sedimento	55
4.3.4.2.2. Analisi svolte sui campioni di sedimento	59
4.3.4.3. Risultati delle analisi dei campioni di sedimenti (campagna luglio 2020)	60



4.3.4.4.	Caratterizzazione delle acque d’invaso e del materiale solido in sospensione	60
4.3.4.5.	Risultati delle analisi dei campioni di acqua (campagna luglio 2020)	61
4.3.4.6.	Accettazione e validazione dei risultati delle prove da parte di ARPA Sicilia	69
4.3.4.7.	Torbidità delle acque di scarico	70
4.3.4.8.	Caratteristiche materiale in sospensione nel deflusso di morbida in assenza del serbatoio	71
4.3.4.9.	Caratteristiche materiale in sospensione nel deflusso di scarico del serbatoio	72
4.3.4.10.	Caratteristiche della fauna ittica	73
4.4.	STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE DELL’INVASO	75
4.4.1	Acque d’invaso	75
4.4.2	Materiale di sedimentazione	76
4.4.3	Ulteriori informazioni	77
4.4.4	Elenco Comuni rivieraschi	77
5.	ALLEGATI.....	78





1. PREMESSA

1.1. INTRODUZIONE

Il Progetto di Gestione degli Invasi (PGI) è stato introdotto nella legislazione italiana dall’art. 40, comma 2 del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152, come sostituito dall’art. 114 del D. Lgs. 152/2006.

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica la necessità di predisporre, per ciascun vaso, un progetto di gestione dei sedimenti al fine di definire il quadro previsionale delle operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento finalizzate ad assicurare il mantenimento della capacità di vaso e la salvaguardia sia della qualità dell’acqua invasata sia del corpo ricettore.

Il progetto di gestione deve, inoltre, individuare eventuali modalità di manovra degli organi di scarico, anche al fine di assicurare la tutela del corpo ricettore.

Tale progetto deve essere predisposto sulla base di criteri fissati con decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e dell’Ambiente e della Tutela del Territorio di concerto con il Ministero delle Attività Produttive (art. 114 comma 4). Poiché non è ancora stato emesso il decreto contenente tali criteri, il presente progetto di gestione è stato redatto facendo riferimento al D.M. 30 giugno 2004 con il quale il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio ha precedentemente fissato le indicazioni per la redazione del progetto di gestione degli invasi secondo quanto previsto all’articolo 40, commi 2 e 3, del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152.

Secondo quanto disposto dall’articolo 3 del D.M. 30 giugno 2004 il progetto di gestione è finalizzato alla definizione del quadro previsionale delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo per:

- assicurare il mantenimento e il graduale ripristino della capacità utile propria dell’invaso;
- garantire prioritariamente in ogni tempo il funzionamento degli organi di scarico e di presa;
- definire i provvedimenti da porre in essere durante le suddette operazioni per la prevenzione e la tutela delle risorse idriche invase e rilasciate a valle dello sbarramento, conformemente alle prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati.

Il progetto di gestione prevede anche scenari di utilizzo degli scarichi di fondo in corrispondenza degli eventi di piena al fine di verificare la possibilità di:

- garantire comunque la funzionalità degli scarichi a fronte dei fenomeni di interrimento;
- ricostruire il trasporto solido a valle dello sbarramento;
- modulare il deflusso a valle dello sbarramento ricorrendo alla possibilità di laminazione dell’invaso.

In ottemperanza alla prescrizione dell’art. 43, comma 8 della Legge 214/2011, la Direzione generale per le dighe del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha individuato, con atto di ricognizione DG/264/2013, le grandi dighe per le quali sono necessari interventi nonché la rimozione dei sedimenti accumulatisi. In particolare, la diga Olivo ricade nella “priorità 2” ricomprensente le dighe “... per le quali sussiste, allo stato, il concreto rischio di ostruzione degli organi di scarico...”

Il presente documento costituisce la *Parte 1 Quadro conoscitivo* del PGI e analizza, oltre alla pianificazione e programmazione territoriale, l’interrimento del serbatoio rilevato mediante diverse indagini batimetriche, le caratteristiche dei sedimenti e la qualità delle acque invase rilevate.

Il PGI è completato con la *Parte 2 Fase conoscitiva* allegata al presente studio.

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 - “*Norme in materia ambientale*”;
- D. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio 30 giugno 2004 - “*Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell’articolo 40, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo*”;
- Circolare n. 12710 del 06/11/2012 della Direzione Generale per le Dighe;
- D. Lgs. 3 dicembre 2010, n. 205 - “*Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive*”;
- Legge 22/12/2011, n. 214 “*Salva Italia*”;
- Decreto interministeriale 10 agosto 2012, n. 161 – “*Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo*”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 – “*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo*”;
- Ordinanza Commissariale n. 333 del 24/12/2008 “*Approvazione del Piano di Tutela delle Acque della Sicilia*”;
- D.S.G. 2 settembre 2020, n. 185 “*Approvazione delle prime direttive per la predisposizione, l’approvazione e l’attuazione dei progetti di gestione degli invasi*”;
- D.S.G. 4 gennaio 2021, n. 1 “*Approvazione delle linee di indirizzo per la predisposizione, l’approvazione e l’attuazione dei progetti di gestione degli invasi*”;
- Circolare esplicativa n. 12710 del 06/11/2012 della Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili.

1.3. ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO DI GESTIONE

Il presente progetto di gestione è strutturato sulla base dei contenuti e delle prescrizioni dettate dal D. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio 30 giugno 2004 ed è sinteticamente costituito dalle seguenti sezioni:

- Caratteristiche principali della diga;
- Quantità e caratteristiche qualitative fisiche e chimiche dei sedimenti ricavate da indagini e studi;
- Caratteristiche qualitative delle acque d’invaso ricavate da analisi;
- Modalità per il ripristino e il mantenimento della capacità utile del serbatoio;
- Attività di monitoraggio da eseguire durante le operazioni di svasso e/o spurgo;
- Utilizzazione degli scarichi di fondo in corrispondenza degli eventi di piena per garantire la loro funzionalità, ricostruire il trasporto solido a valle dello sbarramento e modulare il deflusso ricorrendo alla possibilità di laminazione dell’invaso.

Le modalità generali per la redazione del progetto di gestione sono ribadite nell’Allegato n. 22 del citato piano di Tutela delle Acque della Sicilia.

1.4. DEFINIZIONI



Vengono adottate le stesse definizioni indicate nel D. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 30 giugno 2004.

«*svaso*»: svuotamento totale o parziale dell'invaso mediante l'apertura degli organi di scarico o di presa;

«*sfangamento o sghiaimento*»: operazione per rimuovere il materiale sedimentato nel serbatoio;

«*spurgo*»: operazione di sfangamento che fa esitare a valle, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico, o, eventualmente, di presa, il materiale solido sedimentato;

«*asportazione di materiale a bacino vuoto*»: operazione di sfangamento che utilizza macchine per il movimento e per la rimozione del materiale sedimentato;

«*asportazione di materiale a bacino pieno*»: operazione di sfangamento che utilizza sistemi di pompaggio o di dragaggio;

«*organo di presa*»: complesso di apparecchiature e strutture atte a consentire, con comando volontario o automatico, la derivazione dell'acqua accumulata nell'invaso;

«*organo di scarico o di sicurezza*»: complesso di apparecchiature e strutture atte a consentire, con comando volontario o automatico, il rilascio di acqua a valle dello sbarramento;

«*prove di funzionamento degli organi di scarico*»: verifiche periodiche atte a controllare la funzionalità degli organi stessi, eseguite in ottemperanza alla normativa vigente;

«*amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento*»: l'amministrazione di cui all'art. 89, comma 1, lettera b), del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, e l'amministrazione di cui all'art. 91, comma 1, del medesimo decreto legislativo, nel rispetto delle attribuzioni previste da tali articoli;

«*gestore*»: il titolare della concessione di derivazione o richiedente la stessa oppure, se soggetto diverso, il gestore dello sbarramento.



2. PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE

Il progetto di gestione è soggetto alle previsioni vincolistiche e di tutela ambientale derivanti dagli strumenti di pianificazione e di programmazione adottati in base ai diversi ambiti territoriali competenti (Regione, Provincia, Comune).

Di seguito, pertanto, si riporta un quadro conoscitivo di tali strumenti.

2.1.PIANO STRALCIO DI BACINO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

Il serbatoio di Olivo ricade all’interno del bacino idrografico principale n. 072 del fiume Imera Meridionale del quale si riporta la relativa scheda tecnica di identificazione.



Regione Siciliana		Piano Stralcio di Bacno per l'Assetto Idrogeologico		Bacino Idrografico del Fiume Imera Meridionale (072) Area Territoriale F. Imera Meridionale e F. Palma (071)	
SCHEMA TECNICA DI IDENTIFICAZIONE DEL BACINO 072					
Bacino idrografico principale	FIUME IMERA MERIDIONALE		Numero	072	
Province	Agrigento, Caltanissetta, Enna, Palermo				
Versante	Meridionale				
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo				
Lunghezza dell'asta principale	132 km				
Altitudine	massima	1912 m s.l.m.			
	minima	0 m s.l.m.			
	media	498 m s.l.m.			
Superficie totale del bacino imbrifero	2022,06 km ²				
Affluenti	Arenella, Braemi, Carusa, Furiana, Gibbesi, Mendola, Morello, Salso Superiore, Torcicoda.				
Serbatoi ricadenti nel bacino	Gibbesi, Morello, Olivo				
Utilizzazione prevalente del suolo	Seminativo (54,30%) e Legnose agrarie miste (10,26%)				
Territori comunali	Provincia di Agrigento	Canicatti, Campobello di Licata, Licata, Naro, Ravanusa.			
	Provincia di Caltanissetta	Butera, Caltanissetta, Delia, Mazzarino, Riesi, Resuttano, San Cataldo, Santa Caterina Villamosa, Serradifalco, Sommatino			
	Provincia di Enna	Barrafranca, Calascibetta, Enna, Nicosia, Piazza Armerina, Pietraperzia, Villarosa.			
	Provincia di Palermo	Alimena, Blufi, Bompietro, Caltavuturo, Castellana Sicula, Gangi, Geraci Siculo, Petralia Soprana, Petralia Sottana, Polizzi Generosa.			
Centri abitati	Provincia di Agrigento	Campobello di Licata, Licata, Ravanusa.			
	Provincia di Caltanissetta	Caltanissetta, Delia, Mazzarino, Riesi, Resuttano, San Cataldo, Santa Caterina Villamosa.			
	Provincia di Enna	Barrafranca, Calascibetta, Enna, Pietraperzia, Villarosa.			
	Provincia di Palermo	Alimena, Blufi, Bompietro, Castellana Sicula, Gangi, Petralia Soprana, Petralia Sottana.			

2.2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale o Salso rappresenta il secondo corso d’acqua della Sicilia, sia per l’ampiezza del bacino che per la lunghezza dell’asta principale. Si localizza nella porzione centrale del versante meridionale dell’isola e ha una forma allungata in senso N-S, occupando una superficie complessiva di circa 2000 km². Confina ad Est con i bacini idrografici del Fiume Simeto e del Fiume Gela, ad Ovest con quelli del Fiume Platani, del Fiume Naro e del Fiume Palma, a Nord con quelli del Fiume Imera Settentrionale e del Fiume Pollina. Le quote più elevate dello spartiacque si localizzano a settentrione in corrispondenza della dorsale meridionale delle Madonie che separa il versante tirrenico dal resto dell’isola. In questo settore i rilievi principali da Ovest verso Est sono rappresentati dal Monte Catuso (1042 m), Serra di Puccia (1052 m), Monte Salvatore (19012 m), Pizzo Catarineci (1660 m), Pizzo di Corvo (1642 m), Monte di Corvo (1242 m), Monte Zimmara (1333 m), Pizzo



Gallo (1162 m), Monte Altesina (1192 m). Da un punto di vista amministrativo, il bacino del F. Imera Meridionale comprende i territori di 4 province (Agrigento, Caltanissetta, Enna e Palermo) ed un totale di 33 territori comunali di cui 23 centri abitati ricadenti totalmente o parzialmente all’interno del bacino. All’interno del bacino ricadono gli invasi della Diga Morello, della Diga Olivo e della Diga Gibbesi derivanti rispettivamente dallo sbarramento del Fiume Morello, del Torrente Olivo e del Fiume Gibbesi. Per quanto riguarda le aree protette il bacino in esame comprende nel territorio provinciale di Enna: R.N.O. Monte Altesina; R.N.O. Rossomanno-Grotta Saura Bella; S.I.C.: V.ne Rossomanno – Boschi di Piazza Armerina – Serre di Monte Cannarella – Monte Altesina.

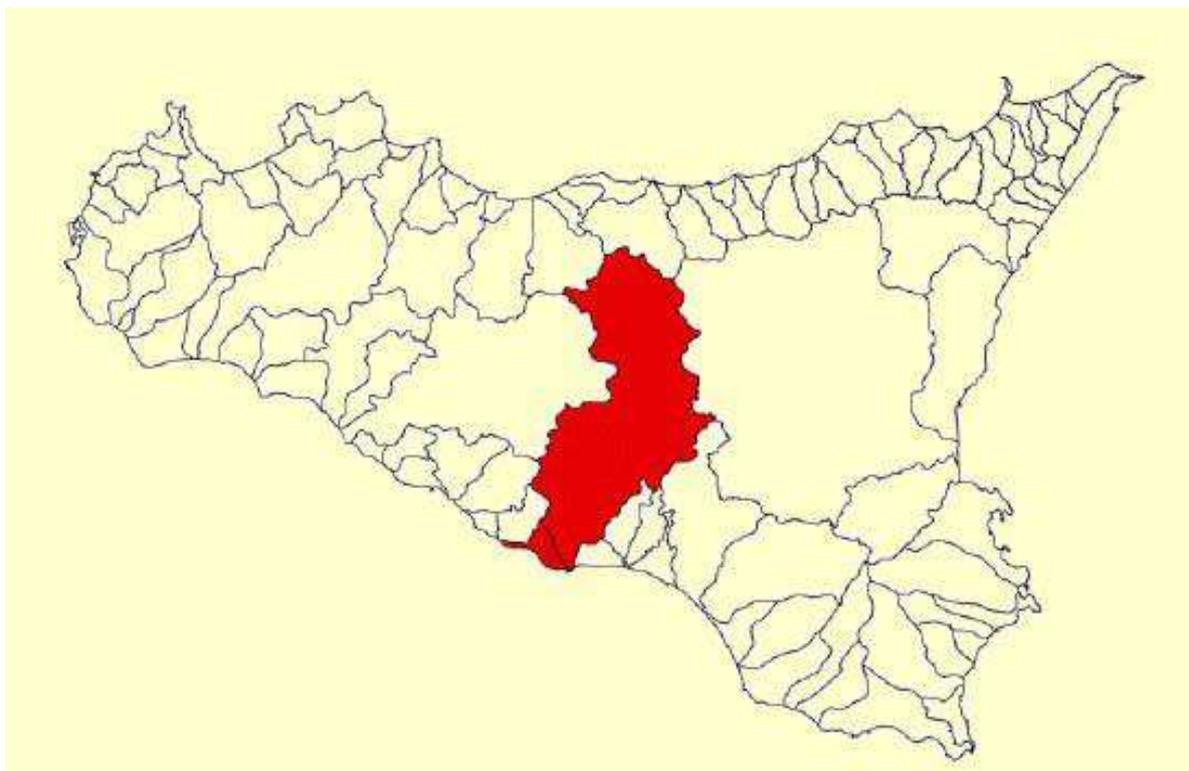


Figura 2.2.1 Bacino idrografico n. 072 – Fiume Imera Meridionale

2.3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L’assetto fisiografico generale dell’area di invaso in esame ricalca fedelmente le caratteristiche delle litologie affioranti e rappresenta il risultato dell’interazione dei fattori strutturali (litologia e tettonica), dei fattori climatici¹, dell’uso del suolo² e dello stadio raggiunto dai cicli morfogenetici che si sono succeduti nel tempo.

L’aspetto morfologico del territorio della Diga Olivo è quello tipico del paesaggio della Sicilia Centrale, dove i terreni presenti, di natura prevalentemente terrigena e con caratteristiche plastiche, hanno smorzato i ripetuti stress di natura tettonica, producendo una morfologia poco acclive, con quote relativamente basse, costituita da una serie di colline, separate, per lo più, da modeste incisioni e letti fluviali di corsi d’acqua a carattere stagionale (Fig. 3.3.1), e dove esistono isolati affioramenti di ridotta estensione di rocce evaporitiche, in prevalenza carbonatiche.



Figura 2.3.1 Bacino Riprese aeree dell’area della diga di Olivo (elaborazioni da Google Maps)

¹ Il regime pluviometrico dell’area è costituito da prolungati periodi di siccità, interrotti da brevi, ma intensi, periodi piovosi, che sono la causa principale nell’instaurare, in versanti a prevalente composizione argillosa, condizioni di disequilibrio con, talora, evoluzione verso veri e propri movimenti franosi.

² L’uso agricolo più diffuso è quello delle estensioni di colture cerealicole, le cui pratiche agrarie determinano una continua distesa di lisci pendii esposti al calore, ma anche alle piogge dirette, causando un incremento della propensione al dissesto superficiale.



L’andamento altimetrico dell’area oggetto di studio è abbastanza regolare, con un progressivo aumento delle quote procedendo da Sud verso Nord; le colline sulla sinistra idrografica del T. Olivo rilevano altitudini leggermente più elevate (max quota 851 m s.l.m. di M. Manganello). La morfologia, come già evidenziato, è condizionata dalle caratteristiche dei diversi litotipi affioranti. Le aree a litologia argilloso-marnosa presentano solitamente una morfologia di tipo mammellonare e localmente calanchiva, soprattutto nei versanti più esposti all’insolazione, modellata da processi gravitativi e/o erosivi a più lento sviluppo, mentre mostrano un comportamento rigido i litotipi lapidei più competenti (sabbioso-arenacei del Pliocene), che si presentano spesso a costoni e pareti sub-verticali, testimoniando una notevole resistenza alla degradazione, talora associata a fenomeni geomorfologici ad evoluzione più repentina. In tal modo si forma un c.d paesaggio a “cuesta”, caratterizzato da rilievi che Baldacci ha definito “tabulari”, per la loro singolare morfologia tozza ed appiattita, prodotti dall’erosione differenziata di strati rocciosi alternati, di diversa resistenza ed immersi uniformemente (monoclinali). Tale evoluzione geomorfologica è inoltre determinata in modo significativo dalle azioni connesse allo sviluppo del reticolato idrografico databile al Quaternario, il cui collettore principale, nell’area di stretto interesse, è costituito dal T. Olivo, impostato su terreni prevalentemente argillo-marnosi a permeabilità primaria bassa, che confluisce in C.da Bessima nel T. Braemi, affluente in sinistra idrografica del F. Imera Meridionale. La rete idrografica appare comunque in uno stadio di maturità, con moderati processi di sovraescavazione e sovralluvionamento, legati anche ai fenomeni eustatici e strutturali della tettonica Pleistocenica.

In linea generale le aree circostanti allo sbarramento non presentano fenomeni di dissesto gravitativi particolarmente significativi che possano determinare danni alle strutture, come si evince anche dalle carte tematiche dei dissesti e della pericolosità della sezione CTR 631160, elaborate per la redazione del Piano Stralcio del bacino idrografico del F. Imera Meridionale³, dove vengono catalogati essenzialmente dissesti superficiali per erosione accelerata diffusa con scarsi livelli di pericolosità (Fig. Fig. 3.3.2). In particolare si osservano n°6 dissesti, presenti soltanto lungo la sponda sinistra, che mostra una maggiore presenza di livelli prettamente argillosi nei depositi pliocenici della Formazione di Enna, catalogati con i seguenti codici (da est verso ovest): 072-4PA-092, 072-4PA-093, 072-4PA-094, 072-4PA-095, 072-4PA-096, 072-4PA-097.

Per analizzare in dettaglio le condizioni di assetto geomorfologico delle sponde lacustri, al fine di definire l’eventuale possibilità del verificarsi di fenomeni franosi tali da compromettere la stabilità del corpo diga e/o da provocare fenomeni di soprizzo dello stesso, è stata adottata una metodologia di indagine che partendo dai dati disponibili (P.A.I., IFFI⁴, P.T.P. Enna⁵), ha integrato i rilievi di superficie con l’osservazione delle ortofoto disponibili (S.I.T.R. ATA 2008-2012, Google Earth); tale approccio ha permesso di definire spazialmente in dettaglio i dissesti riscontrati, oltre a riconoscerne tipologia e meccanismi genetici. I risultati dell’analisi vengono compendati nella Carta Geomorfologica allegata (Fig. 3.3.3), realizzata in ambiente GIS, dove i principali elementi geomorfologici sono stati sovrapposti ad una mappa delle acclività, per evidenziare anche eventuali aree con maggiore suscettibilità al dissesto. Dall’indagine geomorfologica eseguita è emerso che le pendenze prevalenti dei pendii sono entro le zone con pendenze moderate (max 20%), mentre i dissesti si palesano nelle aree con acclività superiore al 30%.

³ Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – *Bacino idrografico del Fiume Imera meridionale – 072 (2006)*.

⁴ Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) - <https://www.progettoiffi.isprambiente.it/>

⁵ <http://www.provincia.enna.sitr.it/geoportale/>

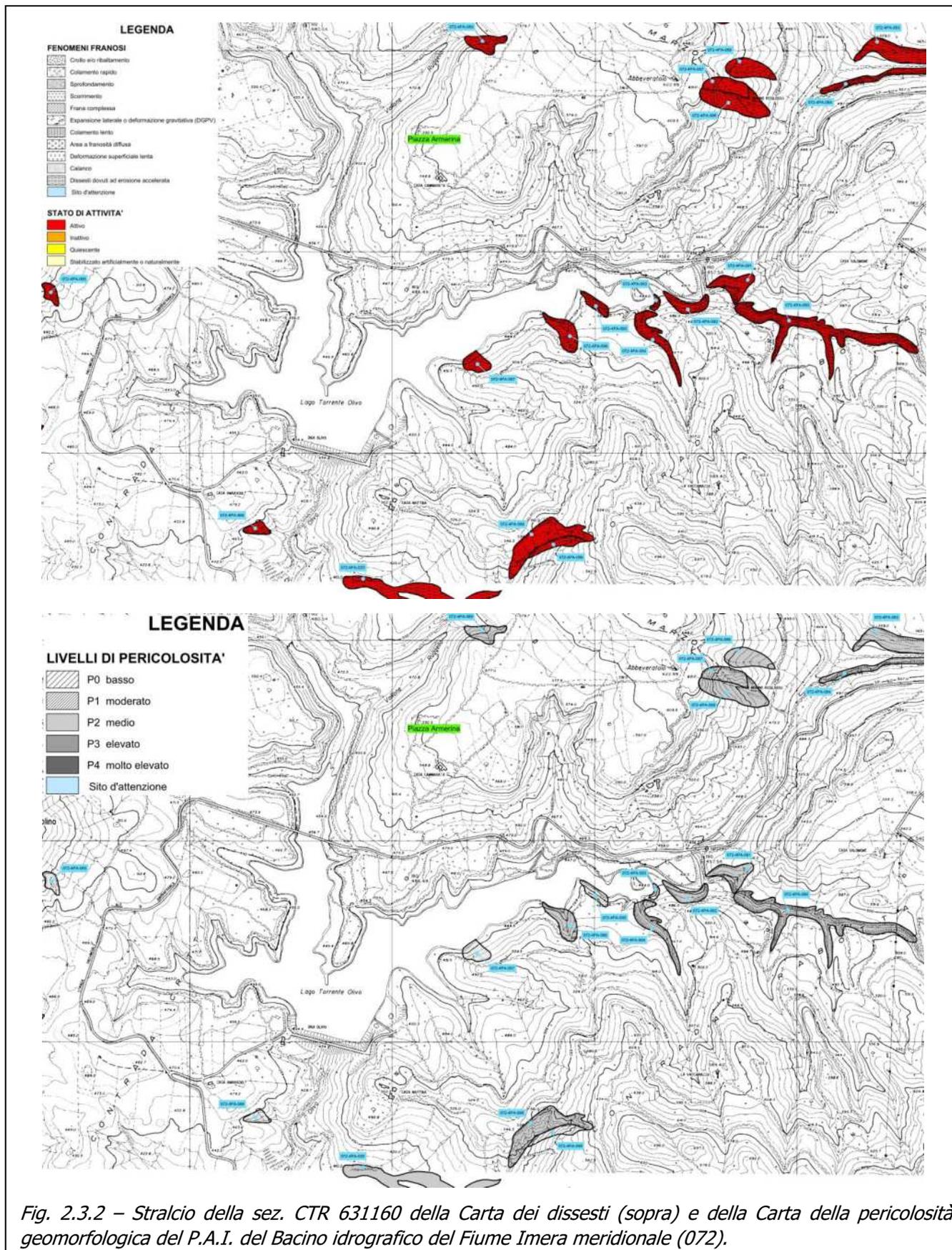


Fig. 2.3.2 – Stralcio della sez. CTR 631160 della Carta dei dissesti (sopra) e della Carta della pericolosità geomorfologica del P.A.I. del Bacino idrografico del Fiume Imera meridionale (072).

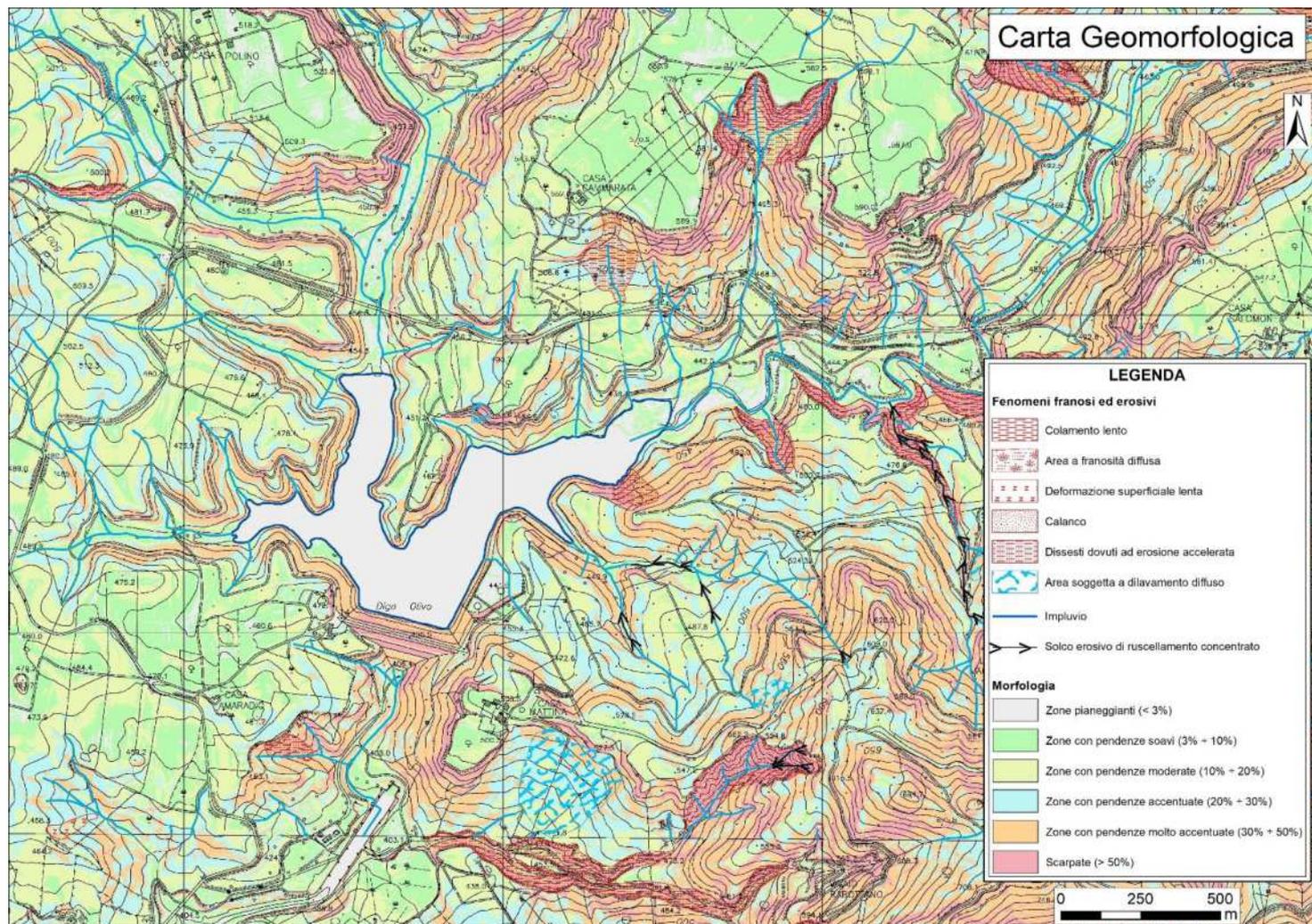


Fig. 2.3.3 – Carta geomorfologica

I processi dinamici che intervengono nel modellamento dei versanti di questo territorio sono prevalentemente dovuti a fenomeni di intensa erosione operata dalle acque di origine meteorica, sia selvagge che convogliate, su terreni prevalentemente argillosi, argilloso-marnosi, argilloso-sabbiosi in concomitanza con la scarsa copertura vegetale, all’acclività dei versanti ed alla loro esposizione. In questo contesto si osservano fenomeni di ruscellamento diffuso (*sheet erosion*) che generano superfici denudate dal deflusso superficiale e fenomeni di ruscellamento concentrato (*rill erosion*) che generano incisioni e fossi più o meno approfonditi (Fig. 3.3.4).



Fig. 2.3.4 – Fenomeni erosivi per ruscellamento nell’areale della diga di Olivo

I dissesti mappati lungo le sponde del lago sono dovuti ad erosione accelerata e concentrata di tipo calanchivo sui termini maggiormente argillosi delle argille sabbiose plioceniche della formazione di Enna, che ha generato nei versanti movimenti gravitativi per scalzamento al piede degli stessi (Fig. 3.3.5).



Fig. 2.3.5 – Immagini di frane e dissesti superficiali cartografati lungo la sponda sinistra del T. Olivo e della Diga Olivo.

Si segnala comunque che, anche laddove non si osservano i fenomeni gravitativi sopra descritti, si rileva come la coltre di alterazione dei substrati argillosi, per effetto dei fenomeni di imbibizione delle acque di origine meteorica, sia comunque esposta a fenomeni di *creep* attivi, evidenziati dalla presenza di piccole colate, lobi e increspature del terreno. Si tratta di fenomeni corticali che interessano solitamente spessori di terreno non superiori a 1-2 m, che si manifestano in modo lento, discontinuo e disomogeneo sia dal punto di vista areale che in sezione, con una progressiva riduzione dell’entità del movimento verso valle. Infine, dalle analisi e osservazioni precedentemente descritte, si può escludere, allo stato attuale, la possibilità che processi gravitativi possano instaurare dissesti alle strutture dello sbarramento o fenomeni di soprizzo dell’acqua invasata sul corpo diga.



2.4.IDROGRAFIA

Il Fiume Imera Meridionale, lungo circa 132 Km, nasce a Portella Mandarini (1500 m) sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell’abitato di Licata, in provincia di Agrigento.

Lungo il suo percorso riceve gli apporti di numerosi corsi d’acqua secondari e accoglie i deflussi di un considerevole numero di linee di drenaggio minori. Alcuni di tali corsi d’acqua drenano bacini di significativa estensione che si localizzano principalmente in sinistra idrografica. Tra i maggiori affluenti in sinistra idrografica c’è il Torrente Braemi che nasce a Portella Grottacalda con il nome di Torrente Forma e successivamente con quello di Torrente Olivo.

Il bacino del Fiume Braemi, vasto circa 196 Km² e con una altitudine media di circa 486 m.s.m., si sviluppa nelle province di Caltanissetta ed Enna interessando i territori comunali di Piazza Armerina, Barrafranca e Mazzarino. Il corso d’acqua nasce in C.da Portella Grottacalda con il nome prima di Torrente Furma e poi con quello di Torrente Olivo per diventare Torrente Braemi in corrispondenza della confluenza con il Torrente Bressima, uno dei suoi maggiori affluenti. Altri affluenti di una certa rilevanza sono il Vallone Grande e i Torrenti Polino e Salinella. La lunghezza dell’asta principale è di circa 35 Km e durante il suo corso incide, a tratti con processi erosivi molto marcati, terreni pertinenti alla serie pliocenica dati da argille azzurre e da sabbie e calcareniti giallastre, poggianti in trasgressione sulla serie gessoso-solfifera. Confluisce nell’ Imera Meridionale a circa 155 m s.l. m. nei pressi di Molino di Iusa. Sul tratto di fiume che prende il nome di Torrente Olivo è stato realizzato lo sbarramento in oggetto che ha dato origine all’omonimo lago.

2.5.USO DEL SUOLO

Il quadro vegetazionale del bacino del F. Imera Meridionale e dell’area territoriale tra il bacino del Fiume Palma e il bacino del Fiume Imera Meridionale si presenta abbastanza ricco e diversificato. La distribuzione delle principali colture agricole, procedendo dalla parte orograficamente più bassa a quella più elevata, avviene secondo fasce altimetriche. Il bacino si caratterizza per la presenza alla foce di un’ampia area occupata da colture protette (serre e tunnels) e per la dominanza delle aree coltivate a seminativi.

Diffuse sono le aree occupate dalle legnose agrarie miste (olivo e mandorlo in prevalenza) e dai mosaici colturali. Tra le colture arboree specializzate si riscontrano la vite, l’olivo e il mandorlo. Alquanto diffuse le aree destinate a pascolo. Piuttosto limitate le aree boscate.

Nella porzione media del bacino, che interessa i comuni di Barrafranca, Caltanissetta, Canicatti, Delia, Enna, Enna Dip. (Confidato), Mazzarino Dip. (Canalotto-Gallitano), Piazza Armerina, Piazza Armerina Dip. (Grottacalda), Pietraperzia, San Cataldo, Serradifalco, Santa Caterina Villarmosa, Villarosa, sono le aree a seminativi (grano, leguminose da granella e foraggiere varie) a dominare come tipologia colturale in tutta l’area ed occupano spesso i terreni prevalentemente argillosi, dove risulta deficitaria la disponibilità di acqua per l’irrigazione. Le aree destinate a legnose agrarie miste (olivo e mandorlo in prevalenza), anch’esse abbastanza diffuse, si rintracciano in tutta la porzione di bacino. La vite risulta particolarmente presente nella parte orientale, prevalentemente nei comuni di Canicatti, Caltanissetta e Delia. Aree destinate ad oliveto, su limitate estensioni, ricadono soprattutto nei comuni di Caltanissetta, Pietraperzia, Piazza Armerina e Enna, mentre le aree a pascolo occupano la porzione centro-occidentale, nei territori dei comuni di Barrafranca, Enna, Piazza Armerina, Pietraperzia e Villarosa. I mosaici colturali sono diffusi a macchia di leopardo in tutta l’area. Esempi di macchia arbustiva –



Oleastro, Euforbie, Rosa canina, Ferula, Ampelodesma, Oleandri, Orchidee, ecc.- sono localizzati in ambiti circoscritti, nei comuni di Caltanissetta, Enna, e sono condizionati da substrati alquanto aridi (es. pareti rocciose, piccoli promontori ben esposti, versanti ripidi con notevole erosione, ecc.). L'incolto e l'incolto roccioso si riscontrano sui rilievi alle quote più elevate in tutta l'area.

Le aree boscate, rappresentate spesso da eucaliptus, sono molto limitate e si ritrovano principalmente nei comuni di Caltanissetta, Enna e Piazza Armerina, dove un'area boscata con pini mediterranei caratterizza il paesaggio.

2.6. REGIME TERMICO E PLUVIOMETRICO

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati registrati dalle 5 stazioni termopluviometriche ricadenti all'interno del bacino del F. Imera Meridionale.

Le temperature medie più elevate si registrano nei mesi di luglio ed agosto mentre le più basse si hanno nel bimestre gennaio-febbraio. Considerando i dati termometrici rilevati nel periodo del trentennio e confrontando i valori relativi alle medie mensili ed annuali, si evidenzia un andamento termico del territorio in studio piuttosto regolare, con valori medi sempre inferiori ai 30 °C. Questo è probabilmente da collegare alle quote abbastanza elevate a cui si collocano quasi tutte le stazioni considerate.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle 14 stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino del F. Imera Meridionale.

I dati pluviometrici raccolti mostrano una variazione più o meno regolare con aumento dei valori di precipitazione procedendo da Sud verso Nord. Ciò trova riscontro nel progressivo incremento delle quote assolute man mano che ci si approssima alla catena settentrionale; da valori attorno ai 450 mm che caratterizzano la porzione meridionale del bacino si passa gradualmente ai 700 mm circa del settore settentrionale dove si localizzano le aree montane. I valori medi mensili più bassi si registrano nei mesi estivi mentre quelli più elevati si hanno nei mesi di dicembre e gennaio, dati questi correlabili con l'andamento termico del bacino. Le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico medio del versante meridionale della Sicilia che rappresenta, per latitudine, esposizione e costituzione geologica, la fascia più arida dell'isola dove il regime pluviometrico, di tipo mediterraneo, risulta esasperato da periodi di siccità molto lunghi.

2.7. RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Nel territorio della provincia di Enna sono stati censiti n. 1026 dissesti la cui superficie complessiva è 27,68 Km². Prevalgono i dissesti attivi che coinvolgono in massima parte i terreni argillosi e detritici di copertura. Tali dissesti si originano per effetto dell'erosione accelerata e per movimenti lenti della porzione superficiale dei terreni. Numerose sono, inoltre, le forme di erosione più spinte quali i calanchi, in stadi più o meno avanzati.

L'indice di franosità I_{DEN} della provincia di Enna è pari al 4,36% dato dal rapporto tra la superficie totale in frana nel territorio provinciale di Enna ($S_{DEN}=27,68$ km²) e la superficie totale del territorio provinciale di Enna ($S_{EN}=634,15$ km²).

Il territorio comunale di Piazza Armerina presenta un tipico paesaggio collinare con sommità tabulari e frequenti incisioni vallive. La porzione nord-occidentale è costituita da un ampio pianoro, mentre verso Sud ed Est la morfologia diviene più acclive con frequenti rotture di pendio. Litologicamente è costituito in prevalenza da terreni di natura argillo-marnosa e marno-argillosa e da sabbie con livelli arenacei, la cui giacitura sub-orizzontale dà origine a forme morfologiche tabulari. In generale, il territorio è soggetto



a processi di modellamento ad opera delle acque incanalate con erosione di fondo e laterale e frequenti aree calanchive, in stadi più o meno avanzati, laddove la vegetazione diviene più rada. Tali processi si localizzano lungo l'asta fluviale del Torrente Braemi e dei suoi affluenti, che spesso presentano valli incise con pareti ripide. In alcune aree sono stati praticati impianti di riforestazione, sistema idoneo in grado di contrastare i fenomeni erosivi superficiali.

2.8. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E AREE A RISCHIO

All'interno del bacino in studio predominano le aree a pericolosità media, sia in termini di quantità che di estensione, seguono le aree a pericolosità moderata; queste ultime presentano in percentuale una distribuzione areale di molto inferiore alla distribuzione per numero, ciò ad indicare che si tratta di dissesti di modeste estensioni. Sulla base delle classi di pericolosità precedentemente individuate e degli elementi a rischio in esse ricadenti, sono state perimetrate le aree a rischio.

Nell'intero bacino esaminato prevalgono le aree a rischio medio (R2) seguite da quelle a rischio basso (R1) sia per abbondanza di numero che per ampiezza delle superfici coinvolte.

Nel territorio della provincia di Enna sia in termini di quantità che di estensione prevalgono decisamente le aree a pericolosità P2, seguita dalla classe P1 la quale presenta un'un'estensione delle aree meno incidente rispetto all'elevato numero; si evidenzia invece una corrispondenza fra quantità ed estensione per quanto riguarda le classi a pericolosità P3 e P4. Sulla base delle classi di pericolosità precedentemente individuate e degli elementi a rischio in esse ricadenti, sono state perimetrate le aree a rischio.

Nel territorio comunale di Piazza Armerina i n. 102 dissesti riscontrati hanno un grado di pericolosità così distribuito: - n. 37 aree a pericolosità moderata (P1); - n. 63 aree a pericolosità media (P2); - n. 2 aree a pericolosità elevata (P3). In relazione alla determinazione delle classi di rischio, in tutto il territorio sono state individuate n. 8 aree caratterizzate da rischio medio (R2).

2.9. RISCHIO IDRAULICO

L'analisi del rischio idraulico è stata effettuata all'ARTA, Dipartimento Territorio e Ambiente; per gli aspetti idrologici ed idraulici del P.A.I. ci si è avvalsi della consulenza del Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali (D.I.I.A.A.) dell'Università degli Studi di Palermo.

L'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico è stata eseguita dopo una preliminare caratterizzazione dell'ambiente fisico. In tale fase sono stati individuati i limiti del bacino principale, dei sottobacini ed il reticolo idrografico e si è effettuata una prima caratterizzazione delle aste fluviali.

Contemporaneamente, sono stati acquisiti tutti gli elementi conoscitivi utili all'individuazione delle aree potenzialmente inondabili attraverso informazioni storiche e analisi di tipo territoriale.

2.10. STUDI DELLE ONDE DI PIENA SU DIGHE E/O SBARRAMENTI

Sono stati condotti gli studi per la simulazione della propagazione delle onde di piena a valle dei 3 sbarramenti presenti nel bacino idrografico dell'Imera Meridionale, gli invasi Villarosa, Olivo e Gibbesi.

Di seguito si riporta una sintesi dello studio sull'ipotetico collasso dello sbarramento reperito presso l'Ente di Sviluppo Agricolo (E.S.A.) della Regione Siciliana relativo all'invaso di Olivo.

Lo studio delle onde di piena artificiali è stato condotto utilizzando il codice di calcolo DAMBREAK, sviluppato presso il NOAA-NWS-OH (National Oceanic and Atmospheric Administration – National



Weather Service – Office of Hydrology, Silver Spring, Maryland) attraverso la soluzione numerica di un sistema di equazioni differenziali che rappresentano la continuità della massa idrica e la continuità dell’energia nell’intorno di una generica sezione e di un assegnato istante temporale.

La simulazione di propagazione delle onde di piena "artificiali" è stata eseguita per le due ipotesi di seguito descritte:

- Ipotesi A – apertura istantanea degli organi dello scarico di fondo;
- Ipotesi B – ipotetico collasso dello sbarramento.

Per l’ipotesi A la normativa vigente richiede lo studio separato delle onde di piena provenienti dalla manovra dei soli organi di scarico profondi e dalle manovre contemporanee degli organi di scarico superficiali e profondi.

Poiché la stessa normativa prescrive di assumere per tale studio un livello idrico dell’invaso pari alla quota massima di regolazione e poiché non vi sono nel caso in oggetto organi mobili di regolazione, le due onde di piena coincidono.

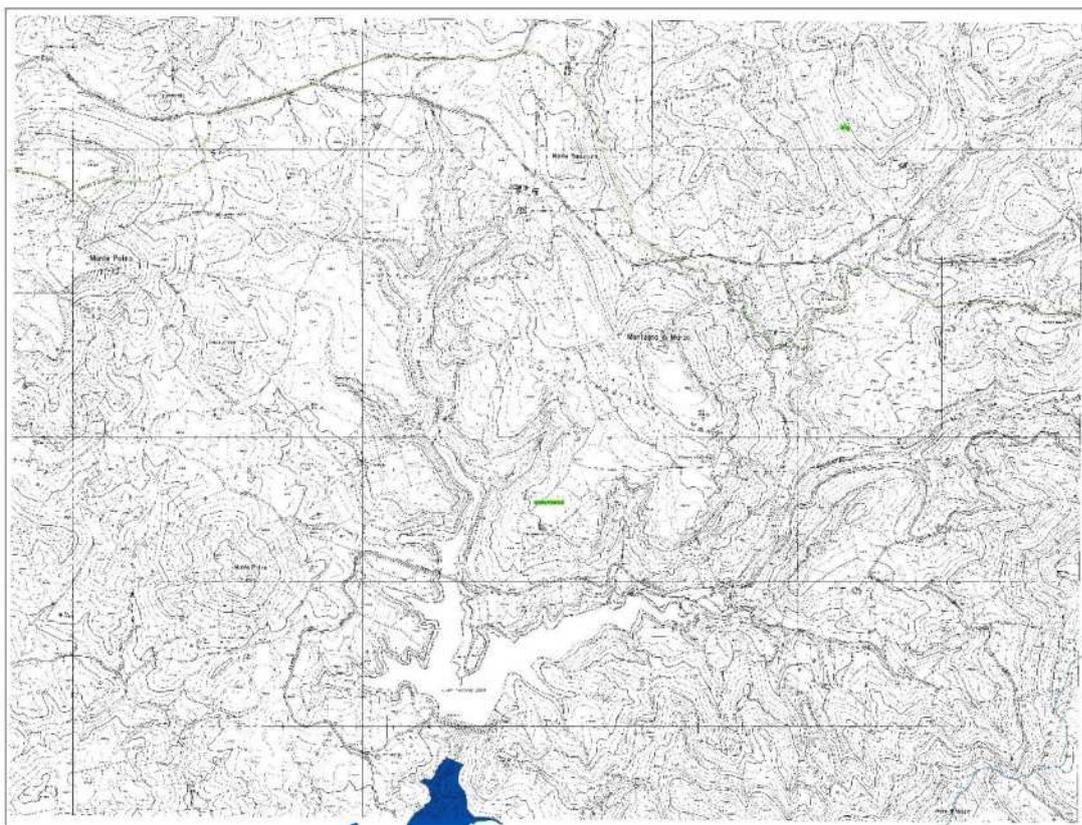
Inoltre, il notevole volume massimo invasato, pari a 18,00 Mm³, e la notevole portata massima dello scarico rendono superflua la simulazione della propagazione in condizione di moto vario, essendo minima la riduzione lungo l’alveo della massima portata iniziale.

Come valore di portata massima è stato desunto il valore di 106 m³/s dal progetto esecutivo della diga.

Per l’ipotesi B si è ipotizzata la formazione di una breccia sulla diga e che il collasso della diga avvenga a causa di una piena eccezionale non smaltita dagli organi di scarico e che perciò causi il completo riempimento del serbatoio.

Poiché lo sbarramento è del tipo in materiali sciolti, è stato ipotizzato un collasso dello stesso per rottura graduale conseguente all’apertura di una breccia d’erosione dovuta alla tracimazione della diga con livello d’invaso alla quota di coronamento (454,5 m s.l.m.), trascurando le portate che potrebbero essere rilasciate dallo scarico di superficie: in tali condizioni, la portata massima effluente dalla breccia è stata valutata in 17.944 m³/s.

I risultati dello studio dell’E.S.A. sono stati riprodotti in una cartografia, di seguito riportata, che indica le aree soggette a potenziale inondazione nelle due ipotesi (A e B) prima descritte.





REPUBBLICA ITALIANA

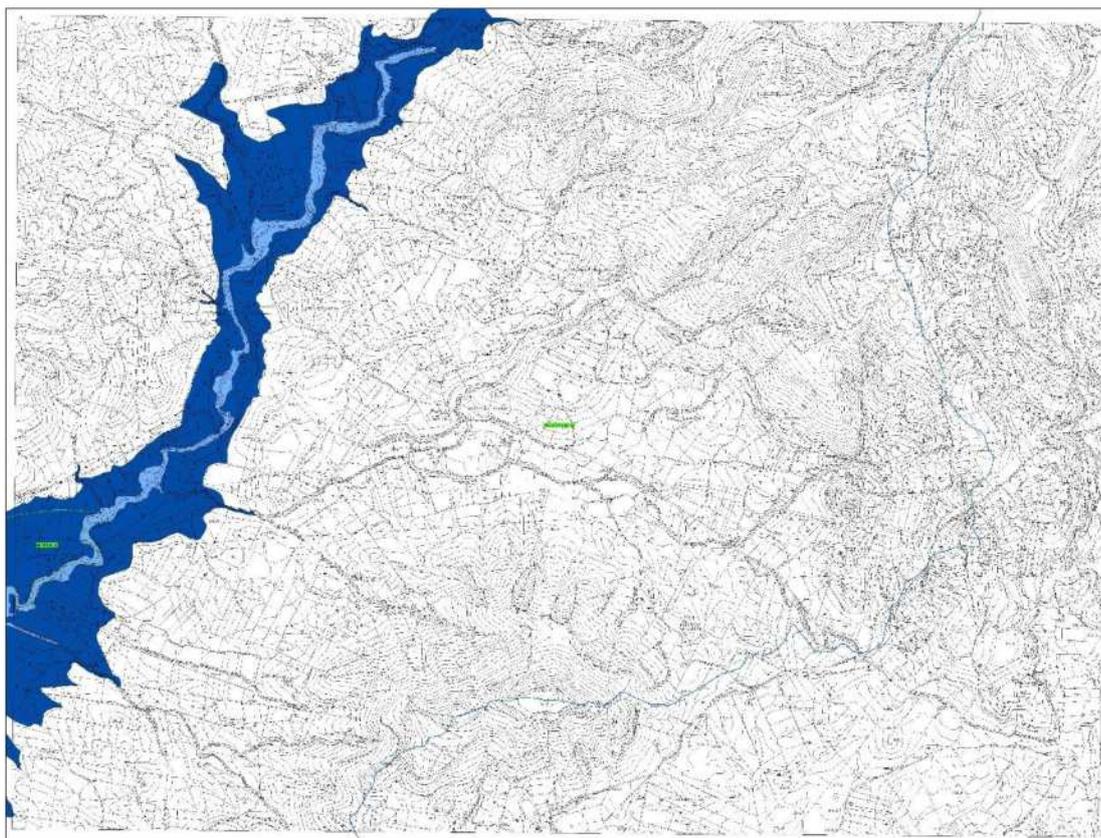
Regione Siciliana
 Assessorato Territorio e Ambiente
 Direzione Regionale dell'Acqua e dei Servizi di Pubblica Utilità

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Bacino idrografico del F. Inera Meridionale (072)
 Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Inera Meridionale (071)

CARTA DELLE AREE DI ESONDAZIONE PER MANOVRA DI SCARICO E IPOTETICO COLLASSO DELLO SBARRAMENTO OLIVO N° 53

Scala 1:50.000
 Anno 2005



LEGENDA

- Area di esondazione per manovra degli organi di scarico dello sbarramento Olivo
- Area di esondazione per ipotetico collasso dello sbarramento Olivo
- Limite bacino idrografico
- Limite dell'area intermedia
- Limite comunale

REPUBBLICA ITALIANA

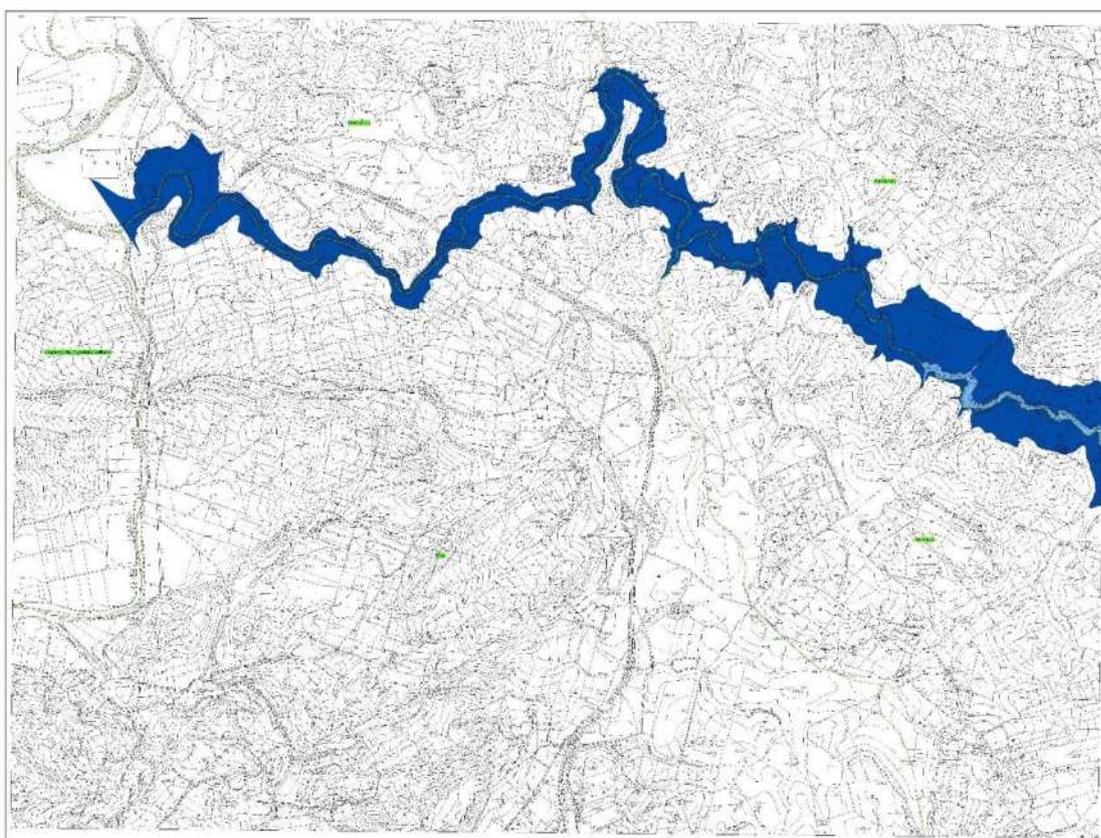
Regione Siciliana
 Assessorato Territorio e Ambiente
 Direzione Regionale dell'Acqua e dei Servizi di Pubblica Utilità

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Bacino idrografico del F. Inera Meridionale (072)
 Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Inera Meridionale (071)

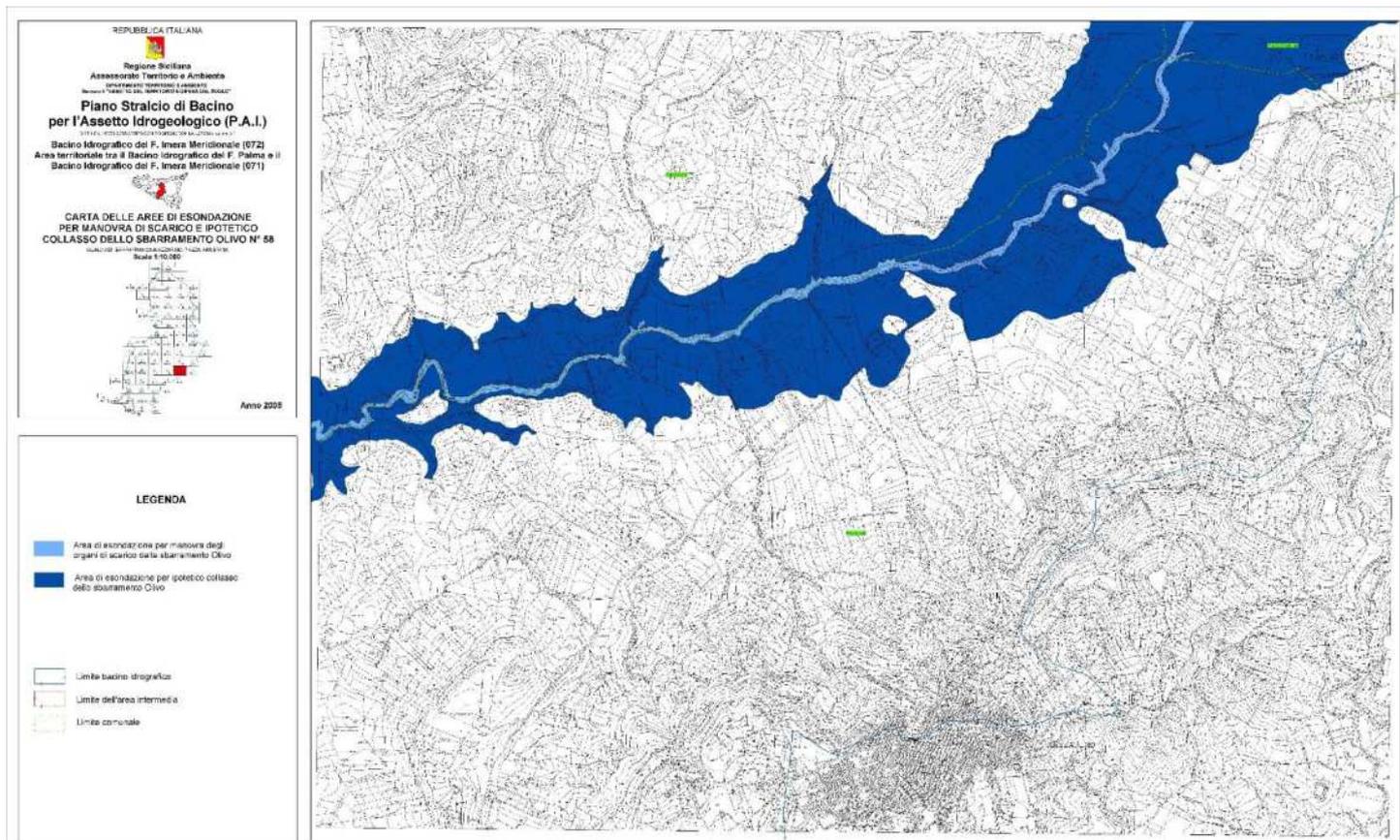
CARTA DELLE AREE DI ESONDAZIONE PER MANOVRA DI SCARICO E IPOTETICO COLLASSO DELLO SBARRAMENTO OLIVO N° 57

Scala 1:50.000
 Anno 2005



LEGENDA

- Area di esondazione per manovra degli organi di scarico dello sbarramento Olivo
- Area di esondazione per ipotetico collasso dello sbarramento Olivo
- Limite bacino idrografico
- Limite dell'area intermedia
- Limite comunale



2.11. PIANO GENERALE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L’emanazione della Direttiva Comunitaria 2007/60 nota come “Direttiva Alluvioni” ha riaffermato l’attenzione della politica comunitaria alle problematiche connesse al mantenimento della sicurezza idraulica del territorio nell’ambito del più ampio tema della gestione delle acque.

La Direttiva Alluvioni insieme alla Direttiva Acque (Direttiva 2000/60/CE) costituiscono il quadro della politica comunitaria delle acque integrando gli aspetti della qualità ambientale con quelli della difesa idraulica. Tale approccio integrato definito a livello europeo, già introdotto in Italia con la Legge 183/89 di riassetto funzionale e organizzativo della difesa del suolo, è stato successivamente ribadito con il Decreto Legislativo 152/2006 che ha riconfermato la validità del Piano per l’Assetto idrogeologico (P.A.I.) quale strumento di pianificazione nel quale è definito il quadro delle criticità e sono individuate le azioni necessarie anche per quanto attiene il rischio idraulico da alluvioni.

La Direttiva Alluvioni ha, in particolare, individuato obiettivi appropriati per la gestione dei rischi di alluvioni ponendo l’accento sulla riduzione delle potenziali conseguenze negative sulla salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e l’attività economica.

A tal fine la Direttiva ha individuato nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni lo strumento per definire le misure necessarie a raggiungere gli obiettivi sopra enunciati. L’attuazione della Direttiva Alluvioni costituisce quindi un momento per proseguire, aggiornare e potenziare l’azione intrapresa con i P.A.I. dando maggiore peso e rilievo all’attuazione degli interventi non strutturali e di prevenzione. La Direttiva 2007/60, così come recepita dal D.Lgs 49/2010, stabilisce la redazione di mappe della pericolosità da alluvione che contengono, evidenziando le aree in cui possono verificarsi fenomeni alluvionali con

elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche, la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni.

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Regione Sicilia ha studiato un totale di 35 bacini idrografici per i quali sono state previste le relative misure di intervento; allo stato attuale non sono disponibili i dati relativi al bacino idrografico n. 072 – Fiume Imera Meridionale in oggetto.

2.12. PIANO DI GESTIONE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA

Nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia l’area in esame ricade all’interno dell’area omogenea n. 5 che è compresa tra i bacini dei Fiumi Belice e Comunelli, con sbocco nella costa meridionale della Sicilia. L’area è in buona parte costituita da depositi poco o per nulla permeabili (peliti) o a permeabilità medio-bassa (evaporiti), con qualche eccezione rappresentata dai corpi carbonatici dei Monti Sicani e, in maniera molto limitata, dal settore meridionale delle Madonie. I principali corsi d’acqua sono pertanto tutti di tipo intermittente ed effimero, ad eccezione della zona di testata dell’Imera Meridionale, alimentata dalle sorgenti delle Madonie, del Fiume Verdura, non caso alimentato dai corpi calcarei dei Monti Sicani. E’ da sottolineare che una parte dei deflussi, specialmente di magra, rilevati in alcune stazioni (Belice, Platani, Imera M.) è da attribuire agli scarichi provenienti da impianti di depurazione di vari centri abitati ricadenti all’interno dei predetti bacini.

I valori di BFI_{geol} sono di solito abbondantemente inferiori a 30, tranne che per il Fiume Verdura (42,88), Petralia (31,11), Comunelli (32,40). Nei primi due, non a caso, alle stazioni idrometrografiche si ha un regime perenne; il Comunelli, come noto, è stato sbarrato con la realizzazione dell’omonimo invaso.

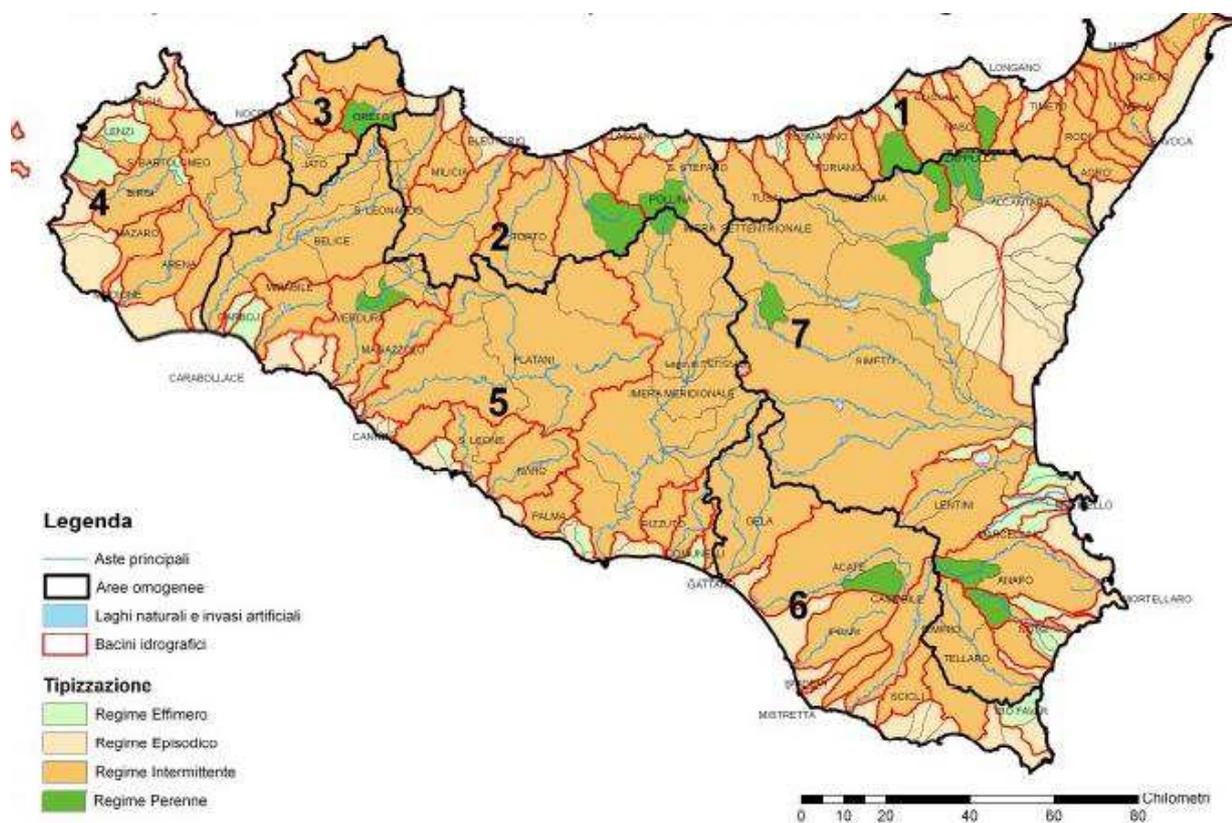


Figura 2.12.1: Tipizzazione dei corsi d’acqua del distretto idrografico della Sicilia



La caratterizzazione dei corpi idrici superficiali è stata riportata in specifiche tabelle nelle quali è stata riportata l’identificazione dei tipi con codice alfanumerico.

Bacino Idrografico	CODICE E UIR	Corso d’Acqua	Tratto	Codice tratti	Area kmq	Perimetro	Regime	Origine del corso d’acqua (scorr. superf. sorgenti, acque sot., ghiacciai, laghi)	Distanza dalla sorgente Molto Piccolo <5 km, Piccolo (5-25km), Medio (25-75km), Grande 75-150 km, Molto grande (>150 km)	Dimensione Bacino Molto Piccolo <25kmq, Piccolo (25-125kmq), Medio (125-850 km), Grande 850-3150 km, Molto grande (>3150 km)	Morf. Alveo GM1	Morf. Alveo GM2	Codice HER	Codice Origine Reg.	Codice Morf. Dist.	IBM
Imera meridionale	R. 19 072	V.Furiano	8) Vallone Furiano sino alla confluenza con l’Imera Meridionale	R. 19 072 08	35,44	28,41	Intermittente	scorr. sup.	medio	grande	GM1		20	IN	7	N
Imera meridionale	R. 19 072	F.Braemi	9) F. Braemi dall’invaso Olivo sino alla confluenza con l’Imera Meridionale	R. 19 072 09	193,50	82,89	Intermittente	scorr. sup.	medio	grande	GM1		20	IN	7	N
Imera meridionale	R. 19 072	F.Imera Meridionale	10) F. Imera Meridionale sino alla confluenza con il torrente Favaro	R. 19 072 10	1569,00	244,00	Intermittente	scorr. sup.	piccolo	piccolo	GM1		20	IN	7	N
Imera meridionale	R. 19 072	T. Di Mendola	11) Torrente Di Mendola (Favaro)	R. 19 072 11	135,00	58,10	Intermittente	scorr. sup.	piccolo	molto piccolo	GM1		20	IN	7	N
Imera meridionale	R. 19 072	F.Imera Meridionale	12) F. Imera Meridionale dalla confluenza del Torrente Di Mendola (Favaro) sino alla foce	R. 19 072 12	2014,00	312,20	Intermittente	scorr. sup.	grande	grande	GM1		20	IN	7	N
Imera meridionale	R. 19 072	F.Braemi	13)-F. Braemi (Vallone Grande) fino all’invaso Olivo	R. 19 072 14	68,96	32,50	Intermittente	scorr. sup.	piccolo	piccolo	GM1		20	IN	7	N

Figura 2.12.2: Tabella di identificazione dei bacini idrografici

2.13. PIANO TERRITORIALE PAESISTICO REGIONALE

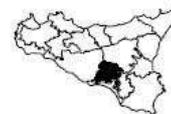
Le linee guida del Piano Territoriale Paesistico Regionale approvato con D.A. n. 6080 del 21 maggio 1999 su parere favorevole reso dal comitato tecnico scientifico nella seduta del 30 aprile 1996 hanno identificato 17 aree di analisi, attraverso un approfondito esame dei sistemi naturali e delle differenziazioni che li contraddistinguono. In particolare, per la delimitazione di queste aree (i cui limiti per la verità sono delle fasce ove il passaggio da un certo tipo di sistemi ad altri è assolutamente graduale) sono stati utilizzati gli elementi afferenti ai sottosistemi abiotico e biotico, in quanto elementi strutturanti del paesaggio.

L’area oggetto di studio è ricompreso nell’ambito territoriale n. 11 “Area delle colline di Mazzarino e di piazza Armerina” e nell’ambito territoriale n. 12 “Area delle colline dell’ennese”.

L’ambito n. 11 è caratterizzato dalle colline argillose mioceniche, comprese fra il Salso e il Maroglio, e che giungono fino al mare separando la piana di Gela da quella di Licata. Un ampio mantello di sabbie plioceniche tipiche dei territori di Piazza Armerina, Mazzarino, Butera e Niscemi ricopre gli strati miocenici. Dove il pliocene è costituito nella parte più alta da tufi calcarei e da conglomerati il paesaggio assume caratteri più aspri con una morfologia a rilievi tabulari a “mesas” o una morfologia a gradini di tipo “cuestas”. Su questi ripiani sommitali sorgono alcuni centri urbani (Mazzarino, Butera, Niscemi).



AMBITO 11 - Colline di Mazzarino e Piazza Armerina

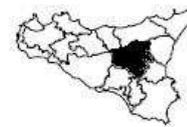


Determinante nel modellamento del paesaggio è stata l’azione dei fiumi Salso, Disueri e Maroglio che ha frequenti e talora violente piene ed esondazioni. Il paesaggio agrario aperto e ondulato prevalente è quello del seminativo. Solo alcune zone sono caratterizzate dall’oliveto e dai frutteti (mandorleti, noccioleti, ficodindieti) che conferiscono un aspetto particolare. Lo sfruttamento agrario e il pascolo hanno innescato fenomeni di degrado quali l’erosione, il dissesto idrogeologico e l’impoverimento del suolo. Il paesaggio vegetale naturale ridotto a poche aree è stato profondamente alterato dai rimboschimenti che hanno introdotto essenze non autoctone (Eucalyptus). Il territorio è stato abitato fin da tempi remoti, come testimoniano i numerosi insediamenti (necropoli del Disueri, insediamenti di M. Saraceno, di M. Bubbonia), soprattutto a partire dal periodo greco ha subito un graduale processo d’ellenizzazione ad opera delle colonie della costa. Le nuove fondazioni (Niscemi, Riesi, Barrafranca, Pietrapergina, Mirabella, S. Cono e S. Michele di Ganzaria) si aggiungono alle roccaforti di Butera e Mazzarino e alla città medievale di Piazza Armerina definendo la struttura insediativa attuale costituita da grossi borghi rurali isolati.

L’ambito n. 12 è caratterizzato dal paesaggio del medio-alto bacino del Simeto. Le valli del Simeto, del Troina, del Salso, del Dittaino e del Gornalunga formano un ampio ventaglio delimitato dai versanti montuosi dei Nebrodi meridionali e dei rilievi degli Erei, che degradano verso la piana di Catania e che definiscono lo spartiacque fra il mare Ionio e il mare d’Africa. Il paesaggio ampio e ondulato tipico dei rilievi argillosi e marnoso-arenaci è chiuso verso oriente dall’Etna che offre particolari vedute. La vegetazione naturale ha modesta estensione ed è limitata a poche aree che interessano la sommità dei rilievi più elevati (complesso di monte Altesina, colline di Aidone e Piazza Armerina) o le parti meno accessibili delle valli fluviali (Salso). Il disboscamento nel passato e l’abbandono delle colture oggi, hanno causato gravi problemi alla stabilità dei versanti, l’impoverimento del suolo, e fenomeni diffusi di erosione.



AMBITO 12 - Colline dell'ennese



La monocoltura estensiva dà al paesaggio agrario un carattere di uniformità che varia di colore con le stagioni e che è interrotta dalla presenza di emergenze geomorfologiche (creste calcaree, cime emergenti) e dal modellamento del rilievo. La centralità dell'area come nodo delle comunicazioni e della produzione agricola è testimoniata dai ritrovamenti archeologici di insediamenti sicani, greci e romani. In età medievale prevale il ruolo strategico-militare con una redistribuzione degli insediamenti ancora oggi leggibile. Gli attuali modelli di organizzazione territoriale penalizzano gli insediamenti di questa area interna rendendoli periferici rispetto alle aree costiere. Il rischio è l'abbandono e la perdita di identità dei centri urbani.

2.14. RETE NATURA 2000

Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali"

La Direttiva riconosce il valore di tutte quelle aree nelle quali la secolare presenza dell'uomo e delle sue attività tradizionali ha permesso il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura. Alle aree agricole, per esempio, sono legate numerose specie animali e vegetali ormai rare e minacciate per la cui sopravvivenza è necessaria la prosecuzione e la valorizzazione delle attività tradizionali, come il pascolo o l'agricoltura non intensiva. Nello stesso titolo della Direttiva viene specificato l'obiettivo di conservare non solo gli habitat naturali ma anche quelli seminaturali (come le aree ad agricoltura tradizionale, i boschi utilizzati, i pascoli, ecc.).

Nelle vicinanze dell'area di studio ricadono due siti SIC di seguito indicati:

- ITA060012 “Boschi di Piazza Armerina” con un'estensione di 4610 ha che interessa parzialmente anche la diga di Olivo



MINISTERO DELL'AMBIENTE
 E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

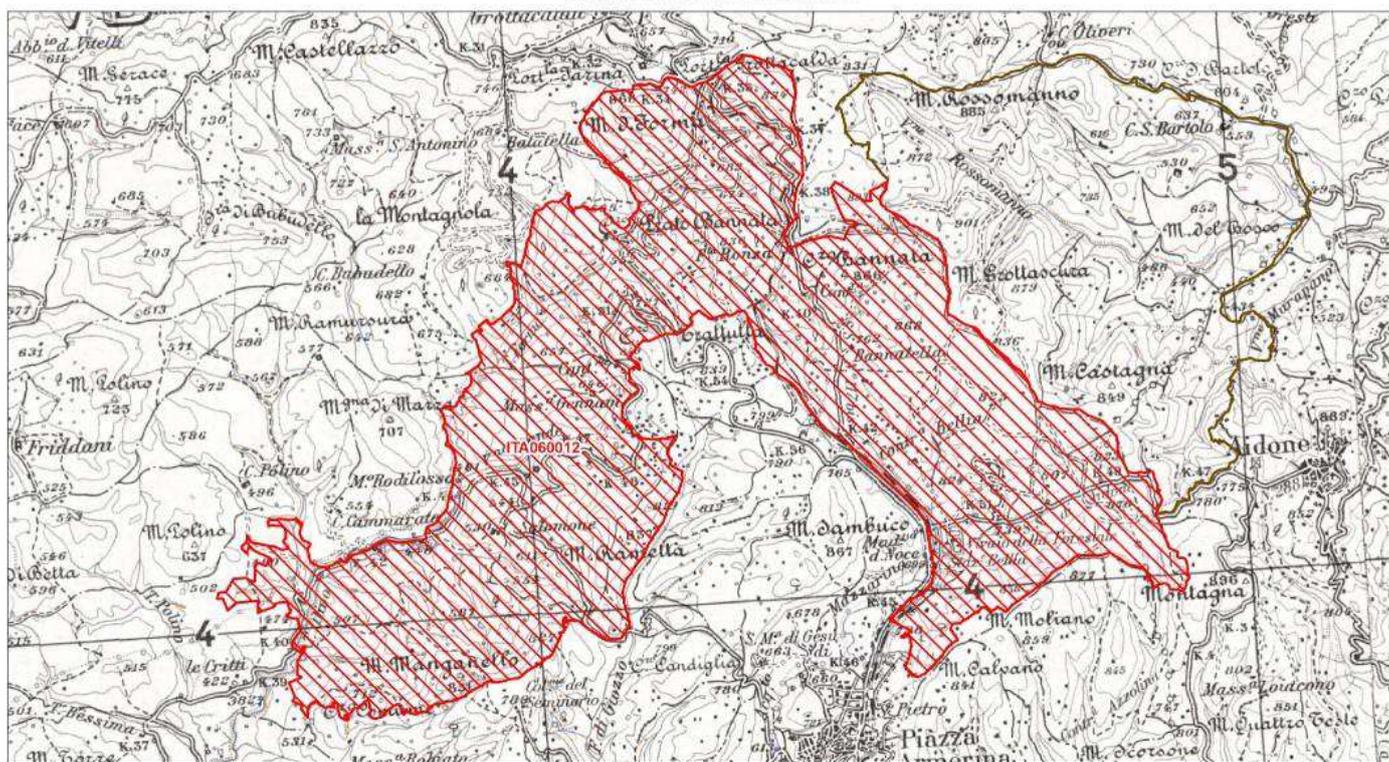


Regione: Sicilia

Codice sito: ITA060012

Superficie (ha): 4610

Denominazione: Boschi di Piazza Armerina



Data di stampa: 18/10/2012

Legenda

- sito ITA060012
- altri siti

Base cartografica: IGM 1:100'000



Figura 2.14.1: Mappa sito SIC “Boschi di Piazza Armerina”



- ITA060010 “Vallone Rossomanno” con un’estensione di 2357 ha, a ca. 10 km di distanza dalla diga Olivo e ricadente in parte nel bacino idrografico dello stesso



MINISTERO DELL'AMBIENTE
 E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

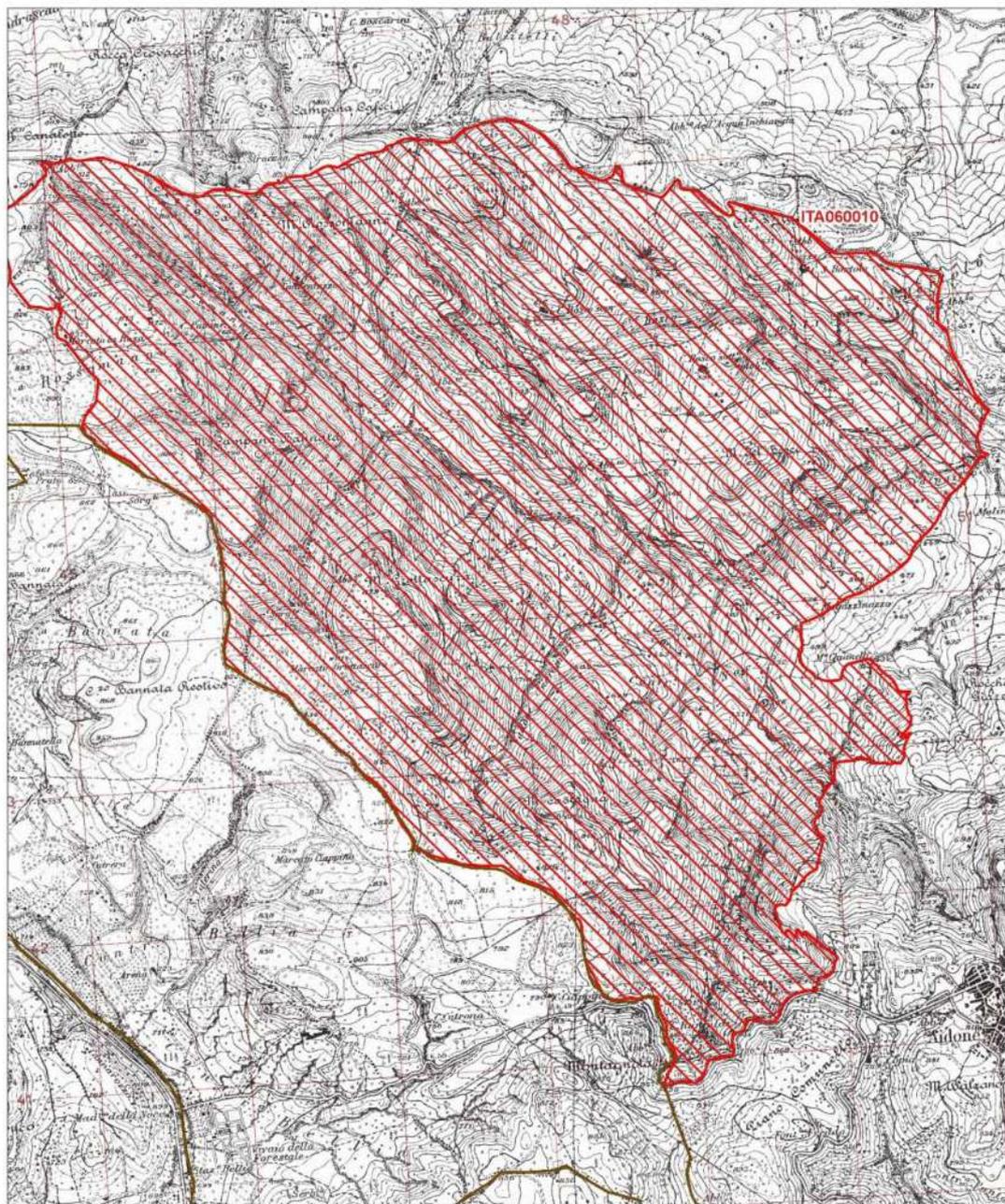


Regione: Sicilia

Codice sito: ITA060010

Superficie (ha): 2357

Denominazione: Vallone Rossomanno



Data di stampa: 07/12/2010

0 0.2 0.4 Km

Scala 1:25'000



Legenda

sito ITA060010

altri siti

Base cartografica: IGM 1:25'000

Figura 2.14.2: Mappa sito SIC “Vallone Rossomanno”

2.15. PIANO REGIONALE PARCHI E RISERVE NATURALI

All’interno del bacino idrografico in esame sono presenti due riserve naturali:

- Riserva Naturale Speciale “Lago di Pergusa”

Il Lago di Pergusa è una Riserva Naturale Speciale, istituita con Legge Regionale n° 71 del 1995 localizzato al centro della Sicilia, in provincia di Enna, a m 667 s.l.m., ha un perimetro di circa 4,5 Km e da sempre rappresenta un’area ed un biotopo di alto interesse sociale e naturalistico.

Sotto il profilo ornitologico, il lago è un’area nevralgica nella corrente migratoria di molte specie oltre che habitat ideale per lo svernamento e la nidificazione.

Unico lago endoreico (senza immissari né emissari) della Sicilia, è caratterizzato da ampie oscillazioni di livello, legate al regime pluviometrico ed all’evaporazione soprattutto estiva. E’ anche noto per le acque salmastre e per il “red water” (l’arrossamento delle acque) che si manifesta, in determinate condizioni, per la presenza di solfobatteri fotosintetici anaerobi. L’importanza naturalistica della Riserva è stata confermata dall’individuazione come Zona di Protezione Speciale (ZPS) e Sito di Importanza Comunitaria (SIC): ITA060002, ai sensi delle Direttive CEE 79/409 e 92/43;

- Riserva Naturale Orientata “Monte Capodarso e Valle dell’Imera Meridionale”

Si tratta di una Riserva Naturale Orientata, un tipo di area naturale protetta in cui sono consentiti interventi colturali, agricoli e silvo-pastorali purché non in contrasto con la conservazione degli ambienti naturali.

Questo tipo di area naturale è costituita da una zona di Riserva (zona A) e da un’area di contorno detta di Preriserva (zona B) a sviluppo controllato, al fine di integrare il territorio circostante nel sistema di tutela ambientale. La zona A di riserva ha un’estensione di 679,79 ettari e comprende le sponde e l’alveo del fiume Imera Meridionale, con le sue ampie anse, gli acquitrini e le gole di Capodarso, i costoni rocciosi e le creste sfrangiate (Monte Capodarso) delimitanti estesi pianali, le ripide pareti che scendono verso il fiume definendo la valle ed il cinquecentesco ponte Capodarso;

la zona B di pre-riserva ha un’estensione di 805,33 ettari e comprende le aree minerarie di Trabonella e Giumentaro.

L’area della Riserva è stata inserita nell’elenco dei Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.) di Natura 2001 con il codice ITA050004.

2.16. PIANO TERRITORIALE PROVINCIALE

Il Piano Territoriale Provinciale del Libero Consorzio Comunale di Enna (già Provincia Regionale di Enna) è divenuto esecutivo ed efficace a partire dal 6 settembre 2018.

Il Piano costituisce lo strumento di pianificazione generale a livello provinciale ed ha contenuti di carattere prescrittivi, come uno strumento urbanistico d’area vasta, limitatamente alle prerogative e alle competenze assegnate all’ente intermedio.

Tuttavia, per le implicazioni sulla struttura del territorio che esso produce, il PTP si avvicina fortemente allo spirito della legge 142/90 che assegna ai Piani delle Province una funzione di indirizzo per le politiche territoriali comunali e di coordinamento tra quest’ultime ed il quadro territoriale regionale.

In ragione dei caratteri vocazionali, produttivi, funzionali e fisico-naturali sono stati individuati sul territorio provinciale cinque Unità Territoriali Intercomunali (UTI) di seguito indicate:

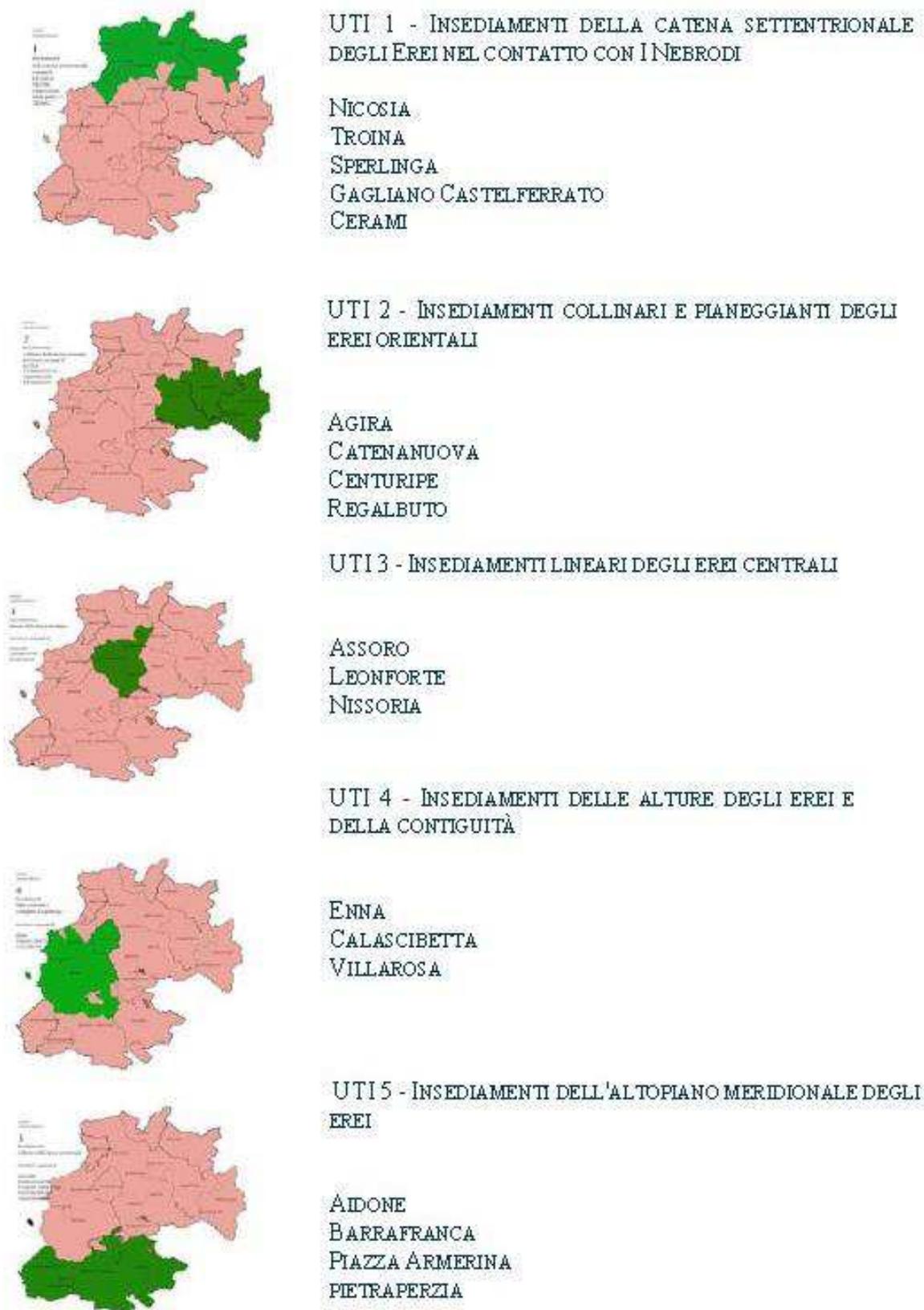


Figura 2.16.1: UTI individuate dal PTP di Enna



Alla luce delle finalità indicate per le UTI, il PTP offre alle municipalità identificate e raggruppate in esse uno strumento di pianificazione-programmazione (Piano d’area) con finalità strettamente operative al fine di rendere operabili le strategie e le vocazionalità che il PTP ha inteso individuare per esse, all’interno di una cornice di complementarietà e di sussidiarietà rispetto a tutto il territorio provinciale.

Il Piano d’area si configura, così, come uno strumento di natura programmatica ed urbanistico-territoriale intercomunale che declina sul piano strettamente operativo le strategie del PTP poste per l’UTI.

Tra le azioni di valorizzazione diretta individuate nel PTP si evidenzia il “Progetto strategico dei parchi naturali e dei laghi e delle campagne erie” che riguardano politiche e interventi di tutela finalizzata all’accoglimento sostenibile di attività e azioni su elementi identitari del sistema ereo.

Nella redazione dei Progetti Strategici sono individuati gli usi sostenibili e le modalità di antropizzazione, tutela e valorizzazione di questo patrimonio.

I Progetti Strategici riguardano elementi del sistema fisico-naturale e percorsi di fruizione del paesaggio che si strutturano nel tempo attraverso l’apporto antropico, pertanto sono da intendersi, in realtà, come progetti trasversali che attengono anche alle politiche del sistema insediativo-storico e del sistema relazionale.

Nei termini con i quali si fa riferimento alla coerenza con cui le opere di captazione delle acque si sono realizzate nei confronti delle unità fisico-naturali e quindi degli elementi configuranti il sistema paesaggistico, occorre cogliere la possibilità di promuovere e inserire, nel circuito del turismo etnografico ed escursionistico, il sistema dei bacini idrici e

idrogeologici che rappresentano, nell’ambito del paesaggio fisico-naturale, un’unità fortemente riconoscibile. I laghi artificiali costituiscono un’unità paesaggistica originale nel paesaggio insulare. Così come lo sono, sebbene in un contesto storico molto più sedimentato, le risorse minerarie che creano un paesaggio mineralogico di notevole importanza etnografica.

2.17. Piano Regolatore Generale di Piazza Armerina

Il Piano Regolatore Generale della città di Piazza Armerina è stato approvato con D.D.G. n. 380 D.R.U. del 09/07/2010 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Regione Sicilia n. 39 del 03/09/2010.

L’area in esame ricade in zona E (agricola) e in zona E1 (agricola di tutela ambientale).



3. ASPETTI GENERALI DELL'OPERA

3.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

La diga di Olivo è stata costruita negli anni 1976-1982 dall'Ente di Sviluppo Agricolo (ESA) di Palermo mediante lo sbarramento del torrente omonimo (affluente del torrente Braemi) all'interno del bacino principale del fiume Imera Meridionale.

La diga è stata realizzata fra le pendici dei monti Manganello e Pollino, ad ovest dell'abitato di Piazza Armerina (En); le coordinate della linea mediana del coronamento sono le seguenti:

punto centrale	latitudine	37° 24' 15",0	longitudine	1° 49' 56",6
spalla destra	latitudine	37° 24' 14",0	longitudine	1° 50' 03",9
spalla sinistra	latitudine	37° 24' 16",5	longitudine	1° 49' 49",2

3.2. DATI PRINCIPALI DELLA DIGA

altezza della diga (ai sensi del D.M. 24/03/1982)	56,50 m
altezza della diga (ai sensi della L. 584/94)	49,50 m
altezza di massima ritenuta	42,20 m
quota di coronamento	454,50 m s.l.m.
franco (ai sensi del D.M. 24/03/1982)	3,30 m
semionda	0,50 m
franco netto (ai sensi del D.M. 24/03/1982)	2,80 m
sviluppo del coronamento	423,50 m
larghezza del coronamento	8,00 m
volume della diga	1,085 Mm ³
grado di sismicità assunto nel progetto (S)	9

3.1. SCHEMA IDRAULICO

Le acque invase sono destinate all'utilizzazione a scopo irriguo di un comprensorio di 2.880 ha a favore del Consorzio di Bonifica 6 di Enna (Consorzio Bonifica Sicilia Orientale) per mezzo di una condotta di adduzione di lunghezza complessiva di 3.850 m, di cui 700 m in acciaio Ø 1000 e 3.150 m in cemento armato precompresso Ø 1200, con portata di 2,56 m³/s. Il volume consegnato per la stagione irrigua, secondo quanto stabilito nei piani di ripartizione delle risorse idriche emanati dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia, è ordinariamente di 1,30 mm³.



Figura 3.1.1 Schema idraulico e utilizzo delle risorse

3.2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Lo sbarramento ha un andamento planimetrico rettilineo ed è realizzato in materiali sciolti con manto di tenuta in conglomerato bituminoso. La sezione trasversale di massima altezza è di forma trapezoidale con larghezza in testa di 8,00 m e larghezza alla base di ca. 228,00 m. Il paramento di monte ha pendenza costante 2/1 fino a quota 409,20 m s.l.m. dalla quale si raccorda con un tratto orizzontale all'estradosso superiore della struttura in c.a. del cunicolo perimetrale; il paramento di valle della diga è costituito da una linea spezzata - interrotta da due banchine di larghezza 2,50 m alle quote 440,50 e 426,50 m s.l.m. – ed ha pendenza (dall'alto verso il basso) di 1,75/1, 1,75/1 e 2,25/1.

La diga è costituita da materiali sciolti in calcari evaporitici con granulometria variabile da 300 a 0,20 mm. Uno strato drenante di spessore variabile in calcare mesozoico è posto come sottofondo del manto bituminoso di monte e nella parte bassa del rilevato; il manto è costituito, dall'interno verso l'esterno, da uno strato di conglomerato bituminoso semiaperto (binder) dello spessore di 9 cm, da un sovrastante strato di conglomerato bituminoso chiuso dello spessore di 5 cm, da un successivo strato di conglomerato bituminoso drenante dello spessore di 10 cm, da due strati di conglomerato bituminoso chiuso, dello spessore di 6 e 8 cm, e da uno strato sigillante di mastice.

Il manto è costituito, dall'interno verso l'esterno, da uno strato di conglomerato bituminoso semiaperto (binder) dello spessore di 9 cm, da un sovrastante strato di conglomerato bituminoso chiuso dello spessore di 5 cm, da un successivo strato di conglomerato bituminoso drenante dello spessore di 10 cm, da due strati di conglomerato bituminoso chiuso, dello spessore di 6 e 8 cm, e da uno strato sigillante di mastice.



Il manto di tenuta si attesta su una struttura in c.a. - munita di sottostante paratia di spessore 1,20 m che si immerge nella fondazione argillosa di base - percorsa da un cunicolo ispezionabile lungo tutto il suo sviluppo all'interno del quale recapita il sistema di raccolta dei drenaggi; quest'ultimo è costituito da tubi di raccolta dei drenaggi del manto di tenuta che conferiscono nella parte alta del cunicolo sul lato di valle e da tubi di raccolta dei drenaggi del sottofondo del manto che confluiscono nella parte bassa.

Il cunicolo è accessibile tramite due torrette d'estremità e tramite un cunicolo trasversale di lunghezza pari a ca. 228 m che, a valle, fa capo ad un pozzo verticale di accesso.

Anche l'avandiga è realizzata con calcari evaporitici teneri mentre per lo zoccolo di valle è stato utilizzato lo stesso materiale che forma lo strato di sottofondo del manto (calcare mesozoico).

I terreni di fondazione sono costituiti da marne bianche in contatto per faglia con argille mioceniche in sponda destra, da argille mioceniche nel fondo valle e da argille plioceniche in sponda sinistra; la zona delle marne in spalla destra è stata trattata con iniezioni impermeabilizzanti per evitare permeazioni dovute a microfessure.

Per la tenuta di fondazione è stata realizzata sotto il cunicolo perimetrale, come indicato in precedenza, una paratia in c.a. spinta ad una profondità massima di ca. 25 m in sponda destra e che si ammorsa nella formazione argillosa di base (argille plioceniche in sinistra e argille mioceniche in destra).

3.3.DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO

quota di massimo invaso	451,20 m s.l.m.
quota massima di regolazione	448,30 m s.l.m.
quota minima di utilizzo	427,80 m s.l.m.
quota minima di regolazione	416,00 m s.l.m.
superficie dello specchio liquido:	
- alla quota di massimo invaso	1,20 km ²
- alla quota massima di regolazione	1,06 km ²
- alla quota minima di utilizzo	0,30 km ²
- alla quota minima di regolazione	0,05 km ²
volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24/03/1982)	18,00 x 10 ⁶ m ³
volume totale di invaso (ai sensi della L. 584/1994)	15,00 x 10 ⁶ m ³
volume utile di regolazione	13,00 x 10 ⁶ m ³
volume di laminazione	3,00 x 10 ⁶ m ³
volume riservato all'interrimento	2,00 x 10 ⁶ m ³
superficie del bacino imbrifero sotteso direttamente	60,00 km ²
superficie del bacino imbrifero allacciato	42,00 km ²
portata di massima piena di progetto	1000 m ³ /s
Portate massime di scarico:	
- scarico di superficie	780 m ³ /s
- scarico di fondo	106 m ³ /s
tempo di vuotamento del serbatoio di progetto	48 ore



3.4. ULTIMA ASSEVERAZIONE

Al momento della redazione del presente progetto di gestione l’ultima asseverazione disponibile è quella relativa al secondo semestre 2020 resa dall’Ingegnere Responsabile in data 27/02/2021.

3.5. DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO SOTTESO

Il bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento ha un’altitudine media di 620 m s.l.m. e un’estensione di 60 km². Risulta delimitato ad Ovest dai monti Polino (725 m s.l.m.) e Serra Bubudello (752 m s.l.m.); a Nord dal Monte Castellazzo (835 m s.l.m.), Portella Farina (746 m s.l.m.), Monte Forma (868 m s.l.m.); ad Est da Cozzo Prato Bannata (836 m s.l.m.), Cozzo Trattulla (849 m s.l.m.), Monte Rametta (857 m s.l.m.); a Sud da Monte Manganello (851 m s.l.m.).

All’interno del bacino la rete idrografica risulta ramificata e distinta in tre rami principali, Vallone Bonifacci, torrente Furma e Vallone Grande, che confluendo subito a monte della diga, formano il torrente Olivo.

Dal punto di vista geologico, il bacino è costituito prevalentemente da sabbie e arenarie Astiane del plateau calcarenitico di piazza Armerina, con presenza di argille piacentiane.

Le formazioni Plioceniche sono completate in affioramento dalle marne bianche a foraminiferi (trubi) che sono evidenti in un modesto lembo nella zona di imposta della diga.

Depositi alluvionali recenti e recentissimi, talvolta terrazzati, sono distribuiti lungo i corsi d’acqua del reticolo idrografico.

3.6. DESCRIZIONE DELL’ALVEO A VALLE

A valle dello sbarramento l’alveo del torrente Olivo è interessato, per un primo tratto lungo ca. 470 m, dalla vasca di dissipazione nella quale sboccano le due gallerie di scarico e da un canale di inalveazione artificiale che si raccorda all’alveo naturale

3.7. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI SCARICHI

Lo sbarramento è dotato di uno scarico di superficie e di uno di fondo. Le portate esitate sono le seguenti:

- dallo scarico di superficie, con livello del serbatoio a quota 451,20 m s.l.m. (quota di massimo invaso): 780 m³/s
- dallo scarico di fondo, con livello del serbatoio a quota 448,30 m s.l.m. (quota massima di regolazione): 106 m³/s

Il tempo necessario per lo svuotamento completo del serbatoio dalla quota massima di regolazione alla quota di imbocco dello scarico di fondo è stata stimata nel progetto originario pari a ca. 48 ore.

3.8. SCARICO DI SUPERFICIE

Lo scarico di superficie è ubicato in sponda sinistra ed è costituito da due sfioratori a calice con soglie di sfioro circolari del diametro di 20,40 m ciascuna a quota 448,30 m s.l.m. che convergono in due pozzi verticali a sezione circolare del diametro di 5,40 m ciascuno ed altezze di 12,70 m (calice sinistro) e 13,95 (calice destro).

I pozzi si raccordano, tramite una curva verticale ad angolo retto, con le rispettive gallerie di scarico - entrambe a sezione circolare con diametro di 5,40 m - che si immettono nella vasca di smorzamento a valle dello sbarramento. Sulla galleria di destra (quella più interna) converge, in corrispondenza del calice destro, la galleria proveniente dallo scarico di fondo.

3.9. SCARICO DI FONDO

Lo scarico di fondo è ubicato in sponda sinistra con imbocco sagomato a pipa a quota 416,00 m s.l.m. seguito da una galleria circolare di diametro 5,40 m che, a ca. 156 m a valle, si raccorda alla galleria di scarico del calice destro.

A ca. 130 m a valle dell’imbocco è situata una struttura a torre a sezione circolare del diametro di 6,00 m alla cui base sono installati gli organi di intercettazione costituiti da due paratoie piane in serie di dimensioni 1,80 x 2,40 m con soglia a quota 404,56 m s.l.m.; la cabina di comando di detti organi è collocata sulla sommità della torre (quota calpestio pari a 454,48 m s.l.m.) accessibile mediante una passerella ubicata in sponda sinistra.

L’opera è dimensionata per una portata massima di 106 m³/s; il suo funzionamento risulta definito dall’equazione

$$Q = \mu S^*(2gh)^{0,5}$$

Dove $h = 448,30$ (quota max di regolazione) – $405,76$ (quota baricentrica paratoia) = 42.54 m;

$S = 1,8 \times 2,4 \text{ m} = 4.32 \text{ m}^2$;

μ (coefficiente di contrazione) = 0,85

3.10. DERIVAZIONE IRRIGUA

La presa per la derivazione irrigua, dimensionata per la portata di 1,00 m³/s, ha imbocco sul cielo della galleria dello scarico di fondo, immediatamente a monte delle paratoie di intercettazione della stessa. Dalla bocca di presa si dipartono specularmente due condotte metalliche del diametro di 800 mm intercettate ciascuna da una saracinesca di pari diametro installata all’interno della torre paratoie dello scarico di fondo. Immediatamente a valle delle paratoie dello scarico di fondo, le due condotte si innestano in una condotta metallica del diametro di 1000 mm che, alloggiata alla base della galleria, ne segue il percorso fino ad un punto subito a monte dello sbocco nella vasca di smorzamento, proseguendo, quindi, più a valle collegandosi alla condotta di adduzione del comprensorio irriguo servito. Un’ulteriore saracinesca di intercettazione della derivazione è alloggiata in un casotto a valle della diga.



4. QUADRO CONOSCITIVO

4.1. PREMESSA

Il presente Progetto di Gestione dell’invaso della diga Olivo (predisposto ai sensi dell’art. 114 del D. Lgs 152/2006) è finalizzato a definire sia il quadro previsionale delle operazioni connesse con le attività di manutenzione da eseguire sull’impianto, sia le misure di prevenzione e tutela del corpo ricettore, dell’ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche invase e rilasciate a valle dell’invaso durante le operazioni stesse.

4.2. SITUAZIONE DELL’IMPIANTO

Allo stato attuale le maggiori criticità dell’impianto sono dovute all’interrimento del serbatoio e alle perdite idriche che si registrano nel corpo diga.

L’esercizio della diga, ai fini della valutazione del fenomeno di interrimento, inizia nel 1984 nel cui mese di maggio - come indicato nel Foglio di Condizioni per l’Esercizio e la Manutenzione (FCEM) - hanno inizio gli invasi sperimentali.

Il consistente interrimento dell’invaso - accertato da rilievi batimetrici condotti nel 2003, nel 2008, nel 2013, nel 2018 e in ultimo in occasione della redazione del presente Piano di Gestione - ha determinato la ricopertura e la quasi occlusione dell’opera di imbocco al cui interno, tuttavia, si è formato un profondo imbuto caratterizzato da sedimenti di consistenza semifluida che, in occasione di apertura dello scarico, vengono parzialmente mobilizzati.

Le perdite idriche nello sbarramento, manifestatesi già nel corso degli invasi sperimentali, si sono incrementate nel corso degli anni e sono raccolte dal sistema di drenaggio nei cunicoli longitudinale e trasversale presenti nel corpo diga.

4.3. INDAGINI E STUDI CONOSCITIVI

Per l’elaborazione del progetto di gestione è necessario, tra l’altro, acquisire tutti gli elementi conoscitivi relativi al livello di interrimento e alle caratteristiche del sedimento e delle acque d’invaso.

In precedenza sono già stati condotti quattro rilievi batimetrici (nel 2003, nel 2008, nel 2013 e nel 2018) e due campagne di indagini e di caratterizzazione chimico-fisica del sedimento e delle acque d’invaso (nel 2004 e nel 2009).

Preliminarmente alla redazione del presente Piano di Gestione si è preceduto all’esecuzione di un ulteriore rilievo batimetrico, al campionamento dei sedimenti e delle acque e alle relative analisi.

Di seguito vengono riportati la loro consistenza e i risultati ottenuti.

4.3.1. Rilievi batimetrici già eseguiti in passato

Rilievo batimetrico del 2003

Il rilievo ha interessato tutta la zona antistante lo sbarramento e l'area di sedime dell'opera di presa dello scarico di fondo. Il rilevamento del fondale è stato eseguito con acquisizione automatica dei dati di posizione e profondità mediante strumentazione GPS in modalità RTK ed ecoscandaglio di precisione. Allo scopo si è adottato un percorso di navigazione su griglia precedentemente prefissata a maglie 10x10 m, con infittimento a 5x5 m nella zona adiacente alla diga, ove sono situati gli imbocchi dello scarico di fondo e l'opera di derivazione irrigua.

E' stato, inoltre, effettuato un'ulteriore infittimento, a maglia 2x2 m, nell'immediata vicinanza dell'imbocco dello scarico di fondo per meglio definire la geometria del cono di depressione venutosi a formare negli anni.

Dall'indagine eseguita è stato ottenuto il modello tridimensionale del tetto del deposito sedimentario, che è stato georeferenziato e sovrapposto alla planimetria della zona d'invaso, con il fondo valle nella situazione naturale prima della realizzazione del serbatoio stesso.

Sulla base di tale planimetria sono state eseguite numerose sezioni longitudinali e trasversali all'area dell'invaso, sulle quali è stato ricostruito l'andamento presumibile del fondo valle.

Si era potuto, pertanto, constatare che il materiale d'interrimento risultava disposto su tutta l'area d'invaso in modo alquanto omogeneo, formando un piano a quota 422,00 m s.l.m. circa.

In corrispondenza all'opera d'imbocco dello scarico di fondo, che ha soglia alla quota 416,00 m s.l.m., l'ammasso sedimentario si elevava di circa 6,00 m sopra la soglia stessa, mentre raggiungeva un'altezza di circa 13,00 m sulla testa del cunicolo di piede della diga, posta a quota 409,00 m s.l.m.

In tutta la zona circostante tale opera d'imbocco, il rilievo batimetrico, a maglia adeguatamente infittita, ha consentito di individuare il cono di depressione che si era formato nell'ammasso sedimentario e che consentiva il funzionamento dello scarico di fondo.

Tale cono di depressione aveva un diametro di circa 5,00 m al fondo, e di circa 30,00 m alla quota 420,00 m s.l.m.

Per la valutazione dell'entità del deposito sedimentario è stato adottato il procedimento basato sulle sezioni orizzontali dell'invaso; con tale procedimento è stata determinata, per sezioni orizzontali dell'invaso, la curva dei volumi d'invaso nella situazione attuale e successivamente, per confronto con la curva degli invasi originaria, è stata valutata l'entità dell'interrimento in funzione della quota d'invaso.

Le aree delle sezioni orizzontali sono state valutate, per la situazione di fatto, in forma automatica direttamente sulla base del disegno digitalizzato mentre per la situazione antecedente all'invaso si è fatto riferimento ai dati riportati nello stesso disegno della curva degli invasi riportata nel Foglio di Condizioni vigente.

Si è potuto constatare, quindi, che il volume dell'interrimento massimo assommava a 750.000 m³ e che tale volume si raggiungeva a quota 422,00 m s.l.m. mentre a quote superiori l'interrimento risultava assente.

Rilievo batimetrico del 2008

Nel 2008 è stata condotta una seconda indagine batimetrica che ha consentito di individuare la quota media di interrimento a tergo dello sbarramento a 423,10 m s.l.m.

Rilievo batimetrico del 2013



Per la batimetria eseguita nel 2013 è stata utilizzata una strumentazione costituita da una stazione GPS base posta a terra e da una stazione GPS rover su natante; quest’ultima è stata dotata di escondaglio a doppia frequenza, centralina di acquisizione e PC per l’acquisizione e la registrazione dei dati.

Sul perimetro dello specchio liquido (a quota 429,13 m s.l.m. alla data del rilievo) sono stati opportunamente individuati dei punti topograficamente noti (coordinate geografiche, latitudine, longitudine, altitudine) che hanno determinato un “coordinate system” in grado di descrivere una maglia quanto più regolare; per l’esecuzione del rilievo è stato adottato un reticolo 10 x 10 m.

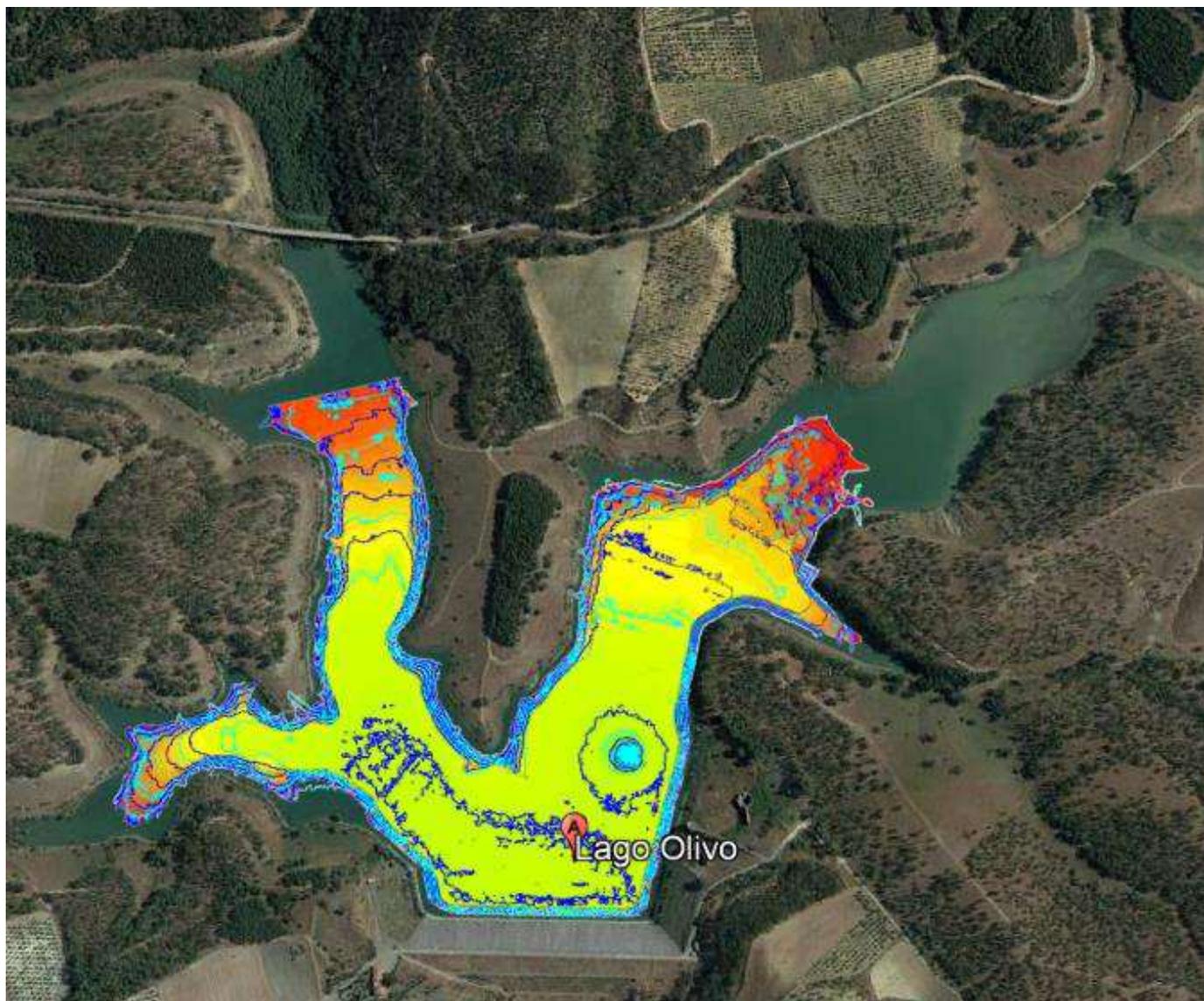
Dalla consultazione dei dati ricavati a seguito del rilievo eseguito si evince che l’interrimento a monte dello sbarramento è risultato essere a quota 424,20 m s.l.m. con un ulteriore incremento medio di ca. 1,10 m rispetto alla quota rilevata con il rilievo del 2008 e, quindi, un maggior volume di interrimento di 348.352 m³

Rilievo batimetrico del 2018

Con il rilievo batimetrico eseguito nel 2018 è stato accertato che a monte dello sbarramento il livello di interrimento ha mediamente raggiunto la quota di 426,00 m s.l.m. con un incremento di ca. 130.000 m³ del suo volume.

4.3.2. Rilievo batimetrico (settembre 2020)

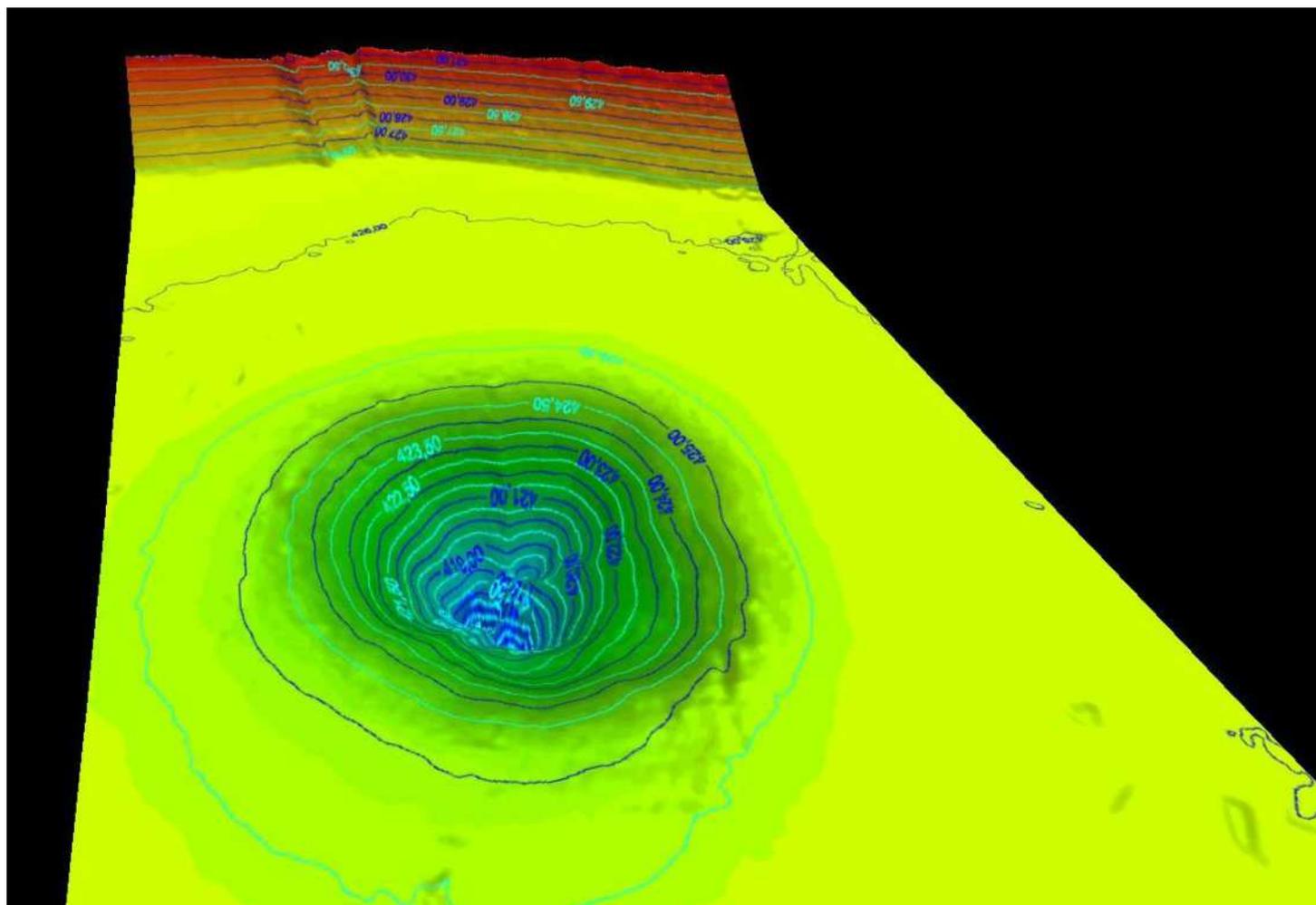
Il presente gruppo di progettazione incaricato ha fatto condurre nel mese di settembre 2020 un ulteriore rilievo batimetrico.



I dati rilevati consentono di accertare che l'attuale livello medio del fondale si trova a quota 426,50 m s.l.m. con un incremento medio di 0,50 m rispetto al valore rilevato nel 2018.

In corrispondenza dello scarico di fondo, alla sommità dell'inghiottitoio che si è venuto a creare è stata rilevata una quota batimetrica di 425,50 m s.l.m., con un incremento di ca. 1,50 m rispetto al valore accertato nel 2018 (424,00 m s.l.m.)

Il diametro del cono di depressione in corrispondenza dello scarico di fondo è di circa 60 m.



A seguito delle operazioni sul campo, si è proceduto alla generazione di una carta batimetrica, di un modello digitale del terreno (DEM), alla creazione di una serie di sezioni e al calcolo di volume su vari piani di quota.

In sintesi, sono stati svolti:

- Campagna di raccolta campioni acque e sedimenti
- Verifica caposaldi di cantiere
- Un rilievo morfo-batimetrico di dettaglio con sistema multibeam (Mbes);
- Ispezione a mezzo sistema Mbes dello sbarramento
- Misure mediante sonda Multi Parametrica

Le indagini si sono sviluppate in una fase di campionamento il 30 Luglio 2020, mentre tra il 14 al 19 Settembre 2020 sono state eseguite le operazioni di topografia, la campagna di indagine batimetrica e la misurazione a mezzo sonda multi-parametrica; complessivamente è stata indagata un’area di circa 9 ha.

il posizionamento di superficie è stato garantito da un sistema di navigazione inerziale APPLANIX POS MV “Surfmaster”, installato a bordo dell’imbarcazione ed impiegato come sistema di posizionamento principale collegato in modalità ROVER con il sistema GPS Trimble R6 usato come base per la ricezione del segnale di correzione RTK.

Per l’esecuzione del rilievo, al fine di garantire la copertura di ricezione del segnale, è stato utilizzato un caposaldo della rete di inquadramento planimetrico e un nuovo caposaldo, generato per facilità, collocato nei pressi della collina antistante lo sbarramento sulla quale è fatta base logistica per tutta la durata dei rilievi batimetrici.



L’acquisizione, la gestione e la memorizzazione dei dati di posizione e navigazione è stata gestita via software che garantisce tutte le informazioni di posizionamento, le misure di *heading* e la correzione dei movimenti di *roll*, *pitch* e *heave*. Il Sistema di assetto utilizzato (Applanix POS-MV) fornisce dati di posizione e compensazione di assetto per sonar *multibeam* e integra tutti i componenti necessari per controllare il posizionamento e l’assetto dell’imbarcazione (Gyro, MRU e GNSS).

Per l’esecuzione del rilievo batimetrico è stato utilizzato un ecoscandaglio multifascio (MBES) installato, insieme agli altri strumenti, sull’imbarcazione “ASV” e preventivamente calibrato

per compensare il disallineamento tra il sensore di orientamento, il sensore di assetto e il trasduttore MBES stesso.

Per il campionamento delle acque è stato utilizzato un sistema di monitoraggio della colonna d’acqua con sonda multiparametrica; la campagna si è articolata in 3 stazioni di campionamento.

Il prelievo dei campioni di sedimento è stato eseguito in n. 6 punti utilizzando una benna del tipo “Van Veen” da 25 litri che previene il dilavamento del campione prelevato e consente di prelevare un sottocampione indisturbato.

Al termine delle indagini in campo si è proceduto ad analizzare tutti i dati di posizione raccolti durante i rilievi. È stata controllata la qualità dei dati di posizione e sono stati eliminati gli eventuali errori di

posizionamento utilizzando i fattori di qualità contenuti nel messaggio digitale ricevuto dal sistema GPS-RTK (HDOP; PDOP, QC ecc).

E’ stata eseguita l’elaborazione dati batimetrici acquisiti con il sistema MBES mediante modulo di post-processing che consente di operare un’approfondita valutazione dei dati secondo tre passaggi fondamentali:

- Correzione della posizione, mediante un modulo che consente di definire i criteri base per la rielezione automatica dei dati anomali (Spikes), dovuti a salti del sistema di posizionamento, e di intervenire manualmente per eliminare registrazioni non accurate;
- Correzione della profondità. Tutte le misure sono state acquisite direttamente riferite alla quota su l.m.m. grazie all’impiego del sistema RTK base +Rover.
- Controllo statistico dei dati, basato sulla definizione di una serie di parametri e regole empiriche, per estrarre un dataset di misure affidabili.
- Generazione del Grid batimetrico e eventuali operazioni di filtraggio per rendere il dato più omogeneo, operazione questa eseguita tramite l’applicativo Surfer 12 della Golden Software LTD.

I risultati del rilievo sono stati processati ed interpretati e sono state prodotte una Carta topobatimetrica in scala 1:2000 e Carta modello DEM (Digital Elevation Model) in scala 1:2000 rappresentative dell’area investigata.

Per i dati Quote-Volumi rilevati da due diversi software utilizzati (Surfer e GlobalMapper) e dalla successiva comparazione degli stessi, mediante il calcolo riportato nella tabella sotto riportata, si riscontra una congruenza nei valori calcolati.

Quota Piano	Surfer Volume Fill	Surfer Volume Cut	Area (Km2)
426.5	128305.79	343104.10	0.1364
427.5	294120.68	212314.71	0.1877
427.8	351234.74	181373.18	0.1926
428.5	495623.76	120132.50	0.2196
429.5	726705.18	53318.65	0.2438
430.5	986402.70	12063.89	0.2741
431.5	1269928.42	46.32	0.289
Quota Piano	GM Volume Fill	GM Volume Cut	Area
426.5	128107.66	348490.67	
427.5	294234.33	216617.02	
427.8	351192.43	182248.41	
428.5	495580.22	123316.59	
429.5	726685.21	55377.26	
430.5	986604.49	13036.54	
431.5	1270015.6	80.43	

I dati batimetrici acquisiti, processati ed esportati in file xyz con maglia 0.25x0.25 m sono stati utilizzati per la generazione di un modello digitale del terreno (DTM) dettagliato, per la rappresentazione grafica della morfologia e dell’andamento dei fondali dell’area.

Per tutti gli approfondimenti relativi al rilievo batimetrico si rimanda alla documentazione finale prodotta dall’azienda incaricata e riportata in allegato alla presente studio.



4.3.3. Ultimo rilievo batimetrico (luglio 2021)

Nell’ambito della ricognizione e della verifica dello stato di interrimento degli invasi nella sua gestione, nel mese di luglio 2021 la Regione Siciliana ha condotto un ultimo rilievo topo-batimetrico sull’invaso di Olivo. I risultati dell’indagine (riportati in calce al presente documento come allegato n. 10) ha sostanzialmente confermato i dati rilevati nel precedente rilievo del 2020.

Il rilievo (verificato ed integrato con i dati di un precedente rilievo dell’anno 2018) è stato eseguito con metodo rilievo di superficie con utilizzo di base rover e GPS, elaborando i dati relativi, ai punti di dettaglio dei contorni (specchio liquido, massima regolazione, massimo invaso), punti relativi a geometrie diga ed opere.

Il rilievo del fondale del bacino idrico è stato eseguito mediante ecoscandaglio, LSE 200 KHz, con doppia frequenza di lavoro.

Il rilievo riporta l’aggiornamento della curva area-volumi esteso fino alla quota di massimo invaso, con un calcolo dei volumi idrici effettuato per sovrapposizione di modelli matematici (Software TOPKO 15 e Software LAND Sierra).

Il metodo di calcolo dei volumi invasati tramite intersezione di modelli matematici è molto dettagliato, perché tiene conto del reticolo costruito con i triangoli che si ottengono utilizzando tutti i punti di dettaglio che descrivono il modello matematico del fondale del bacino idrico (aree allagate e sponde).

Dalla consultazione della documentazione prodotta si evidenzia che il fondale si trova mediamente a quota 426,50 m s.l.m., così come rilevato anche con la batimetria del 2020.

L’indagine delle aree al di sopra del livello di navigazione ha evidenziato anche una modestissima riduzione del volume utile di regolazione, pari a 153.170 m³, (vedasi tabella al par. 4.3.3.3) rilevata a quote elevate nel ramo sx in coda invaso dove sono presenti dissesti nelle argille con evidente erosione del suolo.

L’analisi dei dati pluviometrici del bacino della diga di Olivo ha consentito di verificare che in effetti nell’ultimo anno (da luglio 2020 a luglio 2021) le precipitazioni sono risultate molto scarse e non si sono registrati fenomeni intensi; di conseguenza, anche l’apporto di sedimenti all’interno del serbatoio è stato molto ridotto per cui, fatti salvi gli errori strumentali, la sostanziale invarianza della quota del fondale appare giustificata.

4.3.3.1. Quantificazione del sedimento presente nell’invaso e stima del volume morto ancora disponibile

Come sopra indicato, l’ultima indagine batimetrica ha evidenziato che allo stato attuale il livello dei sedimenti in invaso ha mediamente raggiunto la quota di 426,5 m s.l.m.

Di seguito si indica la metodologia scelta per la stima del corrispondente volume.

La ricostruzione della morfologia originaria del fondale è incerta in quanto, così come indicato anche nella relazione relativa al rilievo batimetrico del 2013 eseguito *in house* dal Dipartimento Regionale dell’acqua e dei Rifiuti della Regione Siciliana “... *questo Gestore non dispone del necessario supporto tecnico (cartografia storica, piani quotati, specifici voli aerotogrammetrici e relative restituzioni, rilievi di progetto o in corso di esecuzione dei lavori, ecc.)...*”.

Per la stima del volume d’interrimento, quindi, sono stati utilizzati i dati disponibili (da colonna centimetrica) elaborati a seguito dell’ultima batimetria e i dati ufficiali dell’impianto.

Si è proceduto, quindi, con una stima indiretta del volume di interrimento: è stato preso a riferimento il volume di invaso disponibile fino alla quota di 427,80 m s.l.m. che - come risulta anche dal Foglio di Condizioni per l’Esercizio e la Manutenzione - risulta essere la quota minima di utilizzo il cui volume

sottostante, riservato all’interrimento, è pari a ca. $2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$; questo dato è assolutamente congruente con i dati riportati nella colonna centimetrica dell’impianto utilizzata che indica a quota 427,80 m s.l.m. un volume d’invaso pari a $2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$.

I dati rilevati con la batimetria di luglio 2021 indicano alla quota di 427,80 m s.l.m. un valore del volume pari a:

Volume morto disponibile a settembre 2021	351.170 m ³
---	------------------------

Assumendo come dato di partenza il volume destinato all’interrimento - che, come detto, è ufficialmente fissato in $2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$ a quota 427,80 m s.l.m. - e procedendo per differenza con il sopraindicato volume residuale accertato fino alla stessa quota nel corso dell’ultima batimetria eseguita (351.170 m^3) si è ottenuto l’interrimento del volume morto che sommato a quello rilevato fino alla quota di massimo invaso ha consentito di determinare un volume d’interrimento totale pari a:

Volume totale d’interrimento al 2021	1.802.000 m ³
--------------------------------------	--------------------------

Il succitato volume d’interrimento risulta dalla somma dell’interrimento ($1.648.830 \text{ m}^3$) del volume morto dell’invaso e del volume di interrimento (153.170 m^3) relativo al volume utile dell’invaso stimato a seguito dell’aggiornamento del 2021 della curva area-volumi esteso fino alla quota di massimo invaso.

4.3.3.2. Stima dell’interrimento medio annuo

Per la stima dell’interrimento medio annuo dell’invaso si è proceduto in maniera analoga e sono stati utilizzati i dati disponibili (colonne centimetriche) di tutti i rilievi batimetrici del 2003, del 2008, del 2013, del 2018, del 2020 e del 2021.

E’ stato sempre preso a riferimento il volume di invaso disponibile fino alla quota di 427,80 m s.l.m. ($2,00 \times 10^6 \text{ m}^3$) che, come detto, risulta essere la quota minima di utilizzo e il cui volume sottostante è riservato all’interrimento (volume morto).

Di seguito si riporta un quadro sinottico di tali dati:

ANNO 2003	427,80 m s.l.m.	$1,27 \times 10^6$
ANNO 2008	427,80 m s.l.m.	833.000
ANNO 2013	427,80 m s.l.m.	569.672
ANNO 2018	427,80 m s.l.m.	439.247
ANNO 2020	427,80 m s.l.m.	351.213
ANNO 2021	427,80 m s.l.m.	351.170

Sono stati utilizzati i volumi residuali disponibili fino a quella quota (calcolati in occasione delle diverse indagini batimetriche) e calcolati per differenza i relativi volumi di interrimento.

Considerati, quindi, gli anni di esercizio si sono potuti stimare anche i volumi medi di interrimento annuo nei diversi intervalli di tempo ricompresi tra le successive batimetrie.

Nel seguente quadro sinottico sono riassunti i risultati dello studio:

BATIMETRIE (ANNO)	QUOTA DI RIFERIMENTO (VOLUME MORTO)	VOLUME MORTO DISPONIBILE INIZIALE (m ³)	VOLUME MORTO RESIDUALE ACCERTATO DA BATIMETRIA (m ³)	VOLUME INTERRIMENTO CALCOLATO (m ³)	ANNI DI ESERCIZIO	INTERRIMENTO MEDIO ANNUO (m ³)
2003	427,80 m s.l.m.	2.020.000	1.270.000	750.000	19	39.474
2008	427,80 m s.l.m.	1.270.000	833.000	437.000	5	87.400
2013	427,80 m s.l.m.	833.000	569.672	263.328	5	52.666
2018	427,80 m s.l.m.	569.672	439.247	130.425	5	26.085
2020	427,80 m s.l.m.	439.247	351.213	88.034	2	44.017
2021	427,80 m s.l.m.	351.213	351.170	43	1	43

I dati sopraindicati evidenziano che, a fronte di un interrimento medio annuo rilevato nei primi 19 anni di esercizio di ca. 40.00 m³/anno, nel periodo 2003-2008 tale valore è arrivato a superare gli 87.000 m³/anno per scendere, nei successivi 5 anni (dal 2008 al 2013), a ca. 52.600 m³/anno.

Nell’intervallo di tempo dal 2013 al 2018 il volume di interrimento medio annuo si è dimezzato scendendo fino a ca. 26.000 m³/anno. Dal 2018 al 2020 si è registrato un interrimento medio di ca. 44.000 m³/anno; l’ultima batimetria di settembre 2021 ha, invece, evidenziato una situazione pressochè identica a quella del 2020.

Considerato il volume totale di interrimento rilevato (1.802.000 m³) e il periodo di vita dell’invaso (a partire dal 1984, anno d’inizio degli invasi sperimentali) pari a 37 anni, il volume di interrimento medio annuo risulta pari a:

Volume d’interrimento medio annuo	48.702 m ³ /anno
-----------------------------------	-----------------------------

Sulla scorta dei dati sopra riportati è evidente che l’interrimento medio annuo sopra calcolato si discosta, anche se non notevolmente, da quello previsto in fase di progetto per i primi cinquanta anni di vita dell’opera: con un interrimento medio di ca. 48.000 m³ all’anno il volume di invaso morto previsto in progetto potrebbe essere colmato nel giro di ca. 7 anni.

4.3.3.3. Grado di interrimento percentuale del serbatoio

Interrimento totale

Si riporta di seguito un quadro riepilogativo dei dati rilevati con l’ultimo rilievo eseguito sul bacino nel 2021.

	QUOTA (s.l.m.)	VOLUME AL TEMPO INIZIALE (mc)	VOLUME DA RILIEVO 2021
MASSIMA DI REGOLAZIONE	448,30	15.000.000	13.198.000
MINIMA REGOLAZIONE	427,80	2.000.000	351.170
VOLUME UTILE DI REGOLAZIONE		13.000.000	12.846.830

Il grado di interrimento percentuale di un serbatoio (GI%) è dato dal rapporto, espresso in percentuale, tra il volume di interrimento riferito all’intervallo temporale ΔT e il volume utile di regolazione al tempo iniziale V_{Ti}.

$$GI\% = \frac{(V_{int})\Delta t}{V_{Ti}} \times 100$$



Nel caso di studio l’interrimento rilevato è pari a 1.802.000 m³ (15.000.000 m³ – 13.198.000 m³), l’intervallo temporale è pari a 37 anni (a partire dal 1984, anno d’inizio degli invasi sperimentali, fino al 2021);

$$V_{INT} = 1.802.000 \text{ m}^3$$

$$V_{TI} = 15.000.000 \text{ m}^3$$

per cui

$$GI\% = \frac{1.802.000 \text{ mc}}{15.000.000 \text{ mc}} = 12\%$$

Interrimento relativo al volume utile

Con riferimento al volume utile dell’invaso, l’interrimento rilevato a seguito del rilievo del 2021 e dell’aggiornamento della curva area-volumi risulta pari a 153.170 m³ (=13.000.000 m³ – 12.846.830 m³), l’intervallo temporale è pari a 37 anni (a partire dal 1984, anno d’inizio degli invasi sperimentali, fino al 2021);

$$V_{INT} = 153.170 \text{ m}^3$$

$$V_{TI} = 13.000.000 \text{ m}^3$$

per cui

$$GI\% = \frac{153.170 \text{ mc}}{13.000.000 \text{ mc}} = 1.18\%$$

Le separate due valutazioni sopra riportate sono state fatte per evidenziare che allo stato attuale l’interrimento riguarda quasi esclusivamente il volume morto; il volume utile disponibile, infatti, risulta pressochè intatto.

Nel caso in esame, tuttavia, l’interrimento del volume morto ha dirette conseguenze sullo scarico della diga in quanto (come in precedenza descritto) la soglia di imbocco di quest’ultimo (a quota 416 m s.l.m.) risulta ricompreso all’interno del volume morto stesso.

Per questo motivo nella Fase 2 del presente PGI vengono indicati: a) uno specifico Piano Operativo finalizzato alla salvaguardia della funzionalità dello scarico da eseguire nell’ambito dell’esecuzione dei lavori previsti nel Lotto 2 degli interventi di manutenzione straordinaria della diga; b) la previsione di operazioni sistematiche di movimentazione degli scarichi da eseguire sia nell’immediato (fino alla realizzazione della nuova opera di scarico prevista nel succitato Lotto 2 degli interventi) che successivamente per garantirne la funzionalità nel tempo.

Il Rapporto “*La gestione dell’interrimento dei serbatoi artificiali italiani*” del 2009 (aggiornato nel 2016) della ITCOLD - Comitato Nazionale Italiano delle Grandi Dighe indica una classificazione dei serbatoi in due categorie (serbatoi privi di interrimento significativo / serbatoi con interrimento significativo) sulla base di un parametro discriminatorio individuato nel grado di interrimento percentuale (GI%).

E’ stato individuato un valore limite di soglia (V_{lim}) che separa le due categorie di invasi: nel Rapporto è stato assunto un valore di $V_{lim} = 5\%$ che tiene conto anche dei diversi errori di stima dei rilievi topografici della superficie di fondo eseguiti in fase di progettazione e di quelli recenti (batimetrie, GPS differenziale, rilievi topografici della parte emersa).

Sono stati, quindi, definiti:



1. Serbatoi privi di interrimento significativo quelli per cui risulta $GI\% \leq V_{lim}$
2. Serbatoi con interrimento significativo quelli per cui risulta $GI\% > V_{lim}$

Nel nostro caso, sulla base di tale classificazione, l’invaso di Olivo ($GI\% = 1,18\%$) risulta classificato come serbatoio privo di interrimento significativo.

4.3.3.4. Tasso percentuale medio annuo di interrimento

Il tasso percentuale medio annuo di interrimento (TI%) di un serbatoio (viceversa definito come perdita percentuale di capacità di invaso media annua) è il rapporto tra il volume di interrimento medio annuo e il volume d’invaso al tempo iniziale.

$$TI\% = \frac{(V_{int})_{annuo}}{V_{ti}} \times 100$$

Nel nostro caso:

$$V_{INT\ annuo} = 48.702\ m^3$$

$$V_{Ti} = 15.000.000\ m^3$$

per cui

$$TI\% = \frac{48.702\ mc}{15.000.000\ mc} = 0,3\%$$

4.3.4. Piano di campionamento sedimenti e acque invasate

Preliminarmente all’elaborazione del presente Piano di Gestione dell’invaso è stato sviluppato un Piano di campionamento, approvato dall’ARPA Sicilia con parere prot. 21668 del 26/05/2020, finalizzato alla definizione delle indagini qualitative e quantitative indirizzate alla conoscenza di:

- a) sedimenti giacenti nell’area dell’invaso,
- b) acque invasate,
- c) caratterizzazione dell’asta fluviale di monte

Nel successivo par. 4.3.3.2 sono descritti la consistenza, le caratteristiche e i risultati di tali indagini.

4.3.4.1. Campionamenti e caratterizzazioni eseguiti in passato

Nel 2004 e nel 2009 sono state già state eseguite due campagne di indagine delle quali si riportano la consistenza e i risultati.

Caratterizzazione sedimenti invaso - 1° campagna (marzo-aprile 2004)

È stata effettuata una prima campagna di indagine nel marzo – aprile 2004.

Sono stati analizzati campioni di sedimento contenuto nel serbatoio a diverse profondità. La dislocazione planimetrica e la nomenclatura dei prelievi è riportata nel seguito:

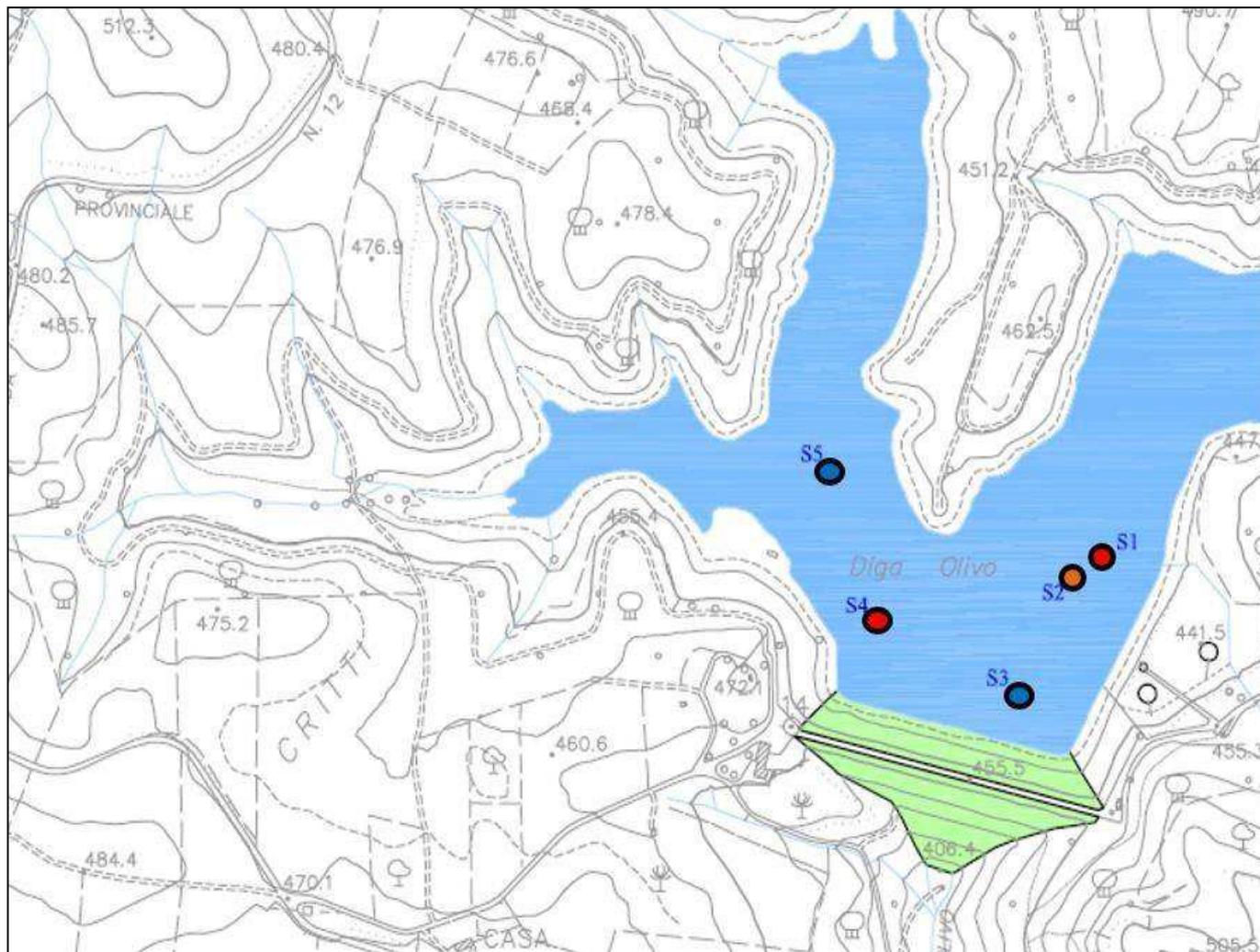


Figura 4.3.4.1.1: Planimetria ubicazione sondaggi campagna marzo – aprile 2004

LEGENDA

- : Carotaggio dai quali sono stati prelevati *campioni per i quali sono disponibili report di indagini (analisi chimiche)*.
- : Carotaggio dal quale sono stati prelevati *campioni per i quali sono disponibili report di indagini (analisi degli inquinanti)*.
- : Carotaggio dal quale sono stati prelevati *Campioni per i quali non si hanno report di indagine*.



Le indagini dei campioni prelevati hanno riguardato, oltre alla natura geotecnica, anche l’analisi chimica del terreno. Per i sedimenti dell’invaso caratterizzati nel 2004 è stata effettuata anche un’analisi sui potenziali inquinanti e sulla contaminazione dei suoli, in ottemperanza al *D.M. 25 ottobre 1999 n. 471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni*. Per quanto riguarda il materiale sedimentario il prelievo dei campioni è stato effettuato da apposito natante sul quale è stata disposta un’idonea apparecchiatura capace di eseguire un carotaggio continuo dell’ammasso fangoso e del terreno in situ. Tutti i risultati ottenuti dalle analisi chimico – fisiche dei sedimenti dell’invaso hanno mostrato in media i seguenti risultati:



Tipologia	Suolo di deposito
<i>Granulometria</i>	
Sabbia [%]	34,6
Limo [%]	18,8
Argilla [%]	46,7
<i>PH</i>	
In H ₂ O	8,3
In KCl	7,7
<i>Calcare</i>	
Totale [g kg ⁻¹]	235,5
Attivo [g kg ⁻¹]	105,0
<i>Cationi scambiabili</i>	
Ca ⁺⁺ [meq 100 gr ⁻¹]	26,7
Mg ⁺⁺ [meq 100 gr ⁻¹]	6,1
K ⁺ [meq 100 gr ⁻¹]	1,0
Na ⁺ [meq 100 gr ⁻¹]	1,0
Capacità scambio cationico C.S.C. [meq 100 gr ⁻¹]	38,3
Grado Saturazione Basi (GSB) [%]	95,5
Rapporto Mg/K	6,4
<i>Sostanza organica</i>	
S.O. [g kg ⁻¹]	25,1
Carbonio [g kg ⁻¹]	14,6
Rapporto C/N	11,0
<i>Macroelementi</i>	
N [g kg ⁻¹]	1,4
P ₂ O ₅ (Fosforo assimilabile) [mg kg ⁻¹]	18,0
K ₂ O (Potassio scambiabile) [mg kg ⁻¹]	428,5
<i>Microelementi</i>	
Cu ⁺⁺ [mg kg ⁻¹]	2,5
Zn ⁺⁺ [mg kg ⁻¹]	0,6
Fe ⁺⁺ [mg kg ⁻¹]	111,5
Mn ⁺⁺ [mg kg ⁻¹]	8,0
<i>Estratto a pasta satura</i>	
Conducibilità a 25 °C [μS/cm ⁻¹]	N.R.
Ca ⁺⁺ [mmol kg ⁻¹]	N.R.
Mg ⁺⁺ [mmol kg ⁻¹]	N.R.
Na ⁺ [mmol kg ⁻¹]	N.R.
K ⁺ [mmol kg ⁻¹]	N.R.
Cl ⁻ [mmol kg ⁻¹]	N.R.
Rapporto Mg/K	N.R.

Figura 4.3.4.1.2: Analisi chimiche (Laboratorio L.AG.AM.ESA – PA) – Valori medi sui due campioni del carotaggio S2 – 1° Campagna indagini – Anno 2004



Prova	Media valori	Limite
Antimonio	<1 mg/Kg s.s.	Max 10
Arsenico	<2 mg/Kg s.s.	Max 20
Berillio	<0,2 mg/Kg s.s.	Max 2
Cadmio	<0,2 mg/Kg s.s.	Max 2
Cianuri liberi	<0,1 mg/Kg s.s.	Max 1
Cobalto	<2 mg/Kg s.s.	Max 20
Cromo esavalente	<0,2 mg/Kg s.s.	Max 2
Cromo totale	65 mg/Kg s.s.	Max 150
Fluoruri	<10 mg/Kg s.s.	Max 100
Mercurio	<0,1 mg/Kg s.s.	Max 1
Nichel	34 mg/Kg s.s.	Max 120
Piombo	<10 mg/Kg s.s.	Max 100
Rame	17 mg/Kg s.s.	Max 120
Selenio	<0,3 mg/Kg s.s.	Max 3
Stagno	0,8 mg/Kg s.s.	Max 1
Tallio	0,15 mg/Kg s.s.	Max 1
Vanadio	29 mg/Kg s.s.	Max 90
Zinco	97 mg/Kg s.s.	Max 150
b-esacloroesano	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Alaclor	<0,01 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Aidrin	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Atrazina	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Clordano	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
DDD, DDT, DDE	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Dieldrin	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Endrin	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
g-asacloroesano (lindano)	<0,001 mg/Kg s.s.	Max 0,01
Idrocarburi pesanti C>12	<5 mg/Kg s.s.	Max 50
PCB	<0,0001 mg/Kg s.s.	Max 0,001

Figura 4.3.4.1.3: Analisi inquinanti (Laboratorio CATARA - CT) - Valori medi sui due campioni dei carotaggi S1 e S4 – 1° Campagna indagini – Anno 2004

Si rimanda agli allegati al presente Piano di Gestione per l’esame dei singoli report analitici delle caratterizzazioni effettuate sui campioni di sedimento prelevati.



Caratterizzazione acque invaso - 1° campagna (marzo-aprile 2004)

Il prelievo dei campioni d’acqua è stato effettuato, da natante, mediante apposito campionatore. I risultati ottenuti dalle analisi hanno mostrato i seguenti risultati:

Campione 1					
pH	8,0	CATIONI		ANIONI	
Conducibilità [$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$]	778				
SAR	1				
Classe salinità	C3	Ca ⁺⁺ [ppm]	79	Cl ⁻ [ppm]	68
Classe sodicità	S1	Mg ⁺⁺ [ppm]	22	SO ₄ ⁻ [ppm]	175
Limite di TODD	-	Na ⁺ [ppm]	58	CO ₃ ⁻ [ppm]	-
RSC [meq lt ⁻¹]	-2,55	K ⁺ [ppm]	7	HCO ₃ ⁻ [ppm]	198

Campione 2					
pH	8,2	CATIONI		ANIONI	
Conducibilità [$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$]	783				
SAR	1				
Classe salinità	C3	Ca ⁺⁺ [ppm]	81	Cl ⁻ [ppm]	68
Classe sodicità	S1	Mg ⁺⁺ [ppm]	22	SO ₄ ⁻ [ppm]	193
Limite di TODD	-	Na ⁺ [ppm]	59	CO ₃ ⁻ [ppm]	-
RSC [meq lt ⁻¹]	-2,66	K ⁺ [ppm]	7	HCO ₃ ⁻ [ppm]	195

Campione 3					
pH	8,1	CATIONI		ANIONI	
Conducibilità [$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$]	854				
SAR	2				
Classe salinità	C3	Ca ⁺⁺ [ppm]	84	Cl ⁻ [ppm]	75
Classe sodicità	S1	Mg ⁺⁺ [ppm]	25	SO ₄ ⁻ [ppm]	214
Limite di TODD	-	Na ⁺ [ppm]	72	CO ₃ ⁻ [ppm]	-
RSC [meq lt ⁻¹]	-2,95	K ⁺ [ppm]	8	HCO ₃ ⁻ [ppm]	203

Campione 4					
pH	8,0	CATIONI		ANIONI	
Conducibilità [$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$]	804				
SAR	2				
Classe salinità	C3	Ca ⁺⁺ [ppm]	92	Cl ⁻ [ppm]	69
Classe sodicità	S1	Mg ⁺⁺ [ppm]	27	SO ₄ ⁻ [ppm]	185
Limite di TODD	-	Na ⁺ [ppm]	68	CO ₃ ⁻ [ppm]	-
RSC [meq lt ⁻¹]	-3,57	K ⁺ [ppm]	8	HCO ₃ ⁻ [ppm]	200

Campione 5					
pH	8,2	CATIONI		ANIONI	
Conducibilità [$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$]	817				
SAR	2				
Classe salinità	C3	Ca ⁺⁺ [ppm]	82	Cl ⁻ [ppm]	68
Classe sodicità	S1	Mg ⁺⁺ [ppm]	26	SO ₄ ⁻ [ppm]	194
Limite di TODD	-	Na ⁺ [ppm]	72	CO ₃ ⁻ [ppm]	-
RSC [meq lt ⁻¹]	-2,88	K ⁺ [ppm]	8	HCO ₃ ⁻ [ppm]	207

Figura 4.3.4.1.4: Analisi chimiche (Laboratorio L.AG.AM.ESA – PA) – 1° Campagna indagini – Anno 2004

Caratterizzazione sedimenti invaso - 2° campagna (novembre-dicembre 2009)

È stata effettuata una seconda campagna di indagine nel novembre - dicembre 2009. Sono stati prelevati e quindi analizzati n. 3 campioni di sedimento nel fondo dell’invaso da parte di personale qualificato dell’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente (A.R.P.A.) Sicilia Dipartimento di Enna.

La dislocazione planimetrica e la nomenclatura dei prelievi è riportata nel seguito:



Figura 4.3.4.1.5: Planimetria ubicazione punti prelievo sedimenti – 2° Campagna (novembre– dicembre 2009)

Il prelievo dei campioni di sedimento di fondo è stato effettuato direttamente dal personale ARPA, con l’ausilio di imbarcazione e benna manuale. Tutti i campioni, prelevati in doppia aliquota, contenuti in barattolo di vetro da 1,0 kg, sono stati portati presso i laboratori del Dipartimento ARPA Sicilia di Enna e del Dipartimento ARPA Sicilia di Siracusa, dove sono state eseguite tutte le analisi chimiche specificate nelle note n. 2341 del 30.10.2009 e n. 2394 del 06.11.2009 del DAP di Enna.

Nella seguente tabella sono descritte, unitamente alle coordinate GPS, le concentrazioni di analiti dei campioni prelevati ed analizzati:



Campione	Descrizione	Coordinata (33 s UTM) Est	Coordinata (33 s UTM) Nord
1	Sedimento	0436953	4140430
2	Sedimento	0436702	4140138
3	Sedimento	0436514	4140438
4	Terreno	0435669	4138659

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei risultati delle analisi eseguite:

Campione	Parametro	Unità di misura	Quantità ¹⁾	Metodo di prova
1	pH in sospensione al 10%		8,26	D.M. 11/05/1192 metodo n.7
	Azoto totale	mg/Kg N	54,9	D.M. 11/05/1192 metodo n.19
	Carbonio organico	g/Kg C	9,36	D.M. 11/05/1192 metodo n.15
	Fosforo totale	mg/Kg P	181	D.M. 11/05/1192 metodo n.21
2	pH in sospensione al 10%		8,32	D.M. 11/05/1192 metodo n.7
	Azoto totale	mg/Kg N	50,4	D.M. 11/05/1192 metodo n.19
	Carbonio organico	g/Kg C	9,36	D.M. 11/05/1192 metodo n.15
	Fosforo totale	mg/Kg P	166	D.M. 11/05/1192 metodo n.21
3	pH in sospensione al 10%		8,17	D.M. 11/05/1192 metodo n.7
	Azoto totale	mg/Kg N	71,7	D.M. 11/05/1192 metodo n.19
	Carbonio organico	g/Kg C	9,76	D.M. 11/05/1192 metodo n.15
	Fosforo totale	mg/Kg P	162	D.M. 11/05/1192 metodo n.21
4	pH in sospensione al 10%		8,76	D.M. 11/05/1192 metodo n.7
	Azoto totale	mg/Kg N	268	D.M. 11/05/1192 metodo n.19
	Carbonio organico	g/Kg C	8,24	D.M. 11/05/1192 metodo n.15
	Fosforo totale	mg/Kg P	136	D.M. 11/05/1192 metodo n.21

Si rimanda agli allegati al presente Piano di Gestione per l'esame dei singoli report analitici delle caratterizzazioni già effettuate sui campioni di sedimento prelevati.



4.3.4.2. Caratterizzazione sedimenti e acque d’invaso – Campagna luglio 2020

Per l’individuazione dei punti di campionamento della presente campagna si è fatto riferimento alla situazione che necessita un maggior numero di campionamenti, ovvero quella che individua la maggiore superficie interessata dallo sfangamento per la necessità della scopertura del manto di tenuta impermeabile dello sbarramento.

4.3.4.2.1. Individuazione dei punti di campionamento del sedimento

Adottando il riferimento delle Linee Guida della Regione Sardegna e considerando che la superficie dell’invaso in condizioni di massimo invaso è pari a 1,20 km², si è previsto il prelievo di n. 5 nuovi campioni di sedimento superficiale (più altri due all’interno della vasca di dissipazione), considerando che il numero minimo di 3 sondaggi a carotaggio continuo previsti dalle Linee Guida Sardegna è stato già effettuato nella campagna di campionamento del 2004, in occasione della quale furono eseguiti n. 3 carotaggi profondi ed effettuate n. 4 analisi di campioni di sedimento estrapolati da tali carotaggi.

Tra le altre cose, ulteriori n. 3 analisi di campioni di sedimento sono già state eseguite nel 2009, su campioni prelevati alla quota di fondale dell’epoca (anno 2009) pari a circa 423 m s.l.m.; tali campioni, ad oggi, considerando che la quota fondale si è ridotta a circa 426,50 m s.l.m., sono anch’essi da identificarsi come campioni di sedimento profondo.

Superficie in condizione di massimo invaso (Km ²)	Numero minimo di campioni di sedimento superficiale	Numero minimo di sondaggi a carotaggio continuo
$S \leq 0,1$	3	1
$0,1 < S \leq 1$	3	3
$1 < S \leq 10$	5	3
$S > 10$	7	3

Indicazioni delle Linee Guida della Regione Sardegna relative al numero minimo suggerito di campioni del sedimento superficiale e di carotaggi da realizzare in funzione della superficie dell’invaso. Per il caso in esame si ricade nella riga evidenziata in verde.

Nella sottostante planimetria si riporta l’ubicazione planimetrica dei campionamenti dei sedimenti effettuati durante le campagne di caratterizzazione del 2004 e del 2009, oltre che il posizionamento dei punti di campionamento della nuova campagna di caratterizzazione del 2020.

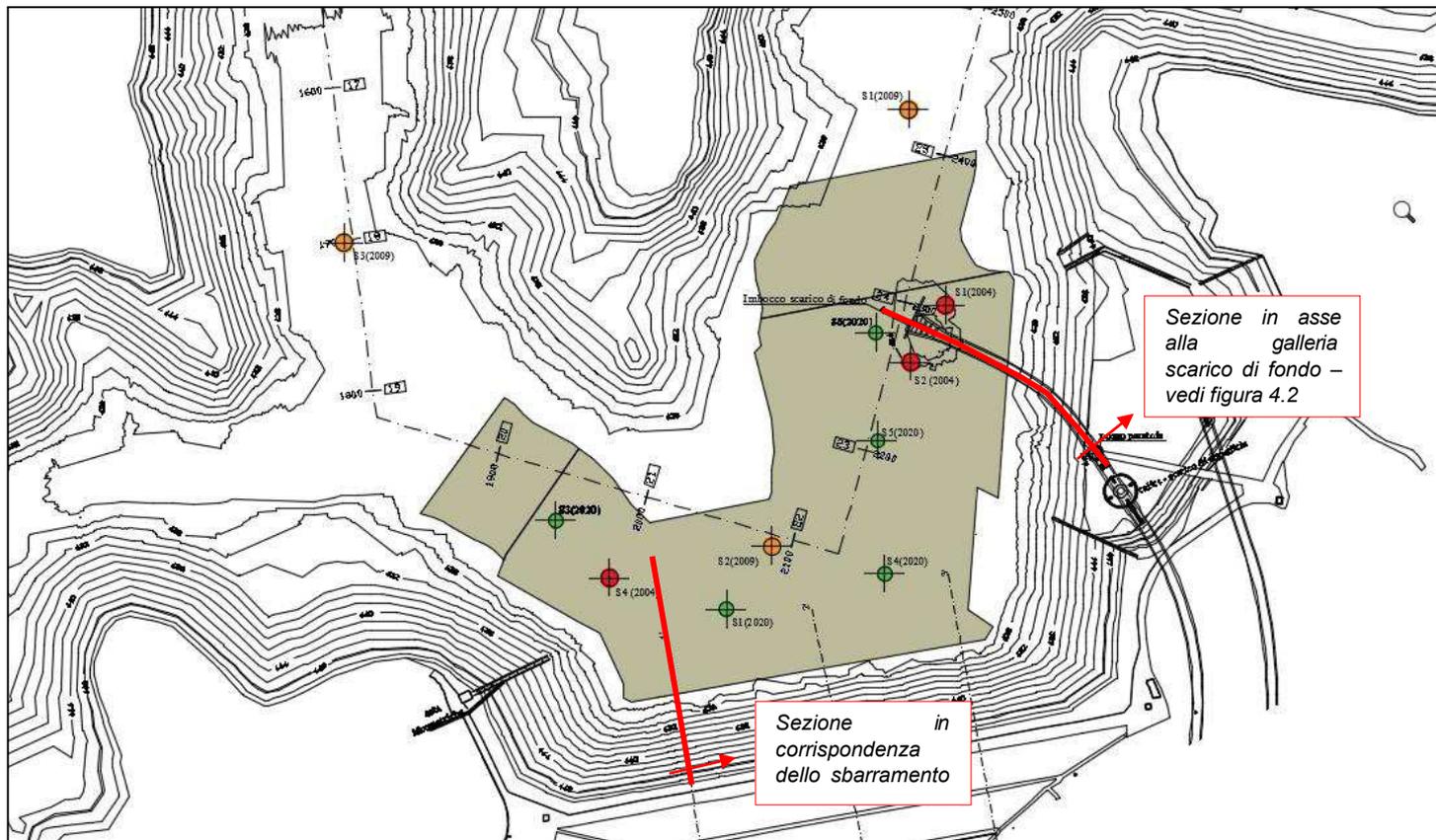


Figura 4.3.4.2.1.1: Ubicazione dei punti di campionamento dei sedimenti della nuova campagna di campionamento (2020) e delle campagne di campionamento del 2004 e del 2009.

LEGENDA

	Area oggetto di possibile sfangamento
	Punti di prelievo campagna indagine 2004
	Punti di prelievo campagna indagine 2009
	Punti di prelievo piano campionamento 2020

Per i nuovi punti di campionamento è stato eseguito un campionamento superficiale mediante benna van veen o carotiere a gravità, eseguita da operatori qualificati a bordo di piccola imbarcazione, per un totale di n. 5 campioni superficiali prelevati nell’attuale fondale dell’invaso.



Figura 4.3.4.2.1.2: Ubicazione dei punti di campionamento dei sedimenti della nuova campagna di campionamento (2020)

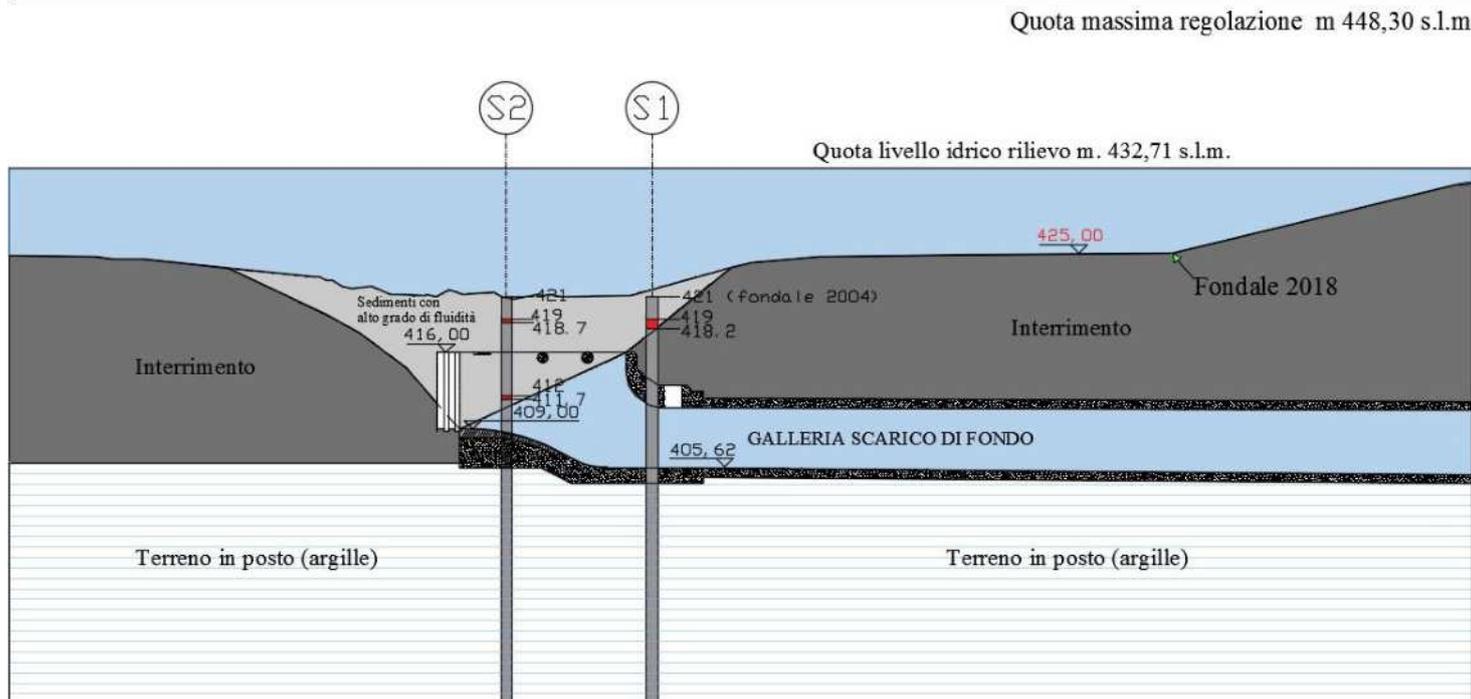


Figura 4.3.4.2.1.3: Sezione in asse alla galleria dello scarico di fondo, con riportata l’ubicazione dei campioni di sedimento profondo (evidenziati in rosso) caratterizzati in occasione della prima campagna di campionamento del 2004

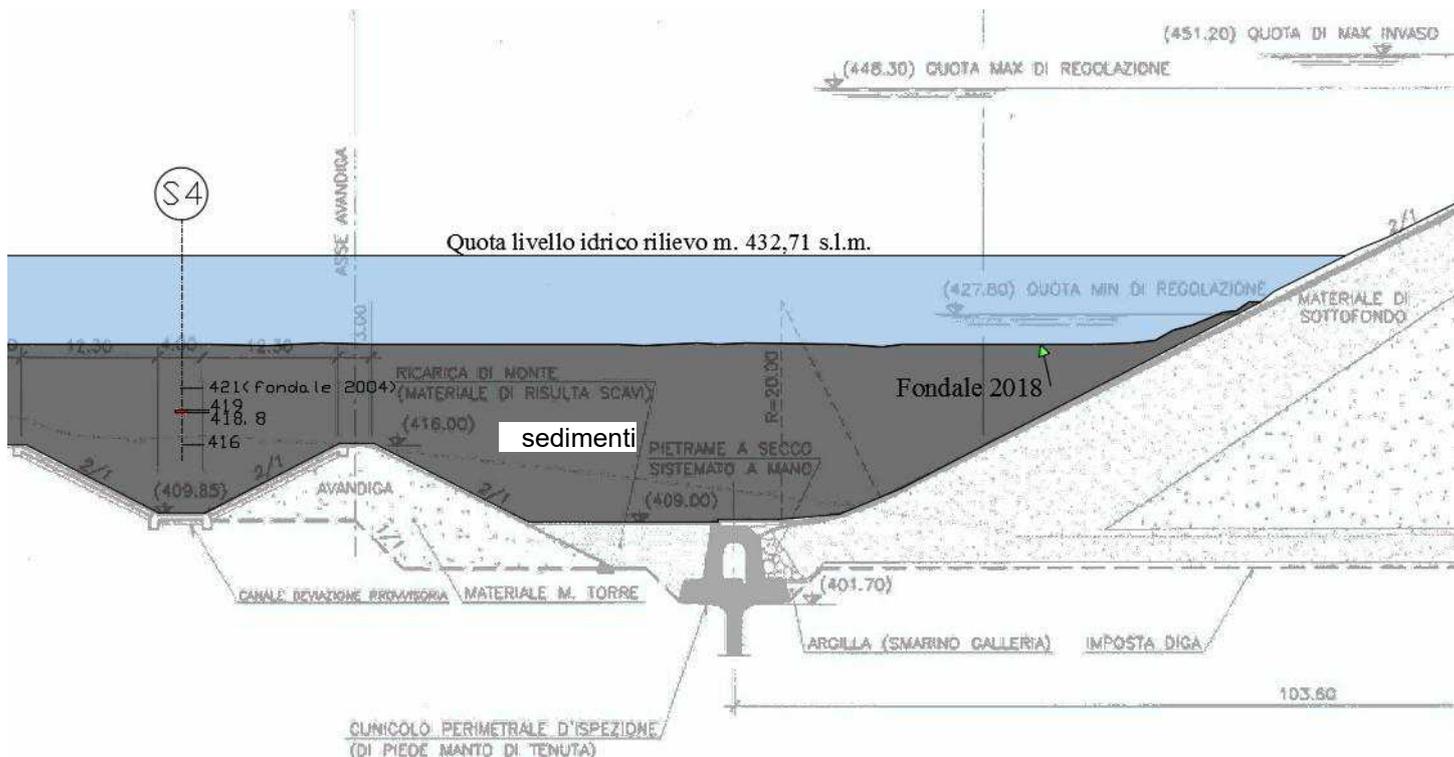


Figura 4.3.4.2.1.4: Sezione in corrispondenza dello sbarramento, con riportata l’ubicazione dei campioni di sedimento profondo (evidenziati in rosso) caratterizzati in occasione della prima campagna di campionamento del 2004.



Si riporta nel seguito, in forma tabellare, l’individuazione della quota di prelievo dei campioni di sedimento già analizzati in passato (campagne di rilievo 2004 e 2009), raffrontata con le quote del fondale negli anni 2018 e 2020.

Campioni (anno prelievo)	Quota prelievo	Quota Fondale 2018	Quota Fondale 2020 (stima)
S2 (2004)	418.7 – 419	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S2 (2004)	411.7 – 412	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S1 (2004)	418.2 – 419	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S4 (2004)	419 – 418.8	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S1 (2009)	423,00 – 423,50	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S2 (2009)	423,00 – 423,50	425 m s.l.m	426 m s.l.m
S3 (2009)	423,00 – 423,50	425 m s.l.m	426 m s.l.m

4.3.4.2.2. Analisi svolte sui campioni di sedimento

Sui campioni di sedimento prelevati sono state svolte le seguenti analisi:

- 1) Granulometriche
- 2) Chimiche
 - *carbonio organico totale*
 - *arsenico*
 - *antimonio*
 - *cadmio*
 - *cromo totale*
 - *Cromo VI*
 - *manganese*
 - *mercurio*
 - *nicel*
 - *piombo*
 - *rame*
 - *zinco*
 - *PCB*
 - *Aldrin*
 - *Dieldrin*
 - *Endrin*
 - *Isodrin*
- 3) Ulteriori analisi
 - *Contenuto in acqua*
 - *pH in sospensione al 10%*
 - *azoto totale*
 - *carbonio organico*
 - *fosforo totale*
- 4) Test di cessione – analisi sull’eluato (All. 3 D.M. 5 febbraio 1998)



- *Test di cessione previsto dal DM 05/02/98 per la verifica di eventuali sostanze pericolose rilasciate dal sedimento*
- 5) *Analisi mineralogiche*
- 6) *Test tossicologico con crostaceo Artemisia salina o Acartia tonsa*

4.3.4.3. Risultati delle analisi dei campioni di sedimenti (campagna luglio 2020)

A seguito dei campionamenti e delle analisi eseguiti, dal punto di vista granulometrico i sedimenti sono classificabili come limi argillosi sabbiosi. Le caratteristiche del sedimento sono mediamente le seguenti:

Argilla	47%
Sabbia	34%
Limo	19%
Peso (umido) dell'unità di volume (γ)	18,6 kN/m ³
Peso secco dell'unità di volume (γ_d)	15,7 kN/m ³
Porosità (n)	0,45
Indice dei vuoti	0,9

Le analisi sui sedimenti non hanno rilevato superamenti di concentrazioni degli analiti analizzati. Per maggiori dettagli si rimanda agli esiti delle analisi effettuate e validate da ARPA Sicilia in data 30/10/2020.

4.3.4.4. Caratterizzazione delle acque d'invaso e del materiale solido in sospensione

Le indagini, di cui all'art. 3 comma 2 lettere c, d, e del D.M. 30/06/2004, sono finalizzate alla caratterizzazione delle qualità chimico-fisiche delle acque invase (colonne d'acqua sovrastanti il materiale depositato) derivanti da specifiche analisi su campioni prelevati lungo la colonna d'acqua (in superficie, a mezz'acqua e in prossimità del fondo) nel settore più profondo dell'invaso, con almeno due campionamenti.

Per la scelta delle metodiche di campionamento e analitiche da adottare si è fatto riferimento alle più avanzate tecniche, riconosciute a livello nazionale e internazionale e alle indicazioni prescritte dell'ARPA Sicilia in sede di approvazione del piano di campionamento.

Si è proceduto, pertanto, alla caratterizzazione di n. 5 campioni d'acqua prelevati all'interno dell'invaso e nel corpo idrico a monte dello sbarramento e n. 2 campioni all'interno della vasca di dissipazione per i quali sono stati determinati i seguenti parametri:

- *pH, temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica specifica;*
- *solidi sospesi totali (SST), BOD5, COD, azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitrico, azoto nitroso, fosforo totale;*
- *manganese, arsenico, cadmio, cromo totale, cromo esavalente, mercurio, nichel e piombo disciolti.*



In ottemperanza al parere dell’ARPA Sicilia, visto che la destinazione delle acque d’invaso è ad uso irriguo, sono stati aggiunti i parametri mancanti previsti dal D.M. 185/2003 (riutilizzo acque reflue).

4.3.4.5. Risultati delle analisi dei campioni di acqua (campagna luglio 2020)

Le analisi eseguite sulle acque hanno invece evidenziato qualche superamento delle concentrazioni limite di tensioattivi totali, manganese, solfiti, solidi sospesi totali, come meglio evidenziato nel seguito, nonché nella Relazione sui risultati della campagna di campionamento di sedimenti e acque trasmessa via PEC ad ARPA Sicilia in data 06.10.2020:

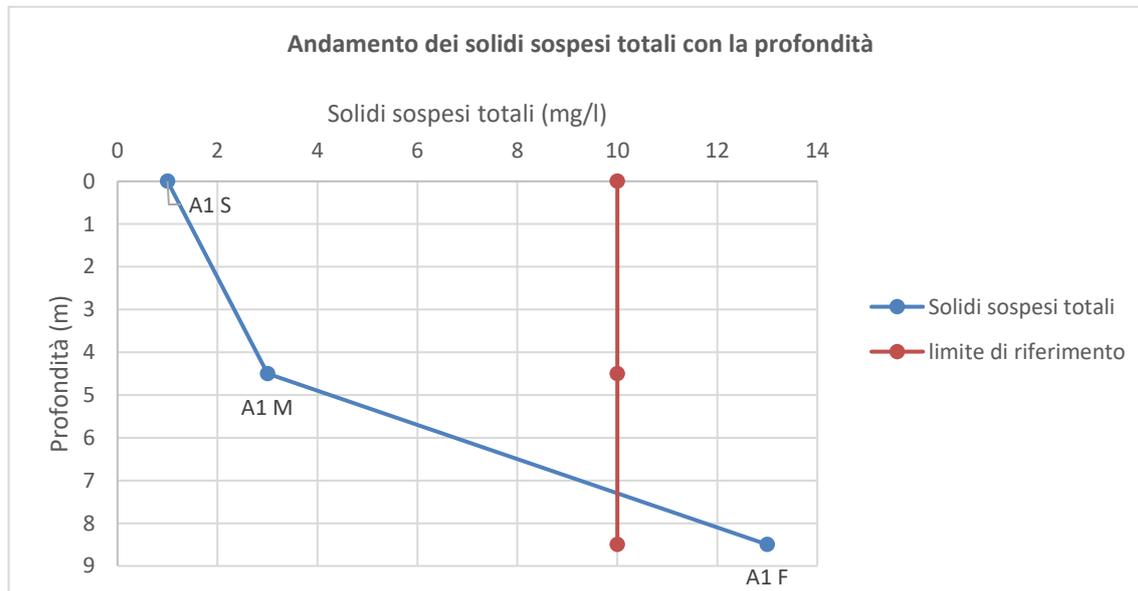
PUNTO DI CAMPIONAMENTO A1

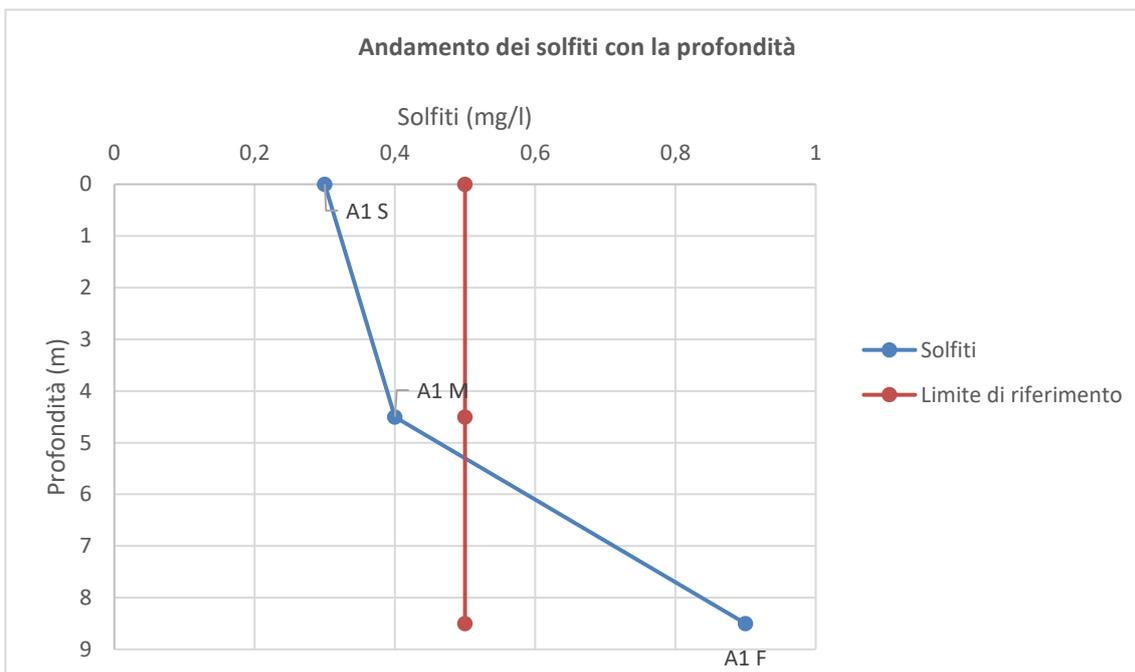
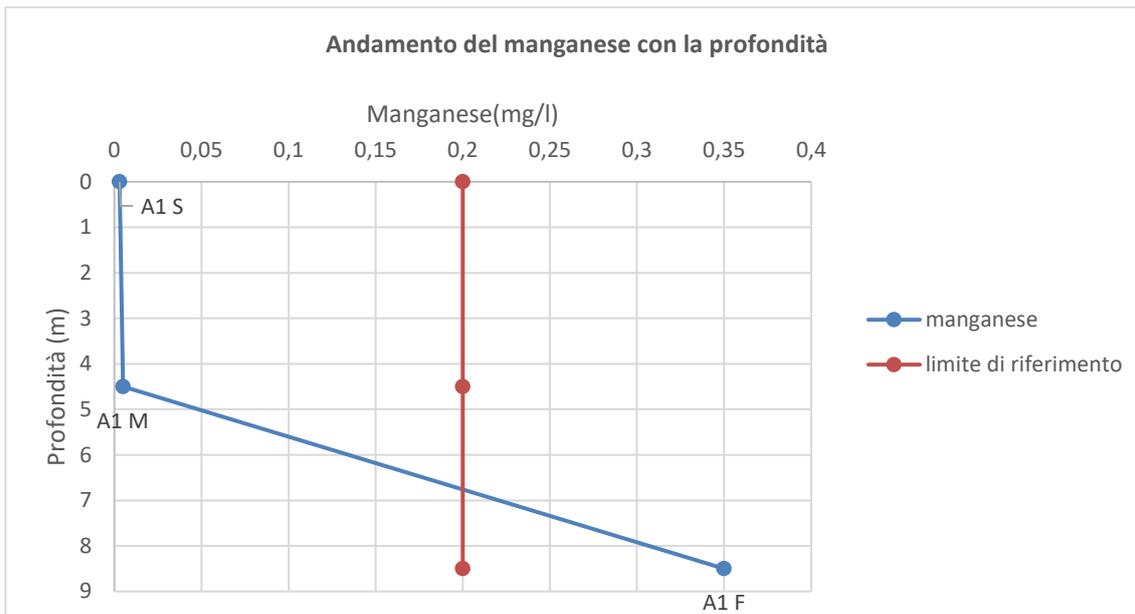


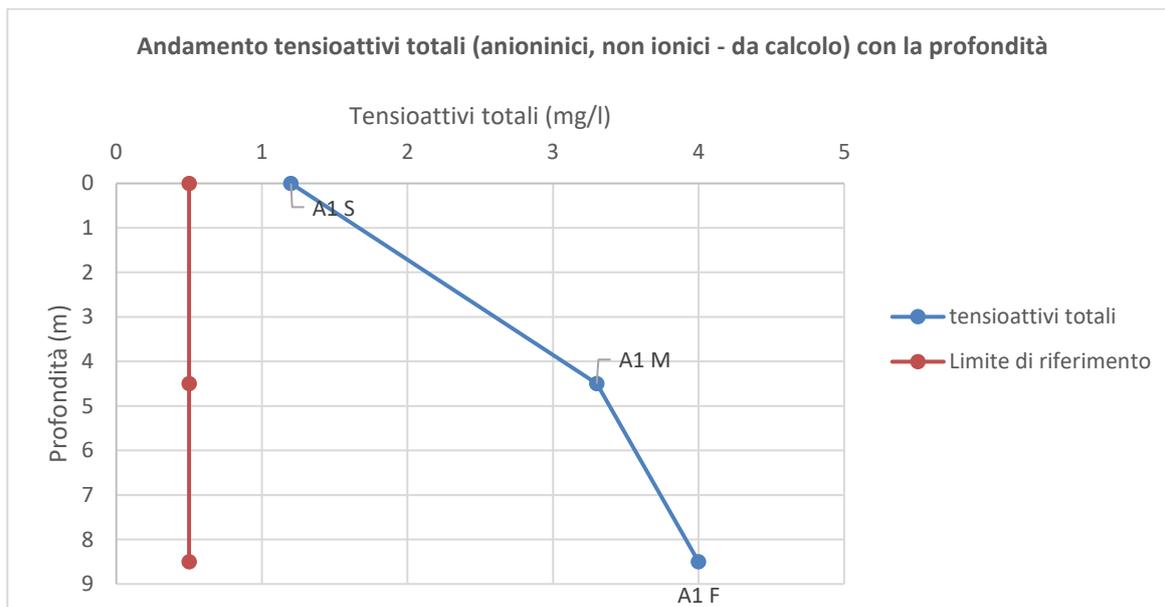
Campione	Descrizione	Valori rilevati	Limite di riferimento
A1 S	Campione di acqua prelevato in superficie	Solidi sospesi totali: valore rilevato 1 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,003 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,3 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 1,2 mg/l	0,5 mg/l



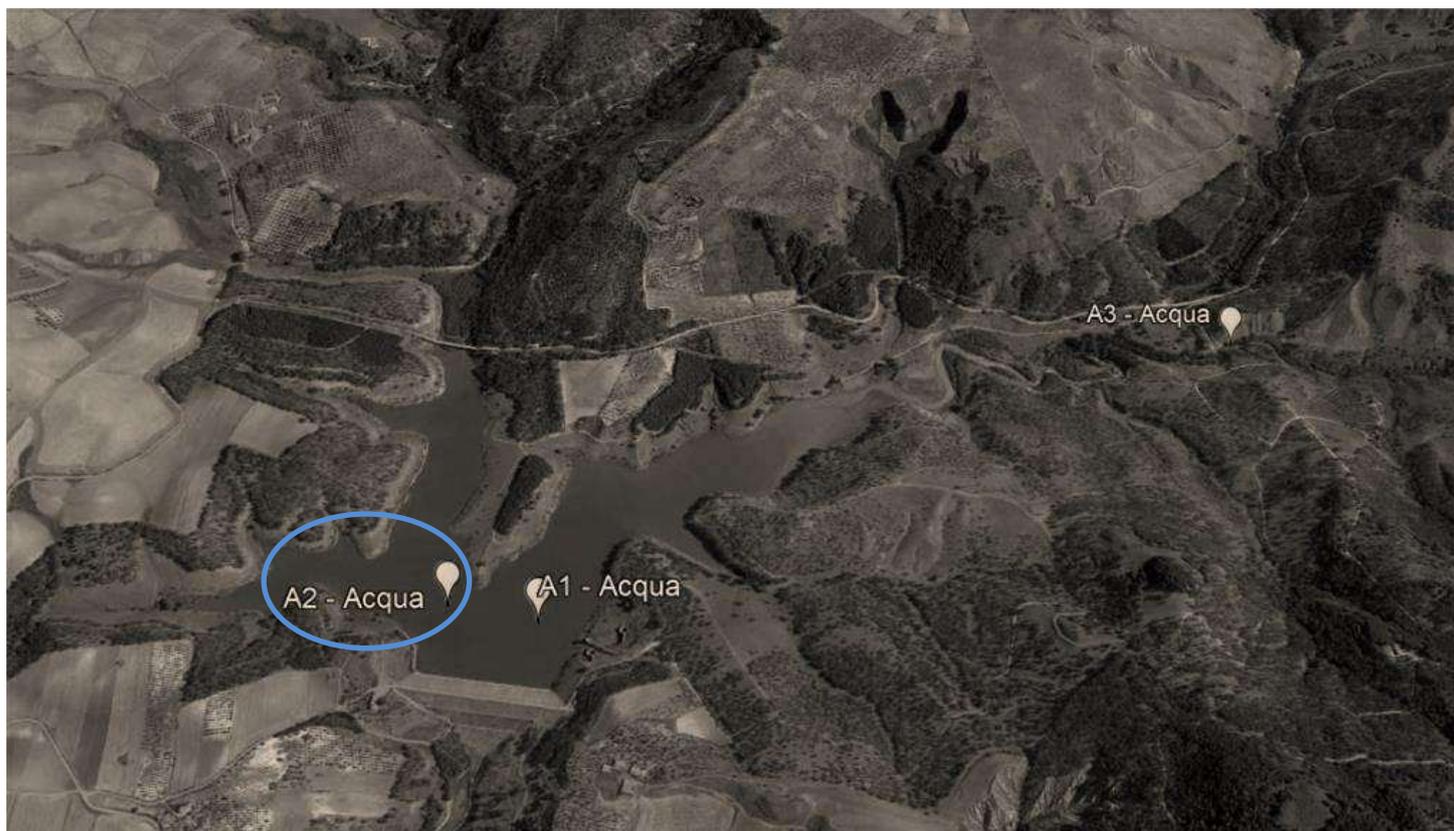
A1 M	Campione di acqua prelevato ad una profondità media di circa 4,5 mt	Solidi sospesi totali: valore rilevato 3 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,005 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,4 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 3,3 mg/l	0,5 mg/l
A1 F	Campione di acqua prelevato quasi alla massima profondità	Solidi sospesi totali: valore rilevato 13 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,35 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,9 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 4 mg/l	0,5 mg/l





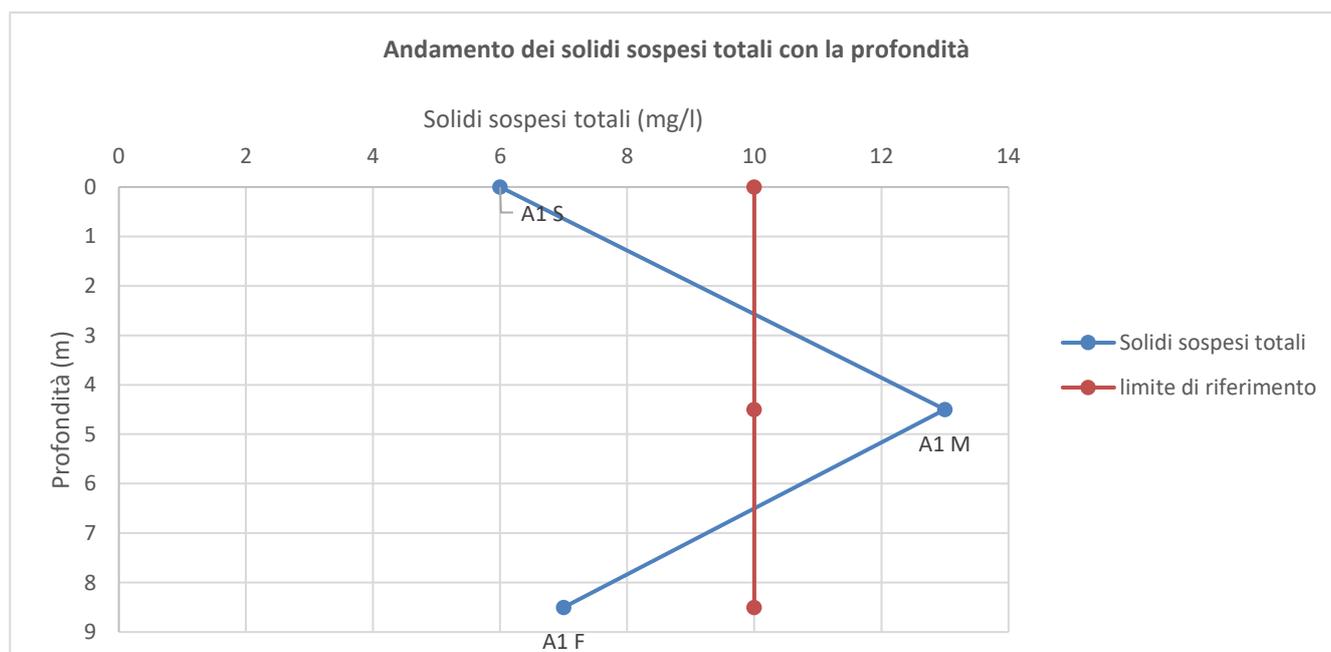


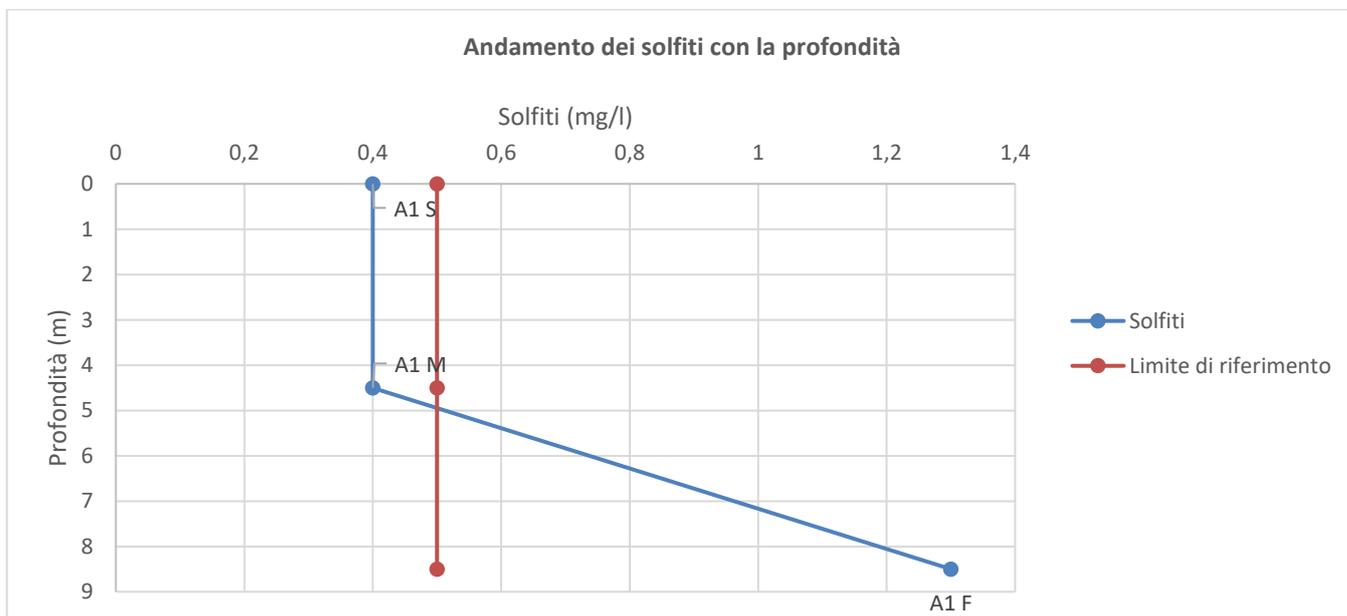
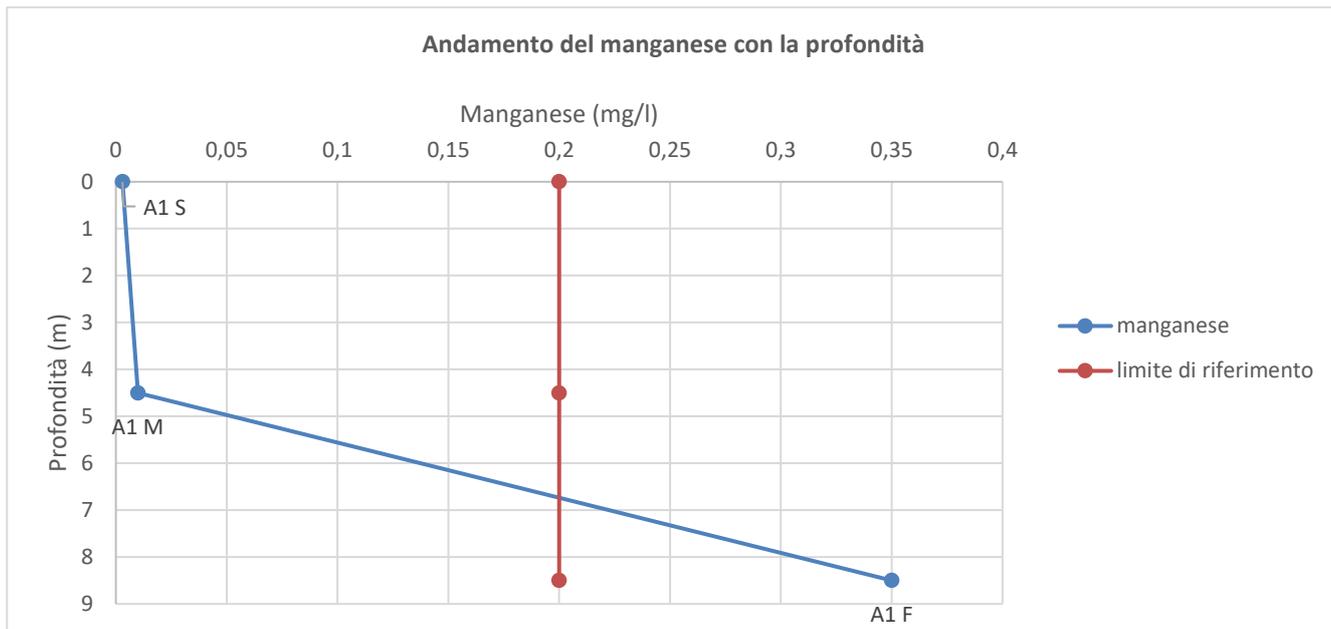
PUNTO DI CAMPIONAMENTO A2

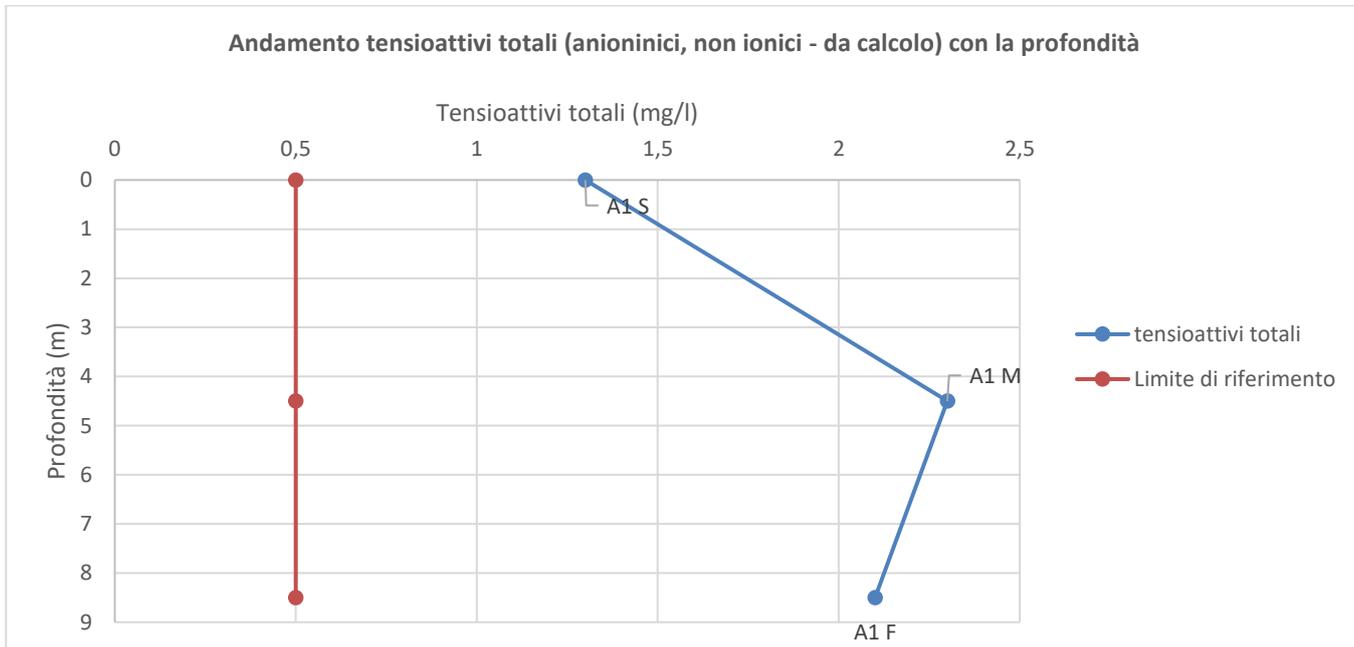




Campione	Descrizione	Valori rilevati	Limite di riferimento
A2 S	Campione di acqua prelevato in superficie	Solidi sospesi totali: valore rilevato 6 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,003 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,4 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 1,3 mg/l	0,5 mg/l
A2 M	Campione di acqua prelevato ad una profondità media di circa 4,5 mt	Solidi sospesi totali: valore rilevato 13 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,01 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,4 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 2,3 mg/l	0,5 mg/l
A2 F	Campione di acqua prelevato quasi alla massima profondità	Solidi sospesi totali: valore rilevato 7 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,35 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 1,3 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 2,1 mg/l	0,5 mg/l





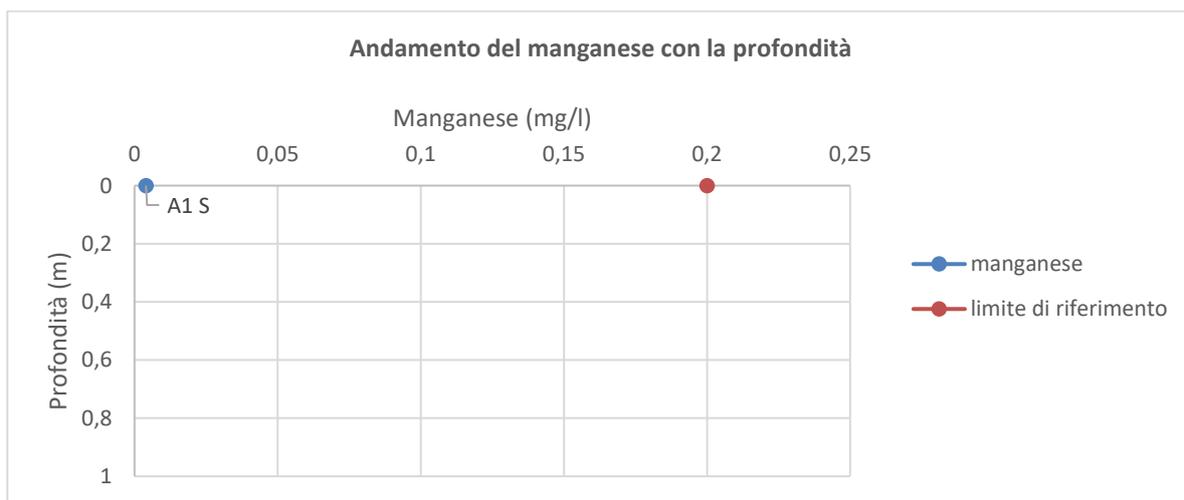
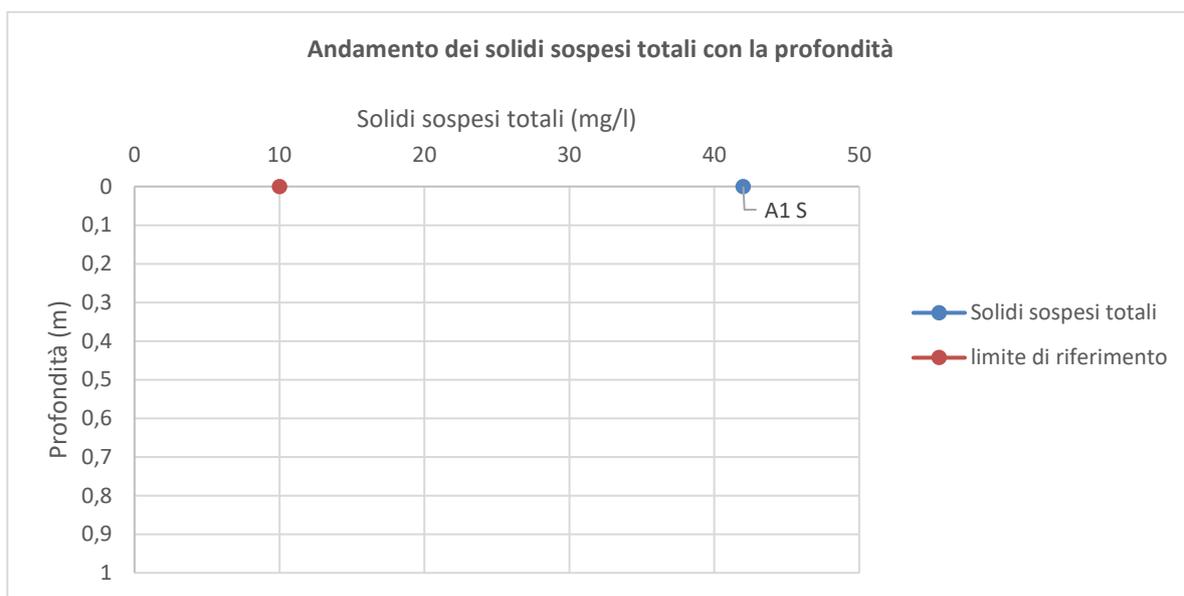


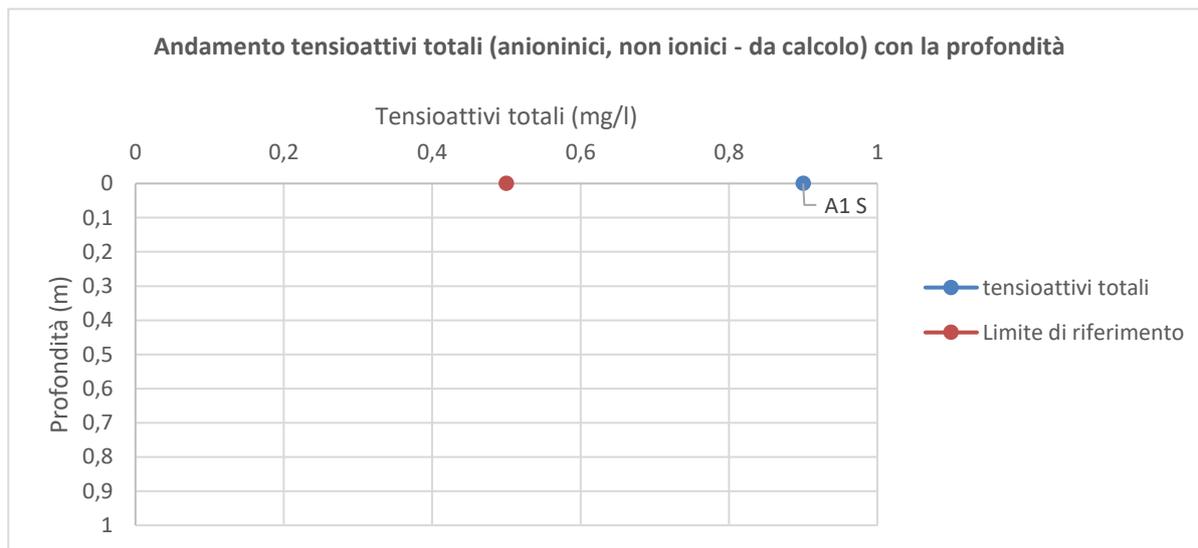
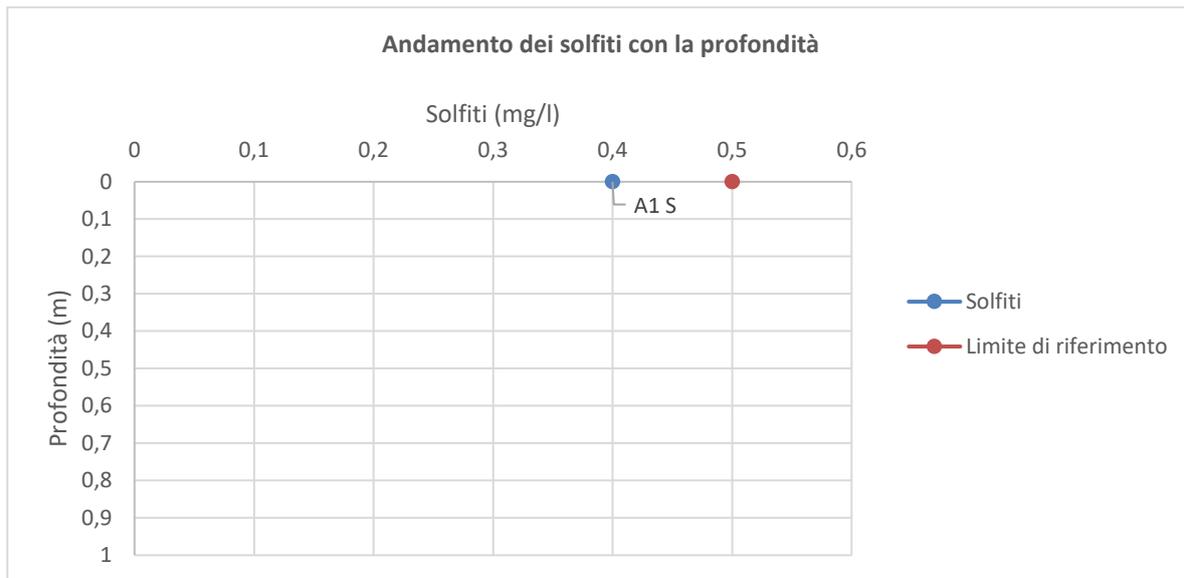
PUNTO DI CAMPIONAMENTO A3





Campione	Descrizione	Valori rilevati	Limite di riferimento
A3	Campione di acqua prelevato in superficie	Solidi sospesi totali: valore rilevato 42 mg/l	10 mg/l
		Manganese: 0,004 mg/l	0,2 mg/l
		Solfiti: 0,4 mg/l	0,5 mg/l
		Tensioattivi totali (anionici, non ionici – da calcolo): 0,9 mg/l	0,5 mg/l





4.3.4.6. Accettazione e validazione dei risultati delle prove da parte di ARPA Sicilia

ARPA Sicilia, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, con nota prot. 0065577/2020 del 30/10/2020 (di seguito riassunta), ha accettato e validato i dati analitici acquisiti con la campagna di campionamento per i sedimenti e le acque dell’invaso ed ha determinato, sulla scorta del confronto dei risultati delle determinazioni analitiche effettuate da ARPA stessa e dal laboratorio privato accreditato incaricato, che:

- tutti i parametri analizzati relativi ai PCB e ai Pesticidi hanno rilevato un valore inferiore al limite di rilevabilità e, pertanto, sono validabili;
- il parametro Mercurio (metalli) ha rilevato un valore inferiore ai limiti di rilevabilità sia per ARPA Sicilia che per il laboratorio privato ad eccezione del valore rilevato in S1, che per il laboratorio

privato è pari a 0,009 mg/kg, valore comunque inferiore al 10% del valore limite tabellare e, pertanto, anche il parametro mercurio è validabile;

- per il parametro arsenico i valori superiori a L2 rilevati da ARPA Sicilia possono rientrare al di sotto di L2 considerando l’incertezza di misura del metodo analitico adottato corrispondente, per l’arsenico, ad un valore che oscilla +/- tra 6,4 mg/kg e 7 mg/kg per cui tali valori possono essere considerati tutti al di sotto del limite L2;
- per l’analisi delle colonne d’acqua (analisi non eseguite da ARPA Sicilia per problemi tecnici) si evince che i superamenti dei tensioattivi (da calcolo) non sono riconducibili a scarichi di acque reflue civili nella diga in quanto inesistenti;
- per quanto riguarda i superamenti del manganese, essi sono riconducibili ai litotipi presenti nel reticolo idrografico di riferimento;
- per quanto riguarda il superamento dei solfiti nei due campioni A1 e A2 prelevati alla massima profondità va specificato che la loro presenza è riconducibile alla riduzione dei solfati nell’ambiente riducente che si trova nei fondali della diga per cui tale superamento è riconducibile a fenomeni naturali e non antropici.

In considerazione di quanto sopra, ARPA Sicilia ha concluso che, sia nei risultati analitici presentati dal richiedente sia in quelli prodotti da ARPA Sicilia stessa, non sono superati i valori dei limiti riportati nella Tabella 2.5 (colonna L2) del decreto 173/2016 e, pertanto, le acque e i sedimenti della diga di Olivo non sono contaminati da fenomeni antropici.

4.3.4.7. Torbidità delle acque di scarico

Il Decreto 30 giugno 2004 richiede che il PGI contenga anche le informazioni relative:

- caratteristiche quantitative e qualitative del materiale solido in sospensione nelle acque normalmente rilasciate nel corpo idrico a valle (art. 3, c. 2.d);
- caratteristiche qualitative e quantitative del materiale solido che si avrebbe in sospensione nel corso d’acqua di valle in occasione di morbidie in assenza dello sbarramento (art. 3, c. 2.e).

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative, considerate le peculiarità del serbatoio della diga di Olivo si ritiene che non vi siano motivi tali da escludere l’assimilazione dei materiali in sospensione nelle acque in ingresso con quelli sedimentati nel serbatoio stesso e che si avrebbero a valle in assenza dello sbarramento.

Al fine, tuttavia, di assumere le richieste informazioni sulle caratteristiche qualitative e quantitative del succitato materiale solido si predisporrà (in fase di monitoraggio delle operazioni programmate nel PGI) una campagna di misure di portata liquida e del trasporto solido in sospensione in una sezione appropriata immediatamente a monte dell’invaso che consenta di stimare i parametri di correlazione tra concentrazione dei solidi sospesi e portata dei corsi d’acqua tributari.

I risultati di tale indagine potranno essere confrontati con una specifica campionatura delle acque defluenti - da svolgere anch’essa in fase di monitoraggio delle operazioni programmate nel PGI – per accertare eventuali variazioni quali-quantitative dei sedimenti in ingresso e in uscita dal serbatoio.

Per le acque rilasciate nel corpo idrico a valle si ritiene opportuno tenere in considerazione quelle defluenti dallo scarico di fondo che, al contrario di quelle sfiorate in occasione di piena dagli scarichi di superficie, hanno effetto sull’interrimento.

Per la valutazione della quantità di materiale solido presente in sospensione nelle acque si fa riferimento al parametro torbidità (espressa in kg/m^3) che, nel caso specifico, dipende non solo dalla portata di deflusso ma anche dalle condizioni che lo determinano (eventi naturali e/o manovre degli scarichi).

In particolare ci si riferisce a due parametri:

- **Torbidità specifica** T (kg/m^3), data dal rapporto tra il valore della portata torbida e il valore della portata liquida, applicabile sia per i deflussi naturali che per quelli derivanti da manovre degli scarichi.
- **Torbidità media** T_0 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{anno}$) che indica il trasporto solido complessivo in un anno relativo a 1 km^2 di bacino sotteso e che, pertanto, è applicabile solo per i deflussi naturali i quali, a seguito di ruscellamento si caricano in sospensione dei materiali asportati.

4.3.4.8. Caratteristiche materiale in sospensione nel deflusso di morbida in assenza del serbatoio

Torbidita’ specifica (T)

Nel bacino idrografico della diga di Olivo non sono presenti stazioni torbiometriche per cui nel presente studio si è fatto riferimento ai dati relativi alla torbidità specifica rilevati nella stazione più prossima che è quella dell’Imera Meridionale a Drasi che ricade all’interno di un bacino molto più ampio contenente anche quello in oggetto.

Dalla consultazione dei dati disponibili emerge che il valore della torbidità specifica presenta valori medi mensili, nel periodo di osservazione, notevolmente variabili - in funzione della corrispondente portata di deflusso (Q) - nell’intervallo $0,2 \div 80 \text{ kg}/\text{m}^3$ e valore medio annuo pari a $9,30 \text{ kg}/\text{m}^3$.

A causa del ridotto numero di osservazioni risulta difficilmente accertabile la correlazione tra torbidità specifica (T) e portata di deflusso (Q) che, tuttavia, risulta simile a quella rilevata su altri corsi d’acqua italiani (oggetto di serie di osservazioni) nei quali la tipologia dei materiali in sospensione è di tipo limo-argilloso come nel caso in esame. Da questi studi, infatti, si rileva che i valori di torbidità specifica più ricorrenti si attestano tra 5 e 7 lasciando ritenere attendibile il valore medio di $6 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Torbidita’ media T_0

Per l’individuazione di questo parametro sono stati utilizzati i dati relativi al sedimento, accertati a seguito delle campagna di indagini descritte in precedenza.

Per la stima del deflusso medio annuo afferente al serbatoio è stato utilizzato il report riportato nel *Rapporto annuale di monitoraggio regionale della siccità e della disponibilità idrica degli invasi* elaborato dal DRAR – Osservatorio delle Acque della regione Siciliana che presenta analiticamente l’andamento delle precipitazioni ragguagliate al bacino sotteso dagli invasi presenti nella regione nel corso degli anni 2016 e 2017, mettendo in evidenza, oltre ai valori assoluti, anche il confronto con la distribuzione di frequenza dei valori per il trentennio 1988-2017.

Per la diga di Olivo viene indicata una precipitazione media annua nel succitato trentennio pari a 597 mm; considerando un coefficiente di deflusso di 0,25 del bacino sotteso allo sbarramento (che ha una superficie di 60 km^2) si ottiene un valore del deflusso medio annuo (D) afferente al serbatoio di ca. 9 Mm^3 .

Si è proceduto, quindi, al calcolo della torbidità media sulla base dei dati di riferimento disponibili:

Superficie bacino sotteso (S)		60,00	km ²
Periodo vita invaso (P)		36,00	anni
Deflusso medio annuo (D)		9,00	Mm ³
Volume interrimento rilevato (V)		1.733.800,00	m ³
Volume interrimento medio annuo (V ₀)	V/P	48.100,00	m ³ *anno
Peso volume secco del sedimento (γ _d)		1,29	t/m ³
Volume interrimento specifico (V _s)	V/(P*S)	802,69	m ³ *km ² *anno
Deflusso torbido specifico medio (DT)	V _s *γ _d	1035,46	t*km ² *anno
Torbidità media (T₀)	DT*S/(D*10³)	6,90	kg/m³

4.3.4.9. Caratteristiche materiale in sospensione nel deflusso di scarico del serbatoio

Nel precedente paragrafo sono stati individuati i valori torbiometrici relativi ai deflussi naturali nei quali l’asportazione del materiale solido si determina per ruscellamento delle acque su terreni relativamente poco acclivi, con un’erosione estesa ma di entità relativamente modesta.

A causa dei diversi meccanismi di attivazione, questi valori non possono essere rappresentativi nel caso di deflusso a seguito delle manovre di scarico; a causa del battente idraulico, infatti, il deflusso stesso risulta forzato e la velocità rilevante per cui il trasporto solido può assumere valori elevati e di difficile verifica senza prove dirette.

Nel caso in esame, in particolare, dati precisi e attendibili sulla quantità del trasporto solido possono ottenersi solo con misure dirette in considerazione anche della particolare situazione dell’opera di presa dello scarico di fondo. In corrispondenza di quest’ultima, infatti, il deposito sedimentario si eleva di diversi metri e si è creato un cono di depressione (grazie al quale ad oggi lo scarico risulta ancora funzionante) che per caratteristiche del sedimento e inclinazione delle pareti non offre garanzie relativamente alla possibilità di crolli improvvisi di sedimenti. Poiché l’asportazione di materiale non avviene solo per graduale erosione ma anche per distacco di intere sezioni di sedimento si potrebbero alternare fasi a trasporto solido limitato con altre con trasporto intenso; è necessario, pertanto, prevedere l’esecuzione di misure dirette prolungate nel tempo, ripetute e con le portate che si prevede di adottare per le operazioni di rilascio a valle.

Queste prove devono essere programmate e preventivamente autorizzate dagli enti e organismi sovraordinati per cui sono state previste nel Piano di Monitoraggio riportato di seguito nel presente documento.

Al fine di articolare tali prove in maniera corretta sono stati presi in considerazione alcuni casi reali di interventi di sfangamento di dighe nei cui serbatoi i materiali sedimentati avevano caratteristiche tipologiche abbastanza vicine a quelle del sedimento in studio. In questi casi (diga di Pontecosì sul fiume Serchio e diga Mignano sul fiume Arda) le operazioni di sfangamento con fluitazione sono state costantemente monitorate per cui sono disponibili i dati relativi della torbidità media rilevata durante le operazioni di sfangamento che, in entrambi i casi, risulta essere stata mediante pari a 20 kg/m³ con punte - per la diga Mignano – di 80 kg/m³ e valori medi normalmente compresi tra 20 e 30 kg/m³.



Ai fini delle successive determinazioni, pertanto, si fisserà un valore medio pari a 20 kg/m³, una concentrazione che, se mantenuta per periodi non molto lunghi, normalmente non grava eccessivamente sull'ecosistema del corso d'acqua recettore. Per quanto in precedenza già indicato, l'accertamento di tale dato dovrà essere assicurato dai monitoraggi che saranno eseguiti nel corso delle operazioni di sfangamento

4.3.4.10. Caratteristiche della fauna ittica

Si fa riferimento ad una specifica pregressa indagine generale e locale dalla quale è emerso quanto segue.

Il tratto di asta fluviale preso in esame è quello che si estende per circa 15 km a valle della diga.

In tale tratto i depositi alluvionali di tipo grossolano, ghiaia e blocchi in prevalenza, si estendono fino a coprire anche l'alveo e le sponde del fiume.

Questo particolare ambiente caratterizzato da acque poco chiare, fondale prevalentemente roccioso, modesta vegetazione fluviale, favorisce certamente lo sviluppo di una fauna ittica di tipo fluvio-lacustre, determinata dalla presenza della carpa, dell'anguilla e del pesce persico.

Qui di seguito vengono descritti i principali caratteri delle specie ittiche presenti nell'habitat.

Carpa

La carpa appartiene alla famiglia dei Ciprinidi, classificata col nome scientifico di *Ciprinus carpio*.

Diffusa nelle acque del fiume, rappresenta un pesce rustico, molto longevo, potendo raggiungere in alcuni ambienti anche l'età di 30 anni. Alcuni esemplari possono raggiungere dimensioni di parecchi decimetri (la taglia massima è di metri 1,3) e il peso di alcuni chilogrammi.

Per quanto riguarda l'habitat, essendo una specie sedimentaria di tipo bentonico, vive in acqua calma, nelle pozze più depresse dell'alveo, tra la vegetazione del fondo. Il range ottimale di temperatura delle acque resta compreso fra i 15÷30°

Le femmine depongono uova in quantità che oscillano fra 150.000 e 200.000 uova/kg di peso.

Il ciclo riproduttivo si verifica nel trimestre maggio-luglio. Per quanto riguarda le abitudini alimentari, può considerarsi un pesce onnivoro, in grado di cibarsi di piante acquatiche, di detriti, ma soprattutto di insetti, vermi e molluschi.

Specie euriterma, è resistente agli sbalzi di temperatura.

Specie auriolina, è resistente alle variazioni di salinità delle acque.

E' un pesce introdotto nell'ambiente in cui vive ed ha interesse quale preda nella pesca sportiva. Nell'ambito della piscicoltura è un pesce adatto al ripopolamento ed allevato può essere destinato al consumo.

Anguilla

L'anguilla appartiene alla famiglia degli Anguillidi, classificata col nome scientifico di *Anguilla anguilla*.

E' un pesce ad ampia valenza ecologica; in condizioni di scarsa concentrazione di ossigeno è in grado di assorbirlo anche attraverso la pelle per respirazione cutanea.

L'areale riproduttivo dell'anguilla europea sarebbe localizzato, secondo lo studioso danese Schmidt, nel mar dei Sargassi; tuttavia non sembra escluso un areale riproduttivo nel Mediterraneo. Pertanto essa appartiene alle specie migratrici sia di tipo anadromico, sia di tipo catadromico, e il processo riproduttivo avviene fuori zona.

In generale alcuni esemplari possono raggiungere la massima dimensione di m 1,5 e il peso fino a 10 kg. Per quanto riguarda l'habitat, inoltre, l'anguilla è una specie bentonica che vive nei corsi d'acqua sul fondo.



Il range ottimale di temperatura delle acque resta compreso fra 5÷25°. Le femmine depongono fino a 5.000.000 di uova a profondità anche elevate. Le larve, chiamate leptocefali, compiono una migrazione inversa a quella dei genitori andando a colonizzare le acque dei fiumi.

Per quanto riguarda le abitudini alimentari, può considerarsi un pesce onnivoro, in grado di cibarsi di plancton, di erbe acquatiche, di detriti.

Sul piano sportivo non desta particolare interesse.

Pesce persico

Il pesce persico appartiene alla famiglia dei *Percidi* e viene classificata col nome scientifico di *Perca fluviatilis*.

Questa specie, dapprima diffusa nelle regioni settentrionali italiane, venne successivamente introdotta con buoni risultati anche nelle regioni meridionali e nelle isole. In ambienti non inquinanti vive anche in Sicilia nei maggiori corsi d'acqua.

Il pesce persico raggiunge una taglia di circa 50 cm ed il suo peso può arrivare a kg 3,5.

Appartiene ad una specie sedimentaria che si diffonde in acque calme dei fiumi.

Il range ottimale di temperatura delle acque in cui vive oscilla, in genere, fra i 10÷20°. La femmina depone circa 100.000 uova/kg di peso in lunghi nastri gelatinosi che aderiscono alla vegetazione sommersa.

Il ciclo riproduttivo resta compreso nel quadrimestre marzo-giugno.

Per quanto riguarda le abitudini alimentari, il pesce persico, può considerarsi una specie ittiofaga, in grado di cibarsi di alti pesci.

È una specie euriterma, in grado di sopportare variazioni di temperatura delle acque.

Dal punto di vista ecologico, la specie tende a rarefarsi.

Rilevante è l'interesse anche nell'ambito della pesca sportiva. Sul mercato rappresenta una specie d'interesse commerciale.



4.4.STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE DELL’INVASO

4.4.1 Acque d’invaso

La definizione di stato di qualità ambientale dell’invaso è stata fatta sulla base dei criteri indicati dal D.Lgs. 03 aprile 2006 n°152 e s.m.i. “Norme in materia ambientale” che fonda tale definizione sulle analisi chimiche delle acque interessate. In particolare tale normativa fornisce due griglie di classificazione, rispettivamente per lo stato ecologico e per lo stato ambientale (tabelle 11 e 12 della legge citata), che vengono riportate di seguito.

PARAMETRO	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Trasparenza (m) (valore minimo annuo)	> 5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimnico (% di saturazione) Valore minimo annuo misurato nel periodo di massima stratificazione)	> 80%	≤ 80%	≤ 60%	≤ 40%	≤ 20%
Clorofilla “a” (µg/L) (valore massimo annuo)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale P (µg/L) (valore massimo annuo)	< 10	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100

Tab. 11 - Stato ecologico dei laghi

Dalle analisi eseguite (riportate in allegato al presente studio) e precedentemente descritte è risultato quanto segue:

- Macrodescrittori relativi alla classificazione ecologica

PARAMETRO	U. di M.	da	a	CLASSE
Trasparenza “TRSP”	m	0,9	1,6	4
Ossigeno ipolimnio	%	69,8	90,5	2
Clorofilla “a”	µg/l	149,81	65,85	5
Fosforo totale	µg/l	<0,5	1	1

La clorofilla è stata determinata da una semplice relazione empirica con la trasparenza, in condizioni approssimate di saturazione ottica da clorofilla:

$$TRSP = 30/a^{(0,7)} \text{ (intervallo approssimato di validità: a da } 0,2 \text{ a } 300 \text{ mg/m}^3 \text{ (µg/L); TRSP da } 48 \text{ a } 0,3 \text{ m).}$$

In base ai risultati dei parametri che influenzano l’attribuzione dello stato ecologico, può essere attribuita la Classe 3.

• Inquinanti

Nei campioni analizzati non sono stati rilevati valori oltre soglia relativi a sostanze oleose, triometani, solventi organici aromatici e azotati, solventi clorurati, insetticidi organofosforati e organoclorurati, idrocarburi policiclici aromatici, fenoli e clorofenoli e escherichia coli. Sono stati, invece, riscontrati valori leggermente sopra soglia per i tensioattivi totali (anionici e non ionici) e, per due campioni, per il manganese.

Concentrazione inquinanti	Stato ecologico				
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<= valore soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> valore soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Tab. 12 - Stato ambientale dei laghi

Dato che la concentrazione degli inquinanti è risulta nella stragrande maggioranza sotto soglia, la griglia della sopra indicata tabella 12 indica che il lago in esame può essere classificato a stato ambientale buono.

4.4.2 Materiale di sedimentazione

Caratteristiche volumetriche

I risultati ottenuti dalle indagini batimetriche e dalla loro elaborazioni sono riportate nel seguente quadro sinottico:

Superficie bacino sotteso (S)		60,00	km ²
Periodo vita invaso (P)		36,00	anni
Deflusso medio annuo (D)		9,00	Mm ³
Volume interrimento rilevato (V)		1.733.800,00	m ³
Volume interrimento medio annuo (V ₀)	V/P	48.100,00	m ³ *anno
Peso volume secco del sedimento (γ _d)		1,29	t/m ³
Volume interrimento specifico (V _s)	V/(P*S)	802,69	m ³ *km ² *anno
Deflusso torbido specifico medio (DT)	Vs*γ _d	1035,46	t*km ² *anno
Torbidità media (T₀)	DT*S/(D*10³)	6,90	kg/m³

Caratteristiche fisico-chimiche

I risultati delle analisi eseguite per l'individuazione delle caratteristiche fisico-chimiche e degli inquinanti dei sedimenti sono riportati al precedente paragrafo 4.3.3.3..



4.4.3 Ulteriori informazioni

Il materiale d'interrimento di un lago è normalmente prodotto dal dilavamento superficiale delle particelle più fini dei terreni del bacino imbrifero sotteso dal lago stesso.

Generalmente il materiale sedimentario risulta di caratteristiche fisiche e pedoagronomiche anche notevolmente diverse dal materiale d'origine, in quanto varia la composizione granulometrica e ancora più sostanzialmente il suo profilo stratigrafico, nel senso che da suoli poco evoluti, costituiti sostanzialmente dal substrato pedogenetico con scarso ricoprimento terroso, possono derivare orizzonti sedimentari di notevole spessore. Esso tuttavia mantiene in genere le caratteristiche chimiche del materiale d'origine, in quanto non vi è sostanziale variazione degli elementi costitutivi, ma eventualmente solo arricchimento o impoverimento di alcuni elementi.

La provenienza e le caratteristiche generali del sedimento sono quindi in generale ben note, ma le analisi eseguite sui sedimenti possono evidenziare l'eventuale presenza di fattori particolari, sia fisici, come dissesti o frane, sia chimici, come apporto di inquinanti, che possono alterare sia l'entità sia le caratteristiche del sedimento stesso.

Per individuare questi fattori di disturbo nel normale processo di dilavamento del suolo, si è anzitutto analizzata la situazione generale del bacino sotteso.

Tenuto conto delle proprietà generali di detto bacino si può ritenere che le caratteristiche del sedimento, come evidenziato dalle analisi eseguite, portano ad escludere fattori anomali circa la provenienza del sedimento stesso.

Tali caratteristiche, infatti, denotano nel complesso: un trasporto solido di una certa entità e una notevole omogeneità delle proprietà fisiche e chimiche, tutti aspetti in concordanza con le proprietà dei terreni del bacino imbrifero.

Si può quindi concludere che il materiale d'interrimento del serbatoio proviene direttamente dal bacino di monte, in assenza di fattori anomali che possono influire sul processo del normale dilavamento.

La riscontrata assenza di inquinanti in misura anomala fa escludere qualsiasi attività antropica che determini inquinamento. Resta evidentemente l'attività agraria, che specialmente con l'aratura concorre a favorire l'erosione del terreno.

Mancano, comunque, tracce apprezzabili di pesticidi.

4.4.4 Elenco Comuni rivieraschi

A valle dello sbarramento, fino alla confluenza con il Fiume Imera Meridionale e al confine con l'invaso i Comuni rivieraschi interessati sono i seguenti:

- Piazza Armerina
- Barrafranca
- Mazzarino
- Pietraperzia
- Riesi



5. ALLEGATI

Si allega al presente progetto la seguente documentazione:

- Allegato 1 – Rilievo batimetrico 2013
- Allegato 2 – Rilievo batimetrico 2018
- Allegato 3 – Rilievo batimetrico 2020
- Allegato 4 – Piano campionamento sedimenti e acque invaso – Maggio 2020
- Allegato 5 – Parere ARTA di approvazione del piano di campionamento
- Allegato 6 – Relazione sui risultati della campagna di campionamento inviata ad ARPA
- Allegato 7 – Relazione ARPA di validazione dei dati analitici
- Allegato 8 – Chiarimenti in risposta a nota ARPA
- Allegato 9 – Rilievo batimetrico 2021