

RISCAPE

Paesaggi a rischio. Il progetto di paesaggio nei territori vulnerabili

Master di II livello

a.a. 2021/2022

Dighe di Acerenza e Genzano

Candidati

Ing. Raffaele Antropoli

Dott.ssa Sabrina Carpentino

Dott. Geol. Antonio Cefali

Arch. Maddalena Verrillo



dipartimento di architettura
università degli studi di napoli federico II
scuola politecnica e delle scienze di base



Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Meridionale





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II



DIARC
dipartimento di architettura
università degli studi di napoli federico II
scuola politecnica e delle scienze di base



R I S C A P E

PAESAGGI A RISCHIO. IL PROGETTO DI PAESACCIO NEI TERRITORI VULNERABILI

Master II livello aa 2021-2022

DIGHE DI ACERENZA E GENZANO

ing. Raffaele ANTROPOLI, dott.ssa Sabrina CARPENTINO

dott. geol. Antonio CEFALÌ, arch. Maddalena VERRILLO

Corpo Docenti

prof. arch. Jordi BELLMUNT
prof. arch. Emma BUONDOMMO
prof. geol. Domenico CALCATERRA
dott.sa geol. Vera CORBELLI
prof. arch. Isotta CORTESI
prof. agr. Massimo FAGNANO
prof. arch. Dora FRANCESE
prof. arch. Carlo GASPARRINI
prof. biol. Giulia MAISTO
prof. arch. Bianca Gioia MARINO
prof. arch. Lilia PAGANO
prof. arch. Alessandra PAGLIANO
prof. arch. Marialuce STANGANELLI
prof. arch. Massimo VISONE
prof. arch. Giulio ZUCCARO

Relatore

prof. arch. Pasquale MIANO

Tutor

ing. Giuseppe Maria GRIMALDI



*Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Meridionale*



MINISTERO
DELLA
CULTURA



PREMESSA

Nell'ambito della seconda edizione del Master di II Livello "*RISCAPE – Paesaggi a rischio. Il progetto di paesaggio nei territori vulnerabili*", realizzato dal DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DIARC) dell'UNIVERSITÀ FEDERICO II DI NAPOLI, in collaborazione con l'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE, l'ENTE PARCO DEL VESUVIO, la SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO PER IL COMUNE DI NAPOLI e il CENTRO STUDI PLINUS, il gruppo di lavoro, all'interno del tirocinio svolto presso l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, si è occupato della riqualificazione e messa in sicurezza delle aree interferenti con le dighe di Acerenza e Genzano.

Con il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali di cui alla ex L.183/89 e istituite le Autorità di Bacino. Il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici. In particolare quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri – Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise. Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente. Con il D.P.C.M. del 04 aprile 2018 - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela qualitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (<https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ente>).

Al fine di analizzare lo stato dei luoghi, in questo lavoro, si è fatto riferimento agli studi condotti dalla

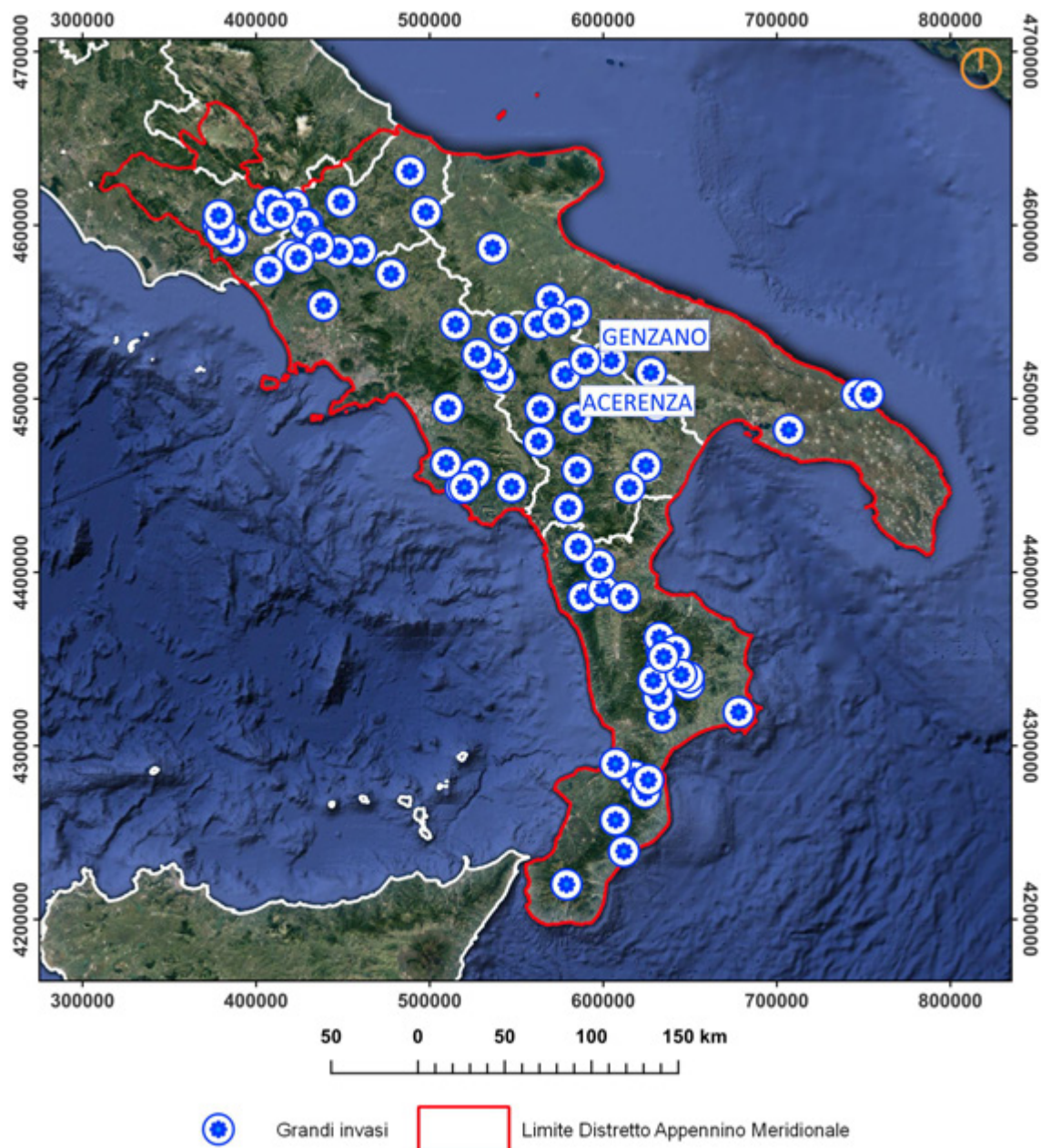


Figura 1: Area di interesse dell'AdB e ubicazione delle grandi dighe.

struttura tecnica del COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO (art. 1, comma 154, L. 145 del 30 dicembre 2018):

1. per la *Valutazione di Vulnerabilità Sismica* del corpo diga di Acerenza e delle relative opere accessorie;
2. per la *Valutazione di Vulnerabilità Sismica* del corpo diga di Genzano e delle relative opere accessorie;

3. per la redazione del *Progetto di Fattibilità Tecnico Economica* e del *Progetto Definitivo* per l'abbattimento e ricostruzione della casa di guardia della diga di Acerenza;
4. per la redazione del *Progetto di Fattibilità Tecnico Economica* e del *Progetto Definitivo* per l'abbattimento e ricostruzione della casa di guardia della diga di Genzano;
5. per la redazione del *Progetto di Fattibilità Tecnico Economica* e del *Progetto Definitivo* per l'efficientamento dell'adduttore Acerenza – Genzano.

Si è inoltre consultato l'ampia documentazione presente presso la struttura del COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO relativa all'*Analisi Storico Critica* condotta a supporto di tali studi.

Nella figura 1 viene mostrata l'ubicazione delle grandi dighe all'interno del territorio dell'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE.

Nel presente studio l'analisi dei rischi e delle differenti problematiche è stata condotta su tutta l'area di interesse, mentre per la disamina degli interventi il lavoro svolto si è concentrato sulla diga di Acerenza.

INDICE

1	Introduzione	1
1.1	Gestione delle dighe di Acerenza e di Genzano	1
1.1.1	L'Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania ed Irpinia	1
1.1.2	Il Commissario Straordinario di Governo	2
1.1.3	I sistemi idrici di competenza E.I.P.L.I.	2
1.2	Inquadramento normativo e tecnico	5
1.2.1	Inquadramento normativo	5
1.2.2	Definizioni	6
1.2.3	Normativa di riferimento	7
1.2.4	Gli invasi sperimentali	9
2	Il Sistema dighe di Acerenza e Genzano	11
2.1	Analisi storica	11
2.2	Diga di Acerenza	15
2.3	Diga di Genzano	18
2.4	Adduttore Acerenza – Genzano	21
3	Inquadramento	23
3.1	Inquadramento territoriale	23
3.2	Uso del suolo	23
3.3	Geologia dell'area	24
4	Analisi del rischio	33
4.1	Rischio da frana	33
4.2	Rischio da alluvioni	37
4.3	Rischio sismico	41

9.3.4	Caratteristiche di applicabilità dell'opera	93
9.3.5	Voce di capitolato	94
9.3.6	Materiali impiegati	95
9.3.7	Schema costruttivo	95
9.3.8	Verifiche generali	97
9.4	Sfioratore ausiliario – Pali e paratie	98
9.4.1	Le paratie	99
9.4.2	Elementi delle paratie	99
9.4.3	Il calcolo delle paratie	100
9.4.4	Metodi basati sull'equilibrio limite	100
9.4.5	Cenni sui metodi numerici	100
9.4.6	Aspetti progettuali e costruttivi delle paratie di pali	102
9.4.7	Monitoraggio delle opere	103
	Bibliografia	105

CAPITOLO N. 1

INTRODUZIONE

1.1 Gestione delle dighe di Acerenza e di Genzano

1.1.1 L'Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania ed Irpinia

Nel 1947, con Decreto del Capo Provvisorio dello Stato n. 281 del 18 marzo 1947 e s.m.i.n, viene istituito e successivamente confermato con D.P.R. n. 666 del 16 luglio 1977, l'ENTE PER LO SVILUPPO DELL'IRRIGAZIONE E LA TRASFORMAZIONE FONDIARIA IN PUGLIA, LUCANIA ED IRPINIA (E.I.P.L.I.) che nel 1947, con il D.P.R. del 18 aprile 1979, diverrà gestore delle grandi opere idrauliche per il territorio di competenza, che comprende tutta la regione Basilicata, la Puglia e l'area dell'Irpinia.

A seguito del trasferimento alle Regioni delle materie "irrigazione e trasformazione fondiaria", con il sopracitato D.P.R. del 18 aprile 1979 sono state assegnate all'Ente le seguenti funzioni residue:

1. Progettazione ed esecuzione delle opere idrauliche di seconda categoria relative ai bacini interregionali;
2. Esercizio e manutenzione delle opere di propria competenza;
3. Studi e ricerche connessi con le funzioni residue di cui ai precedenti punti.

Con Decreto del Ministro Agricoltura e Forestale n. 12197 del 31 agosto 1979, sono stati sciolti gli Organi di Amministrazione dell'Ente. L'ultimo Presidente del CDA dell'E.I.P.L.I. è stato il dott. Paolo Spoti fino al 1979. Dal 1979 in poi l'Ente è stato gestito da diversi Commissari.

Con Decreto Legge n. 201 del 06 dicembre 2011, così come convertito in legge n. 214 del 22 dicembre 2011, successivamente modificato ed integrato, l'Ente è soppresso e posto in liquidazione. L'art. 21, comma 10 e 11, del predetto D.L., dispone che fino all'adozione delle misure di trasferimento di che trattasi, la gestione liquidatoria dell'Ente mantiene i poteri necessari ad assicurare il regolare esercizio delle funzioni dell'Ente anche nei confronti dei terzi (<https://eipli.it/ente-irrigazione/>).

Ai sensi dell'art.21, com. 11 del D. Lgs. 06 dicembre 2011, n. 201, convertito con modificazioni dalla Legge 24 dicembre 2011, n. 2014, l'Ente viene gestito da Commissari Liquidatori.

1.1.2 Il Commissario Straordinario di Governo

Al fine di ottemperare a quanto prescritto dalle norme vigenti (D.M. 26 giugno 2014; Circolare D.G. Dighe del 26 luglio 2018, n. 17281 e revisione n.1 del 03 luglio 2019 n. 16790) il 30 dicembre 2018 il COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO (art. 1, comma 154, L. 145 del 30 dicembre 2018), nella persona del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, è stato incaricato per l'efficientamento del sistema dighe (Diga di Conza, Diga di Saetta, Diga del Camastra, Diga di Acerenza, Diga di Genzano, Diga di Serra del Corvo, Adduttore Acerenza-Genzano, Diga del Pertusillo, Diga di Monte Cotugno) ricadenti nell'area ex EIPLI (Puglia, Lucania e Basilicata).

Il 29 maggio 2019 è avvenuto il passaggio di consegne tra il Commissario Liquidatore di E.I.P.L.I. e il COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO. Successivamente, il 30 settembre 2019, è stato siglato un accordo tra il Commissario Straordinario di Governo e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale Dighe per la “Definizione degli interventi per l'incremento della sicurezza delle dighe di Acerenza, Pertusillo, Camastra, Genzano, Saetta, Serra del Corvo, Conza, in attuazione delle Delibere CIPE n. 54/2016 e n. 12/2018”.

Le attività comprendono: gli studi di rivalutazione sismica degli sbarramenti e delle relative opere accessorie; la progettazione di adeguamento/miglioramento sismico conseguente agli studi; l'esecuzione degli interventi di adeguamento/miglioramento sismico delle opere accessorie; gli interventi per l'efficientamento dei singoli invasi.

1.1.3 I sistemi idrici di competenza E.I.P.L.I.

L'E.I.P.L.I. ha in gran parte realizzato, e gestisce, tre grandi schemi idrici denominati Alto Ofanto, Basento – Bradano e Ionico – Sinni, a cui si aggiunge un quarto schema, molto più limitato degli altri tre, costituito dalle sorgenti del Tara.

Tali schemi, originariamente nati per l'agricoltura, hanno sempre più assunto carattere di sistema idrico ad usi plurimi (potabile, irriguo, industriale ed energetico), pur permanendo la prevalenza d'uso in agricoltura. Inoltre le infrastrutture gestite da EIPLI sono state interconnesse con le infrastrutture idriche gestite dagli altri Enti che operano nei diversi segmenti del servizio idrico, per diversi usi, soprattutto in Puglia e Basilicata.

Lo schema idrico dell'Alto Ofanto, con la sua asta principale segna nel primo tratto il confine tra Basilicata e Campania e nel secondo tratto quello tra Basilicata e Puglia. Il bacino si estende per circa 3'000 km², di cui circa 1'300 km² ricadono in territorio lucano. Lo Schema idrico è costituito da cinque invasi, di cui due in Campania (Conza ed Osento), due in Puglia (Marana Capacciotti e Locone) ed uno in Basilicata (Rendina).

La funzionalità dell'intero schema è regolata dalla Traversa di Santa Venere realizzata sull'asta principale del fiume, in località Rocchetta Sant'Antonio. Dalla Traversa Santa Venere, tramite un sistema di adduzione ed un tripartitore, le acque intercettate vengono convogliate verso l'invaso del Rendina in Basilicata e gli invasi del Locone e Marana Capacciotti in Puglia. Nell'alto bacino dell'Ofanto è, inoltre, presente sul territorio della Basilicata la Diga di Sietta (<https://eipli.it/schema-idrico-ofanto/>).

Le opere costituenti lo schema dell'Alto Ofanto (figura 1.1), gestite dall'E.I.P.L.I., sono le seguenti:

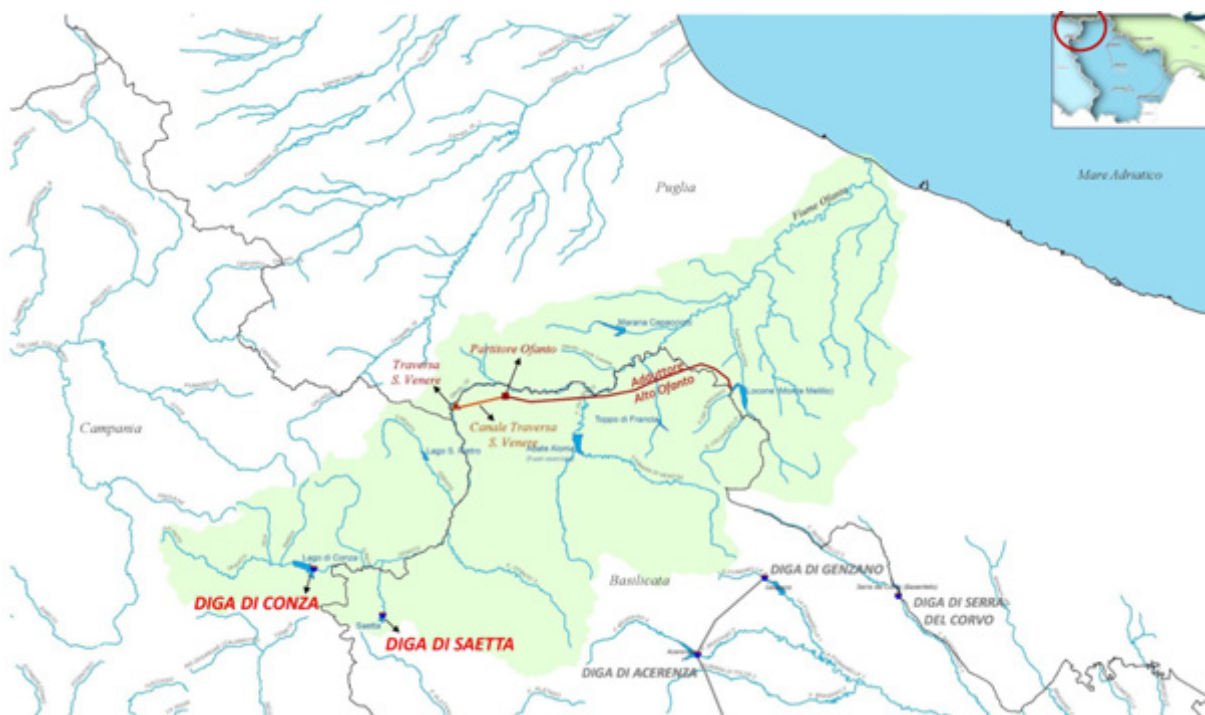


Figura 1.1: Schema idrico Alto - Ofanto.

1. Diga di Conza della Campania
2. Diga di Sietta
3. Adduttore Ofanto

Lo schema del Basento – Bradano utilizza le risorse invase nelle dighe di Camastra, Acerenza e Genzano, nonché le fluenze del fiume Basento intercettate tramite traversa a Trivigno, oltre alle acque invase alla diga del Basentello (<https://eipli.it/schema-idrico-basento-bradano/>).

Le opere costituenti lo schema Basento – Bradano (figura 1.2), gestite dall'E.I.P.L.I., sono le seguenti:

1. Diga di Camastra
2. Traversa di Trivigno
3. Diga di Acerenza



Figura 1.2: Schema idrico Basento - Bradano.

4. Diga di Genzano
5. Diga di Serra del Corvo (Basentello)
6. Adduttore Trivigno - Acerenza
7. Adduttore Acerenza - Genzano

Lo schema idrico Ionico – Sinni assicura l'alimentazione idrica a uso plurimo a un vasto territorio, comprendente l'arco jonico della Basilicata e della Puglia, il Salento e parte dell'area nord-orientale della Calabria (area di Castrovillari); fanno parte dello schema l'invaso di Monte Cotugno sul fiume Sinni, le traverse del Sarmento (affluente del Sinni), dell'Agri e del Sauro, e l'invaso del Pertusillo sul fiume Agri (<https://eipli.it/schema-idrico-ionico-sinni/>).

Le opere costituenti lo schema idrico Ionico – Sinni (figura 1.3), gestite dall'E.I.P.L.I., sono le seguenti:

1. Diga di Monte Cotugno
2. Traversa Sarmento
3. Traversa Agri
4. Traversa Sauro
5. Adduttore del Sinni
6. Adduttore Ginosa - Invaso di San Giuliano

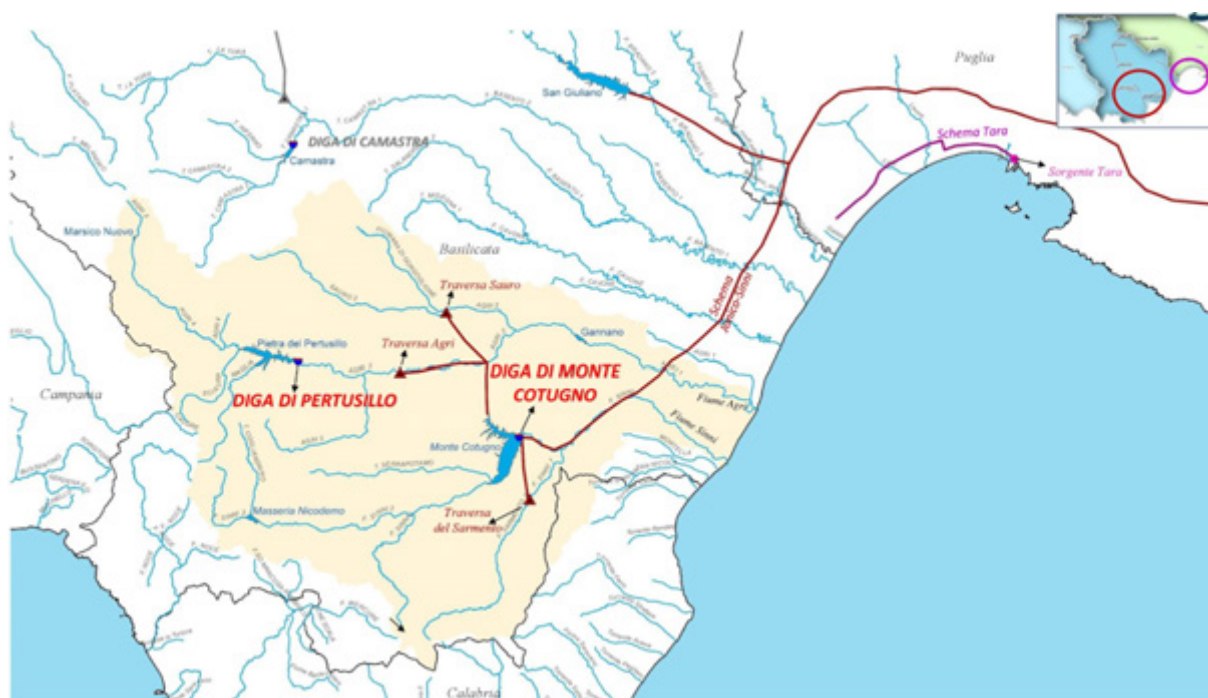


Figura 1.3: Schema idrico Ionico - Sinni e Tara.

7. Adduttore Sarmento - Sinni
8. Adduttore Sauro - Agri
9. Adduttore Agri - Sinni Canale destra Agri
10. Diga del Pertusillo

1.2 Inquadramento normativo e tecnico

1.2.1 Inquadramento normativo

Le dighe di Acerenza e Genzano, rientrano, per come definito dalla normativa vigente, nel novero delle così dette grandi dighe. La Legge 21 ottobre 1994, n. 584 prevede che (<https://www.dighe.eu/>):

1. rientrino nella competenza dello Stato (e dunque del Servizio Nazionale Dighe, oggi Direzione Dighe del M.I.T.) “*le opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse che superano 15 metri di altezza o che determinano un volume di invaso superiore a 1.000.000 di metri cubi*” – c.d. “*grandi dighe*”;
2. rientrano nella competenza delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano “*gli sbarramenti che non superano i 15 metri di altezza e che determinano un invaso non superiore a 1'000'000 di metri cubi*” – c.d. “*piccole dighe*”.

La Legge 21 ottobre 1994, n. 584, e ancor meglio la successiva Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806, hanno introdotto le seguenti definizioni di “*altezza*” della diga e di “*volume di invaso*”:

1. con il termine di “*altezza*” si intende la differenza tra la quota del piano di coronamento, ovvero del ciglio più elevato di sfioro nel caso di traverse prive di coronamento, e quella del punto più depresso dei paramenti da individuare su una delle due linee di intersezione tra paramenti e piano di campagna;
2. con il termine “*volume di invaso*” si intende la capacità del serbatoio compresa tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie (quota di massima regolazione), e la quota del punto più depresso del paramento di monte da individuare sulla linea di intersezione tra detto paramento e piano di campagna.

In funzione della classificazione adottata dalla Normativa Tecnica Dighe (NTD14 – D.M. 26 giugno 2014), le dighe di Acerenza e di Genzano rientrano tra le dighe materiali sciolti di terra e/o pietrame con struttura di ritenuta interna.

1.2.2 Definizioni

Da un punto di vista tecnico bisogna definire le seguenti caratteristiche tecniche di una diga (<https://dgdighe.mit.gov.it/categoria/articolo>) schematizzate nella figura 1.4.:

1. *Altezza della diga*: è la differenza tra la quota del piano di coronamento e quella del punto più depresso dei paramenti;
2. *Quota di massimo invaso*: è la quota massima a cui può giungere il livello dell'acqua dell'invaso ove si verifichi il più gravoso evento di piena previsto, escluso la sopraelevazione da moto ondosio;
3. *Quota massima di regolazione*: è la quota del livello d'acqua al quale ha inizio, automaticamente, lo sfioro degli appositi dispositivi;
4. *Altezza di massima ritenuta*: è il dislivello tra la quota di massimo invaso e quella del punto più depresso dell'alveo naturale in corrispondenza del parametro di monte;
5. *Franco*: Dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso;
6. *Franco netto*: dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso, aggiunta a questa la semiampiezza della massima onda prevedibile nel serbatoio.
7. *Volume totale di invaso*: capacità del serbatoio compresa tra la quota di massimo invaso e la quota minima di fondazione; per le traverse fluviali è il volume compreso tra il profilo di rigurgito più elevato, indotto dalla traversa, ed il profilo di magra del corso d'acqua sbarrato;
8. *Volume utile di regolazione*: quello compreso fra la quota massima di regolazione e la quota minima del livello d'acqua alla quale può essere derivata, per l'utilizzazione prevista, l'acqua invasata;

9. *Volume di laminazione*: quello compreso fra la quota di massimo invaso e la quota massima di regolazione ovvero, per i serbatoi specifici per laminazione delle piene, tra la quota di massimo invaso e la quota della soglia inferiore dei dispositivi di scarico;
10. *Volume di invaso*: Il volume d'invaso è pari alla capacità del serbatoio compreso tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi o della sommità delle eventuali paratoie e la quota del punto più depresso del paramento di monte.

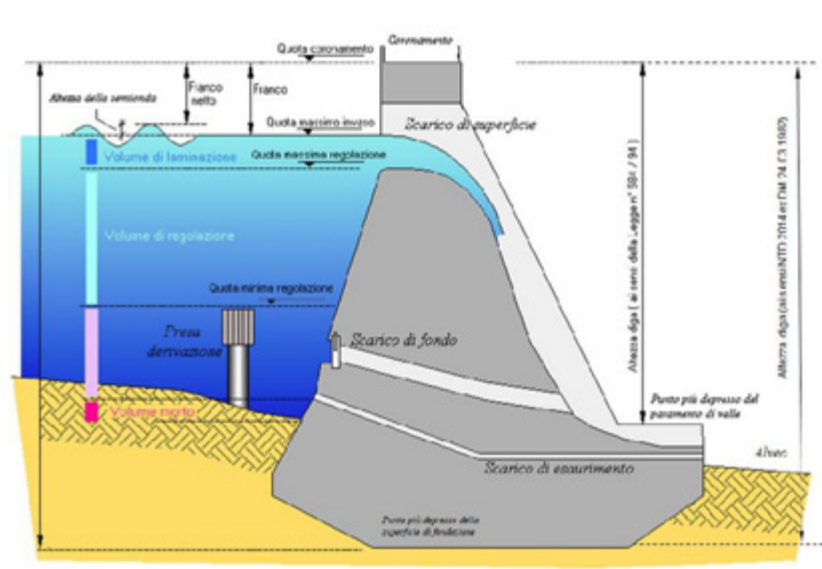


Figura 1.4: Definizioni e caratteristiche di un corpo diga.

1.2.3 Normativa di riferimento

Molteplici sono le norme che regolano la costruzione e la gestione di una diga. qui di seguito se ne riporta una breve elenco delle più importanti tra quelle di diretto interesse e quelle generali:

1. Normativa Dighe

- 1.1. **D.M. 26 giugno 2014 (NTD14)** - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta;
- 1.2. **Circolare D.G. Dighe del 06 aprile 2016, n. 7581** - Verifiche di sicurezza sismica degli scarichi e delle opere accessorie e complementari - Riferimenti per l'istruttoria;
- 1.3. **Circolare D.G. Dighe del 27 settembre 2017, n. 21530** - Linee guida per la redazione e le istruttorie degli studi sismotettonici relativi alle grandi dighe;
- 1.4. **Circolare D.G. Dighe del 18 marzo 2019, n. 6660** - Verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere complementari e accessorie - Procedura;

- 1.5. **Circolare D.G. Dighe del 26 luglio 2018, n. 17281 e revisione n. 1 del 03 luglio 2019 n. 16790** - Verifiche sismiche delle grandi dighe, degli scarichi e delle opere complementari e accessorie - Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26 giugno 2014 (NTD14) e al D.M. 17 gennaio 2018 (NTC18);
 - 1.6. **Direttiva P.C.M. 4 agosto 1999** - Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 agosto 1999 Applicazione della procedura di valutazione di impatto ambientale alle dighe di ritenuta.
 - 1.7. **Legge 28 maggio 2004, n. 139** - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 29 marzo 2004, n. 79, recante «Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe».
 - 1.8. **D. Min. Ambiente 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.
 - 1.9. **Ordinanza P.C.M. 30 gennaio 2009, n. 3736** - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 30 gennaio 2009, n. 3736 Interventi urgenti per la messa in sicurezza delle grandi dighe ed altre disposizioni urgenti in materia.
 - 1.10. **Direttiva P.C.M. 08 luglio 2014** - Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 08 luglio 2014 Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe.
- 2. Normativa Tecnica per le Costruzioni**
- 2.1. **D.M. 14 gennaio 2008 (NTC08)** - Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - 2.2. **Circolare C.S.LL.PP. n. 617 del 02 febbraio 2009 (C-NTC08)** - Istruzioni per l'applicazione delle *Nuove norme tecniche per le costruzioni* di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
 - 2.3. **D.M. 17 gennaio 2018 (NTC18)** - Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
 - 2.4. **Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21 gennaio 2019 (C-NTC18)** - Istruzioni per l'applicazione dell'*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni* di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- 3. Normativa generale**
- 3.1. **D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004** - Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio;
 - 3.2. **D.Lgs n. 152 del 03 aprile 2006** - Norme in materia ambientale;
 - 3.3. **D. Lgs n. 4 del 16 gennaio 2008** - Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

1.2.4 Gli invasi sperimentali

Le dighe di Acerenza e di Genzano sono attualmente in esercizio sperimentale, quindi lavorano a quote di invaso minori di quelle per le quali sono state progettate. Per inquadrare il fondamento normativo oltre che tecnico degli invasi sperimentali è necessario un richiamo alla regolamentazione in materia (Chieppa 2019): “Il regolamento del 1925 (R.D. n.2540 del 31 dicembre 1925), che è il primo che disciplina anche l'esercizio delle dighe, prevedeva, in analogia con le norme per le ordinarie costruzioni civili, che il collaudo fosse preventivo alla messa in carico [riempimento n.d.r.] dell'opera, ancorché nel contempo consentisse, se previsto dal “Foglio di condizioni per la costruzione”, invasi parziali anche durante i lavori. Pochi anni dopo il regolamento del 1931 (R.D. n.1370 del 01 ottobre 1931), ha anticipato l'invaso (o spostato in avanti il collaudo), stabilendo che nessuna diga potesse essere posta in “totale carico” se non in occasione del collaudo o successivamente a questo.

Il regolamento del 1959 (D.P.R. n.1363 del 01 novembre 1959), che è quello ancora vigente (anche se in riscrittura dal 1994, con quattro progressivi schemi poi non emanati), ha spostato definitivamente il momento del collaudo tecnico-funzionale al termine degli invasi sperimentali, stabilendo esplicitamente che gli invasi (sperimentali) precedano il citato collaudo e che l'invaso delle acque fino al raggiungimento del livello massimo [di regolazione – n.d.r.] sia consentito per la prima volta in occasione del collaudo stesso.

La procedura è stata sostanzialmente specificata, in tal senso, dalle successive circolari attuative e specifiche (Circolare Min. LL.PP. n. 352 del 40 dicembre 1987) e dal regolamento del 1991 sull'organizzazione del Servizio Nazionale Dighe (D.P.R. n. 85 del 24 gennaio 1991 - art.24): gli invasi sperimentali fino alla quota massima di regolazione devono precedere ed anzi costituiscono preventivo ed obbligatorio elemento accertativo per il collaudo tecnico-funzionale previsto dall'art. 14 del Regolamento dighe”.

CAPITOLO N. 2

IL SISTEMA DIGHE DI ACERENZA E GENZANO

2.1 Analisi storica

A seguito della necessità di incrementare la produttività agraria e le condizioni economiche della popolazione di vaste aree dalla Lucania e della Puglia, l'E.I.P.L.I. prevede un complesso sistema per lo sfruttamento delle acque dei bacini imbriferi dell'Alto Bradano, del Basento e dell'Alto Ofanto, che dovranno essere raccolte in un sistema di serbatoi e successivamente convogliate e distribuite nei territori comunali di San Quirico Nuovo, Tolve, Oppido Lucano, Acerenza, Genzano di Lucania, Banzi, Palazzo San Gervasio, Montemilione, Vanosa, Lavello, Rapolla e Melfi in provincia di Potenza, Irsina in provincia di Matera e Spinazzola in provincia di Bari. Come parte integrante di questo progetto vengono individuati il fiume Bradano, nel comune di Acerenza, e la Fiumarella di Genzano per la realizzazione di due invasi artificiali.

Parte del progetto è l'invaso ottenibile dallo sbarramento lungo il fiume Bradano in agro di Acerenza (PZ), che dovrà trattenere i deflussi dei bacini imbriferi sottesi a monte, nonché le acque convogliate tramite una condotta di adduzione da altri bacini della zona.

Negli studi a corredo del "*Progetto di massima di uno sbarramento*" viene individuata una possibile area di imposta della diga lungo il corso d'acqua della Fiumarella a circa 2.0 km a sud del ponte della strada statale di Genzano (PZ) e una possibile area di imposta lungo il fiume Bradano in agro di Acerenza (PZ).

A dicembre dell'anno 1973 vengono redatti, da parte dell'ing. A. TRIMIGLIOZZI (Capo servizio Tecnico di Ingegneria), dell'ing. G. BALDOVIN (Progettista e ingegnere del Servizio Tecnico dell'Ente) e dell'ing. D. SANTOVITO (Direttore Generale), il "*Progetto Esecutivo per costruzione di una diga in terra sul fiume Bradano ad Acerenza*" (figura 2.1) e il "*Progetto Esecutivo per costruzione di una diga in terra sulla Fiumarella di Genzano*" (figura ??).

A seguito della necessità di innalzare l'altezza della diga di Genzano, prevista nel "*Progetto di massima di uno sbarramento*", viene condotto uno studio geologico e geognostico sui terreni di fondazione da parte del prof. ing. B. Radina con la collaborazione del dott. N. Walsh associato ordinario di Geologia Applicata

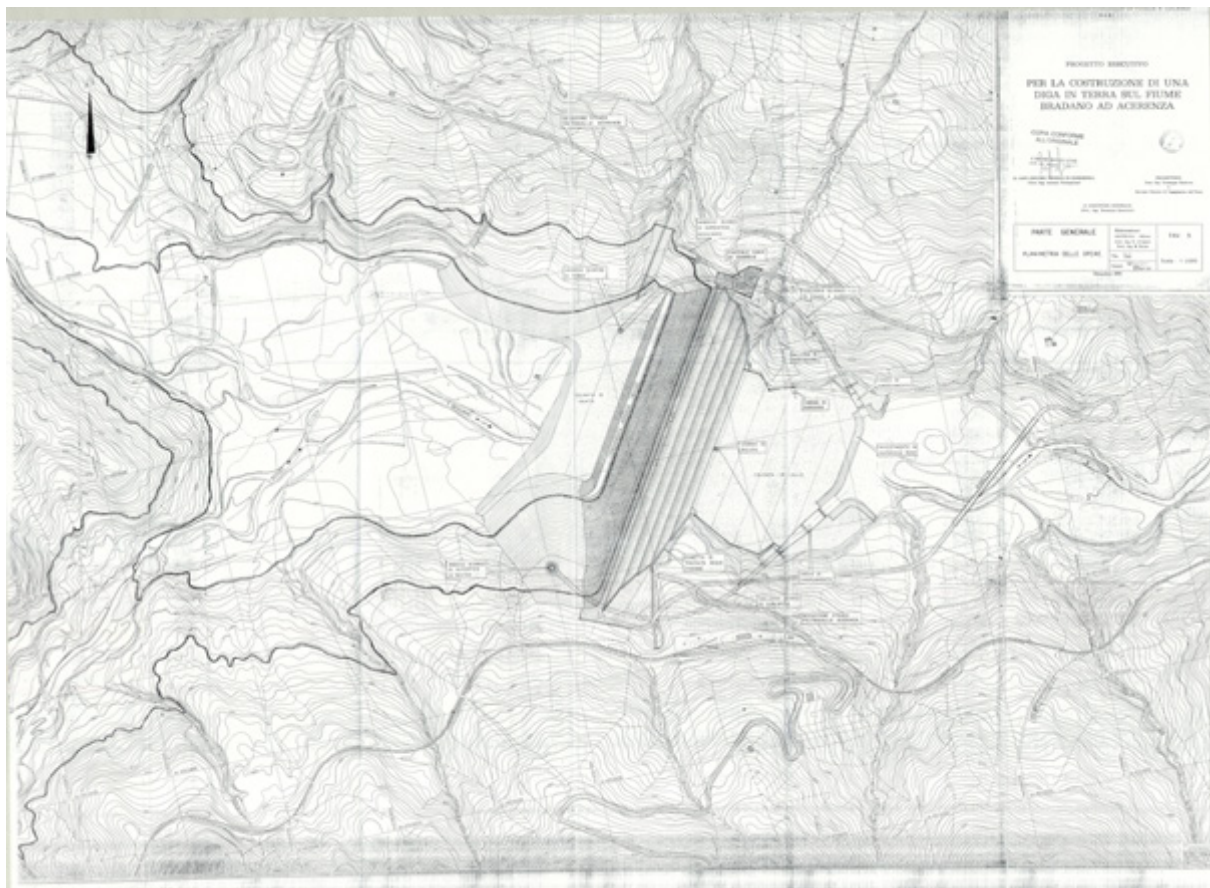


Figura 2.1: Planimetria delle opere - Progetto Esecutivo per la costruzione di una diga in terra sul fiume Bradano ad Acerenza (dicembre 1973).

presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Bari.

Con voto n. 53 e n. 66 del 13 marzo 1975 il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici approva i progetti esecutivi. Successivamente, gli stessi vengono approvati il 14 maggio 1976 con Deliberazione n. B814/PS e il 17 giugno 1975 con Deliberazione n. 2037/PS, da parte del Consiglio di Amministrazione della Cassa per il Mezzogiorno.

Nel 1977 vengono consegnati i lavori per la redazione del progetto esecutivo “Diga in terra sul fiume Bradano ad Acerenza (Prog. A.C. 14/74236)”, il progetto esecutivo “Diga in terra sulla Fiumarella di Genzano (Prog. A.C. 14/8429)” e la successiva esecuzione alla società Salini Costruttori di Roma con la consulenza dello Studio ing. G. Pietrangeli, che si avvale dell'Ufficio Tecnico di Italprogetti di Roma per parte della progettazione.

Entrambe le dighe vengono ultimate nell'anno 1994, ma non presentano un collaudo e si trovano attualmente in “invaso sperimentale”.

L'adduttore Acerenza – Genzano di Lucania ha avuto, nel tempo, un percorso progettuale lungo e travagliato iniziato con un progetto di massima dello schema, approvato con voto n. 4/61 del 23/01/1980 della Delegazione Speciale per il Mezzogiorno, che prevedeva la suddivisione dell'intero schema idrico,

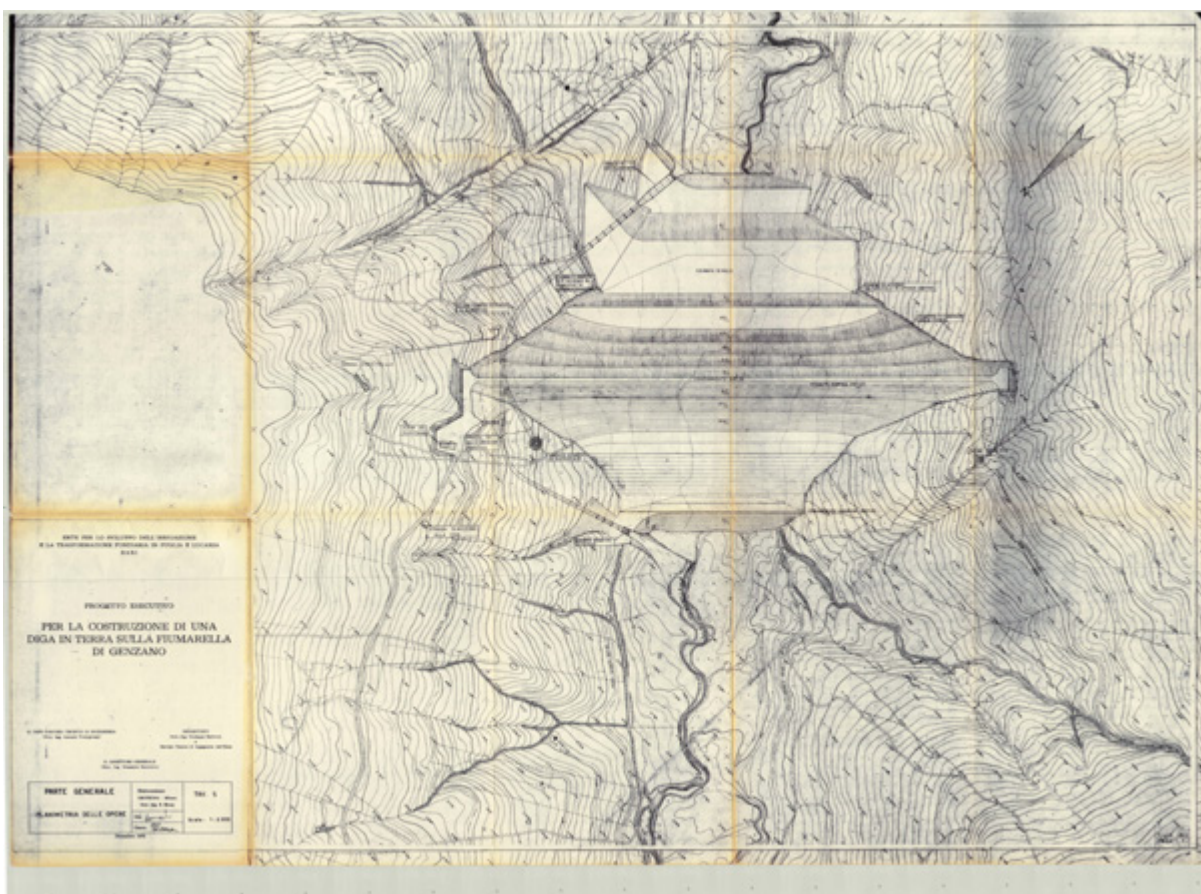


Figura 2.2: Planimetria delle opere - Progetto Esecutivo per la costruzione di una diga in terra sulla Fiumarella di Genzano (dicembre 1973).

allora definito Basento – Ofanto, in 4 lotti principali a loro volta suddivisi in diversi lotti secondari:

1. Lotto Pr. Sp. 14/103 - Traversa di Trivigno ed opera di derivazione (progetti Pr. Sp. 14/103 e Pr. Sp. 14/104 unificati);
2. Lotto Pr. Sp. 14/8270/A - Adduttore Trivigno diga di Acerenza (n° 4 lotti /1, /2, /3, /4 e aggiornamento importo 1° lotto distretto G;
3. Lotto Pr. Sp. 14/504 - Adduttore diga di Acerenza diga di Genzano (n° 2 lotti: /1, /2);
4. Lotto Pr. Sp. 14/328 - Adduttore diga di Genzano – Marascione.

Con particolare riferimento al tratto di adduttore oggetto di studio, a novembre 1979 viene redatto il progetto esecutivo: *Schema Basento – Ofanto. Opere di accumulo e di trasporto tronco di Acerenza – Distribuzione (dalla diga di Acerenza alla distribuzione). 1° Lotto (dal km 0.00 al km 11.50)*. Tale progetto viene in parte aggiornato a maggio 1988.

Con adunanza del 05 ottobre 1987 (N. del Protocollo 56) la DELEGAZIONE SPECIALE PER IL MEZZOGIORNO del CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI esprimeva il suo parere: “...la Delegazione

all'unanimità E DEL PARERE CHE il progetto delle opere di trasporto irriguo schema Basento – Ofanto, così come dettagliato in oggetto, debba essere revisione e aggiornato secondo quanto riportato nei precedenti considerato, salvo per quanto concerne il lotto relativo alla traversa del Trivigno sul fiume Basento”.

A seguito del parere sfavorevole da parte della Delegazione, il raggruppamento di imprese che vede come capogruppo la ditta SALINI COSTRUTTORI S.P.A. di Roma, redige, in data luglio 1989, un progetto – offerta di variante per il tronco partitore di Acerenza – Invaso di Genzano. Ad eseguire il progetto viene designato un raggruppamento temporaneo di imprese che vede come capogruppo la società Salini Costruttori S.p.A. di Roma. Successivamente il raggruppamento di imprese redige, a settembre 1990, un progetto costruttivo dalla prog. 0+000 alla prog. 9+090.

A maggio 1991 viene redatta una proposta di variante che interessa il tratto dalla prog. 4+244 alla progr. 5+417. La proposta di variante viene accompagnata da un nuovo studio geologico – geotecnico ad opera dell'ing. V. COTECCHIA.

A luglio dello stesso viene redatta un Perizia di variante relativa la primo stralcio funzionale e un pro-

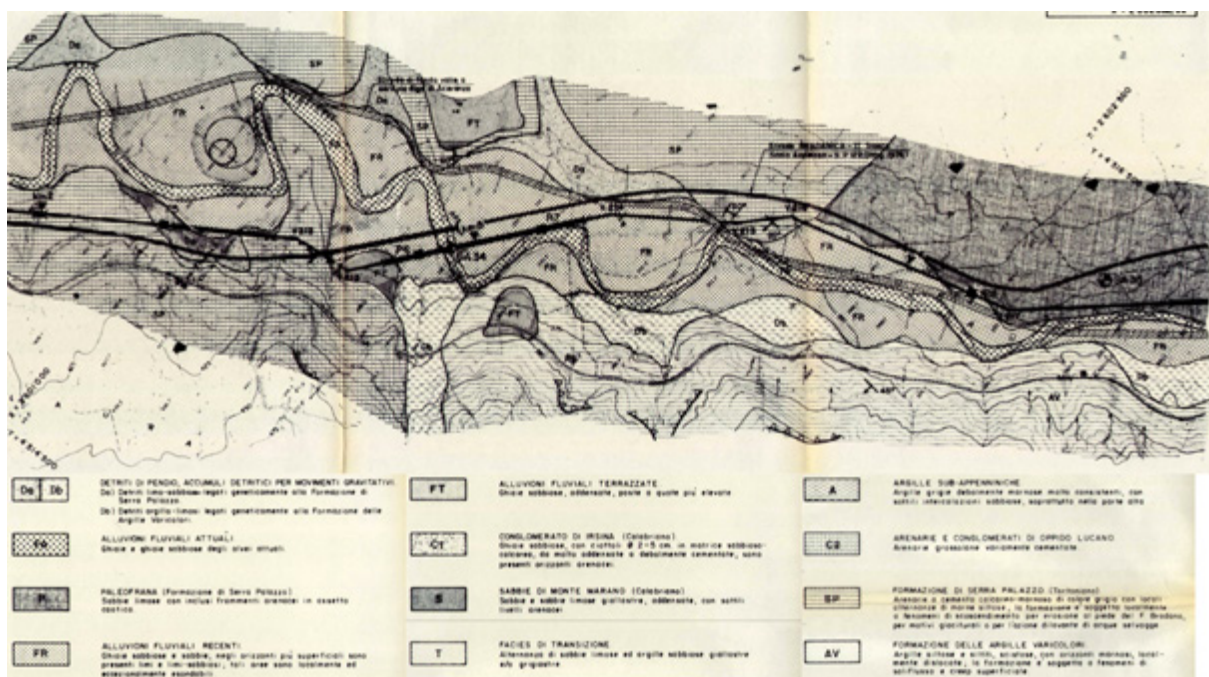


Figura 2.3: Stralcio della carta geologica redatta per la perizia di variante.

getto costruttivo per il tratto dalla prog. 0+000 alla prog. 9+090. L'anno successivo, a marzo 1992, viene redatto un progetto costruttivo per lo stesso tratto. A settembre del 1995 viene redatta una Perizia di Completamento opere all'aperto.

Il tracciato è stato coinvolto da un movimento franoso che ha provocato lo spostamento del blocco di ancoraggio ex V. 217. Questo fenomeno è una riattivazione parziale e locale di una frana antica più ampia riportata sia nel foglio n 188 "GRAVINA DI PUGLIA" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 (Perno et al. 1966 e sia nel foglio 470 "POTENZA" a scala 1.50000 del progetto CARG (Bruno et al. 2012).

Il movimento franoso, occorso tra il 1995 e il 2000, si è sviluppato su un ampio corpo di paleofrana che ha interessato e mobilitato i depositi della facies più arenitica della formazione di Serra Palazzo. Questi depositi sono costituiti da paraconglomerati con clasti squadrati di natura arenitica e/o calcarenitica immersi in una matrice limo sabbiosa bruno giallastra. Al loro interno sono evidenti lenti e/o livelli contorti nerastri ricchi in sostanza organica. L'intero corpo di paleofrana è stato interessato nel tempo da diversi fenomeni franosi secondari impostati al loro interno. L'area di paleofrana era già stata individuata nella proposta di variante del 1991 ad opera dell'ing. V. COTECCHIA (figura 2.3).

In particolare l'aggiornamento, redatto da Prof. Vincenzo Cotecchia in data 17 marzo 1991, allegato alla proposta di variante riporta che: *"Il versante sinistro del Bradano, caratterizzato in affioramento dalla formazione di Serra Palazzo e alla cui base si sviluppa il tracciato originario dell'adduttore, è affetto da diffusi e profondi movimenti franosi propriamente detti, in ritmica evoluzione. Si tratta di frane di tipo scoscendimento multiplo, i cui cigli di distacco si collocano ben al di sopra delle quote massime dell'area rilevata, mentre il piede il più delle volte si porta fino al corso d'acqua ... Le difficili configurazioni morfologiche riconosciute su tale versante hanno indotto a spostare sulla sponda destra il tracciato della condotta, utilizzando al massimo la stretta fascia di depositi alluvionali affioranti tra i vertici 217 e 218. In ogni caso lo spostamento non evita che la condotta, sia pure per un breve tratto e in modo marginale, tocchi la coltre detritica in frana nel tratto compreso fra la prog. 340,25 e il vertice 217".* Pur specificando che nel tratto di interesse il corpo di frana non arriva all'attuale corso del fiume Bradano, sia proprio l'area su individuata quella colpita dal dissesto che ha interessato il vertice ex217.

Nel 2020, a seguito del subentro, nelle attività, del COMMISSARIO STRAORDINARIO DI GOVERNO (art. 1, comma 154. Legge 145/2018), lo stesso redige un Documento di Indirizzo alla Progettazione in cui propone lo spostamento del tratto della condotta al di fuori della zona in frana.

2.2 Diga di Acerenza

La diga di Acerenza sul fiume Bradano afferisce allo schema idrico Basento – Bradano ad uso irriguo. Tale diga è ubicata nel Comune di Acerenza (PZ) ed è classificata ai sensi delle NTD14 (D.M. 26 giugno 2014) come diga in materiali sciolti, in particolare come diga di terra con struttura di tenuta interna. La tenuta idraulica è affidata al nucleo centrale impermeabile, mentre i rinfianchi risultano costituiti da diversi materiali i quali assolvono funzioni specifiche (stabilità del corpo, drenaggio delle acque di infiltrazione, transizione e filtro tra i materiali del paramento e del nucleo impermeabile).

"Riconducibile alla tipologia in materiali sciolti zonata, ha una altezza (ai sensi della L.584/94) pari a 55.16 m; l'altezza di massima ritenuta è pari a 52,40 m. Lo sviluppo del coronamento è pari a 760 m.

La superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso dallo sbarramento è pari a 142 km²; il serbatoio è alimentato mediante la traversa di Trivigno sul fiume Basento, il cui bacino imbrifero sotteso è pari 405 km², e gli adduttori Trivigno - Acerenza e Acerenza - Genzano. La quota di massimo invaso è pari a 457,00 m. s. l. m., cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 2,25 km²; la quota di massima

regolazione è pari a 454,50 m s.l.m. cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 1,84 km²; la quota di minima regolazione è pari a 424,00 m. s.l.m., cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 0,53 km² (<https://eipli.it/diga-di-acerenza/>).

Bacino imbrifero sotteso	142	km ²
Altezza del corpo diga	55,16	m
Quota del coronamento s.l.m.	462,5	m
Lunghezza del coronamento	760,0	m
Quota max regolazione s.l.m.	454,5	m
Quota max invaso s.l.m.	457,0	m
Volume di laminazione	8,89	Mm ³
Volume autorizzato (invaso sperimentale)	8,88	Mm ³
Capacità utile	38,43	Mm ³
Capacità morta	3,3	Mm ³

Tabella 2.1: Caratteristiche dell'invaso di Acerenza.

Opere accessorie	Nord	Sud
	m	m
Casa di guardia	4.514.150,0	578.243,0
Sfioratore ausiliario sinistro	4.514.186,0	578.182,0
Dissipatore in destra	4.513.576,0	578.270,0
Dissipatore in sinistra	4.513.839,0	578.431,0
Sfioratore a calice	4.513.629,0	577.790,0
Pozzo Camera di Manovra	4.514.092,0	578.268,0
Scarico di fondo	4.514.054,0	578.032,0

Tabella 2.2: Elenco opere accessorie con indicazione dell'ubicazione (WGS84 fuso 33N; E.P.S.G.: 32633).

Nella tabella 2.1 sono riportate le caratteristiche della diga di Acerenza, mentre nella tabella 2.2 sono elencate le opere accessorie della diga e la loro ubicazione.

Lo sfioratore di superficie ausiliario della Diga di Acerenza è situato sulla sponda sinistra del relativo invaso.

La tipologia strutturale è in c.a. gettato in opera, costituito da soglia fissa sfioratore ad U, a 454,80 m s.l.m., che delimita una vasca di raccolta della lunghezza di circa 48 m, di larghezza di base variabile da 6,0 a 10,0 m con altezza variabile da 3,0 a 7,0 m.

Il manufatto è caratterizzato da un'area di impronta di circa 560 m² con basamento costituito da soletta piena in c.a., fondata su un sistema di setti di approfondimento nel sottosuolo (di spessore 1,50 e profondità variabile da 1,00 a 5,00 m), mentre la struttura portante in elevazione ha la caratteristica forma ad "U". L'opera risale agli anni '80 la cui configurazione è rimasta inalterata fino ad oggi, non essendo nel corso dei decenni stata oggetto di alcun particolare intervento modificativo.

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture ai dissipatori in destra e in sinistra della

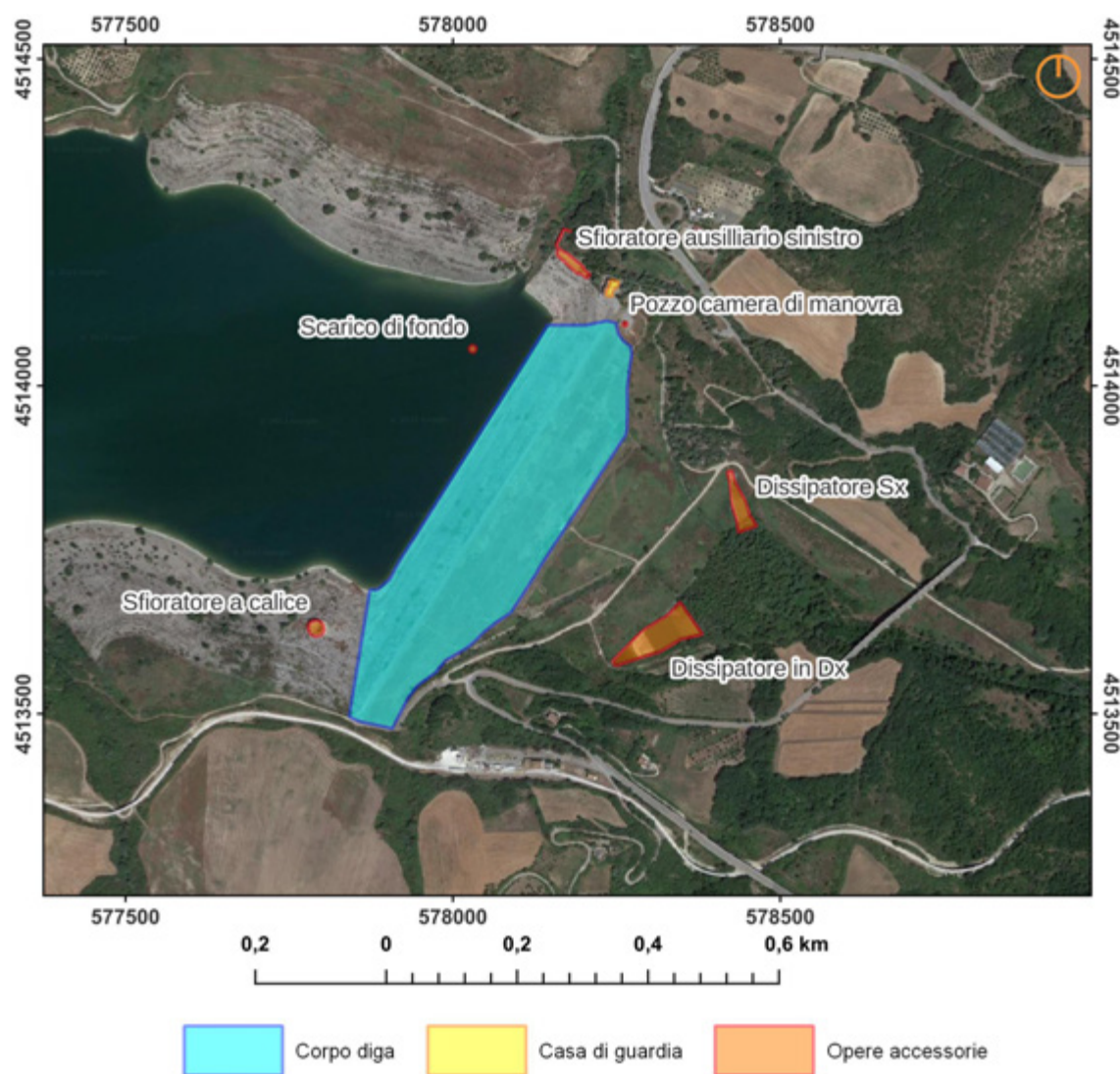


Figura 2.4: Ubicazione opere accessorie a servizio della diga di Acerenza.

Diga di Acerenza sono di tipo architettonico e strutturale. Le opere sono costituite da platee e setti in cemento armato. Dall'analisi storica, le opere risalgono agli anni '80 e la loro configurazione è rimasta inalterato fino ad oggi, non essendo nel corso dei decenni stati oggetto di alcun particolare intervento. L'intero manufatto dello sfioratore a calice è una struttura monolitica in pareti di C.A. essa si sviluppa in parte fuori terra ed in parte nel terreno, è ispezionabile solo per la parte fuori terra. Il pozzo di accesso alla camera di manovra della Diga di Acerenza può essere suddiviso strutturalmente in due parti:

1. la prima fuori terra ($h = 5,00$ m) costituita da n. 6 pilastri 35×35 cm, collegati in sommità da altrettante travi emergenti a sostegno della copertura a pianta esagonale a soletta piena;
2. la seconda parte, invece interrata, si estende per una lunghezza di circa 33,0 m sotto il piano

campagna, ed è caratterizzata da una parete circolare di diametro esterno pari a 6,20 m e spessore 0,60 m.

L'opera dello scarico di fondo è un manufatto costituito da pareti in c.a. in parte interrato che ospitano al loro interno una soglia di scarico di sezione cilindrica. In altezza il manufatto presenta delle soglie di sfioro da cui svettano, intervallate, setti/pilastrini che sorreggono una piastra di pianta esagonale dello spessore di 60,0 cm. Tra un setto/pilastrino e l'altro sono presenti delle griglie. Le pareti laterali si allargano con la profondità e il manufatto si fonda su una platea di circa 2,00 m di altezza. La quota massima dell'opera è di 430,60 m, mentre la soglia di sfioro raggiunge la quota di 424,00 m; la quota più bassa è di 406,60 m. Il progetto della casa di guardia è stato realizzato tra il 1973 ed il 1977 e originariamente prevedeva la realizzazione di telaio in cemento armato costituiti da travi e pilastrini, con uno sviluppo di due piani fuori terra e uno seminterrato con una struttura di fondazione tipo trave rovescia. L'edificio è stato infine realizzato con tre piani tutti fuori terra.

La casa di guardia presente presso la diga di Acerenza versa in una grave situazione di degrado e di significative carenze strutturali, riscontrata nell'edificio a seguito della “*Relazione di sintesi relativa alla Vulnerabilità Sismica della Casa di Guardia della Diga di Acerenza*” frutto dell'accordo di collaborazione tra l'Ente Gestore dell'invaso (E.I.P.L.I) e la SCUOLA DI INGEGNERIA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA (SI-UNIBAS), autorizzato ed approvato con D.C. n. 102 del 04 maggio 2018.

2.3 Diga di Genzano

La diga di Genzano sull'omonima fiumarella afferisce allo schema idrico Basento – Bradano ad uso irriguo. Tale diga è ubicata nel Comune di Genzano (PZ) ed è classificata ai sensi delle NTD14 (D.M. 26 giugno 2014) come diga in materiali sciolti, in particolare come diga di terra con struttura di tenuta interna. La tenuta idraulica è affidata al nucleo centrale impermeabile, mentre i rinfianchi risultano costituiti da diversi materiali i quali assolvono funzioni specifiche (stabilità del corpo, drenaggio delle acque di infiltrazione, transizione e filtro tra i materiali del paramento e del nucleo impermeabile).

“L'esercizio sperimentale, iniziato nel 2006, è ancora in corso. Riconducibile alla tipologia in terra zonata con nucleo centrale di tenuta, ha una altezza (ai sensi della L.584/94), pari a 70,00 m.; l'altezza di massima ritenuta è pari a 58,30 m. Lo sviluppo del coronamento è pari a 984 m.

La superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso dallo sbarramento è pari a 36,20 km²; il serbatoio è alimentato mediante la traversa di Trivigno sul fiume Basento, il cui bacino imbrifero sotteso è pari a 405 km², e gli adduttori Trivigno - Acerenza e Acerenza - Genzano.

La quota di massimo invaso è pari a 443,00 m. s.l.m., cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 2,68 km²; la quota di massima regolazione è pari a 441,00 m. s.l.m., cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 2,57 km²; la quota di minima regolazione è pari a 397,00 m. s.l.m., cui corrisponde una superficie dello specchio liquido di 0,55 km².

Il volume totale d'invaso è pari a 57.590.000 m³; il volume utile di regolazione è pari a 52.950.000 m³; il

volume di laminazione è pari a $2.400.000 \text{ m}^3$. L'utilizzazione del serbatoio prevede la regolazione annuale dei deflussi per uso irriguo" (<https://eipli.it/diga-di-genzano/>).

Bacino imbrifero sotteso	36,20	km ²
Altezza del corpo diga	70,0	m
Quota del coronamento s.l.m.	448,95	m
Lunghezza del coronamento	984,0	m
Quota max regolazione s.l.m.	441,0	m
Quota max invaso s.l.m.	443,0	m
Volume di laminazione	2,40	Mm ³
Volume autorizzato (invaso sperimentale)	3,10	Mm ³
Capacità utile	52,95	Mm ³
Capacità morta	1,5	Mm ³

Tabella 2.3: Caratteristiche dell'invaso di Genzano.

Opere accessorie	Nord	Sud
	m	m
Casa di guardia	4.522.315,0	589.767,0
Locale gruppo elettrogeno	4.522.354,3	589.759,4
Pozzo Camera di Manovra	4.522.290,8	589.717,7
Sforatore a calice	4.522.250,9	589.629,4
Dissipatore	4.521.810,0	589.813,6
Scarico di fondo	4.522.244,0	589.409,1

Tabella 2.4: Elenco opere accessorie con indicazione dell'ubicazione (WGS84 fuso 33N; E.P.S.G.: 32633).

Nella tabella 2.3 sono riportate le caratteristiche della diga di Genzano, mentre nella tabella 2.4 sono elencate le opere accessorie della diga e la loro ubicazione.

Il dissipatore è costituito da platee e setti in cemento armato. Dall'analisi storica, l'opera risale ai primi anni del 1980 e la configurazione è rimasta inalterata fino ad oggi, non essendo nel corso dei decenni stata oggetto di alcun particolare intervento modificativo.

Il locale gruppo elettrogeno è costituito da una struttura in c.a. monopiano, la cui forma in pianta è ad "L" con una modesta altezza d'interpiano, le dimensioni massime in pianta risultano di circa 15,0 m x 7,5 m.

Lo sfioratore a calice è una struttura monolitica in pareti di C.A. essa si sviluppa in parte fuori terra ed in parte nel terreno, è ispezionabile solo per la parte fuori terra.

Il pozzo di accesso alla camera di manovra della Diga di Genzano può essere suddiviso strutturalmente in tre parti:

1. la prima fuori terra costituita da pareti in c.a. aventi spessore di 20 cm;

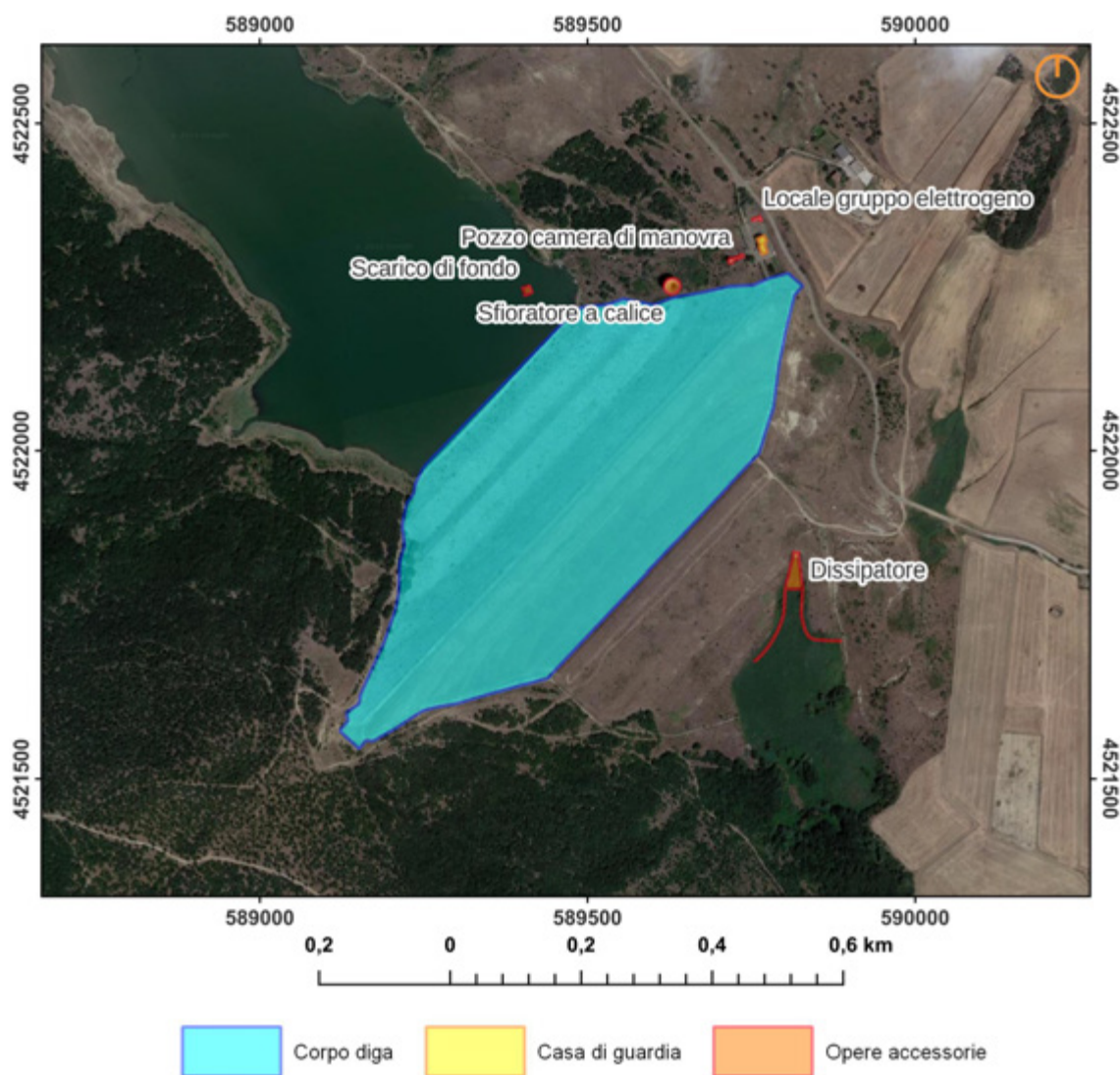


Figura 2.5: Ubicazione opere accessorie a servizio della diga di Acerenza.

2. la seconda parte, invece interrata, si estende per una lunghezza di circa 46,0 m sotto il piano campagna, ed è caratterizzata da una parete circolare di diametro esterno pari a 6,00 m e spessore 0,50 m per i primi 26,0 m, dopodiché lo spessore aumenta a 0,70 m fino all'imbocco della camera di manovra;
3. la terza parte costituita da una passerella di accesso alla struttura formata da travi in c.a. prefabbricate a sostegno della soletta sovrastante.

Lo scarico di fondo, posto sulla sponda sinistra del relativo invaso, è un manufatto interamente in cls armato gettato in opera, monolitico e parzialmente interrato. Esso risulta composto da due porzioni giuntate, ovvero l'opera di imbocco dello scarico di fondo vera e propria e la condotta di scarico.

L'opera dello scarico di fondo è un manufatto costituito da pareti in c.a. in parte interrate che ospitano al

loro interno una soglia di scarico di sezione cilindrica. In sommità l'opera è caratterizzata da un grigliato di travi in c.a. con interposte griglie metalliche.

Le pareti laterali si allargano con la profondità e il manufatto di fonda su una platea, con sezione variabile, da circa 2,00 m di altezza a circa 1,00 m.

La quota massima dell'opera è di 404.00 m, mentre la soglia di sfioro raggiunge la quota di 397,00 m; la quota più bassa è di 381,50 m.

La casa di guardia presente presso la diga di Acerenza versa in una grave situazione di degrado e di significative carenze strutturali, riscontrata nell'edificio a seguito della “*Relazione di sintesi relativa alla Vulnerabilità Sismica della Casa di Guardia della Diga di Acerenza*” frutto dell'accordo di collaborazione tra l'Ente Gestore dell'invaso (E.I.P.L.I.) e la SCUOLA DI INGEGNERIA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA (SI-UNIBAS), autorizzato ed approvato con D.C. n. 102 del 04 maggio 2018.

2.4 Adduttore Acerenza – Genzano

L'adduttore Acerenza – Genzano, realizzato tra gli anni 1989 e 1995, costituisce il collegamento tra due delle principali opere di accumulo presenti in regione Basilicata (figura 2.6): la diga di Acerenza sul fiume Bradano, nel comune di Acerenza (PZ) e la diga di Genzano sulla omonima fiumarella, nel comune di Genzano di Lucania (PZ), si sviluppa per una lunghezza complessiva di 16,0 km ed è costituito da:

1. un primo tratto del diametro DN 2.500 mm, della lunghezza complessiva di circa 11,0 km con tratte in condotta pensile in acciaio e tratte di condotte interrate in cemento armato precompresso;
2. un secondo tratto in galleria del DN 2.500 mm in cemento armato della lunghezza di circa 5,0 km.

L'adduttore non è mai entrato in esercizio, inizialmente a causa della mancata autorizzazione agli invasi sperimentali nella diga di Acerenza e dell'ultimazione dei lavori di collegamento idraulico con la traversa di Trivigno.

Successivamente, pur disponendo di risorsa idrica trasferibile, non è stato possibile mettere in funzione la condotta in quanto la stessa risulta interrotta tra le progressive +3'926.00 km e +4'438.00 km, a causa di un movimento franoso che ha interessato la tratta pensile, provocando lo spostamento del blocco di ancoraggio “ex V. 217” alla progressiva +4'249.00 km con conseguente rottura del relativo giunto di dilatazione e fuoriuscita della tubazione dalle sedi di appoggio.

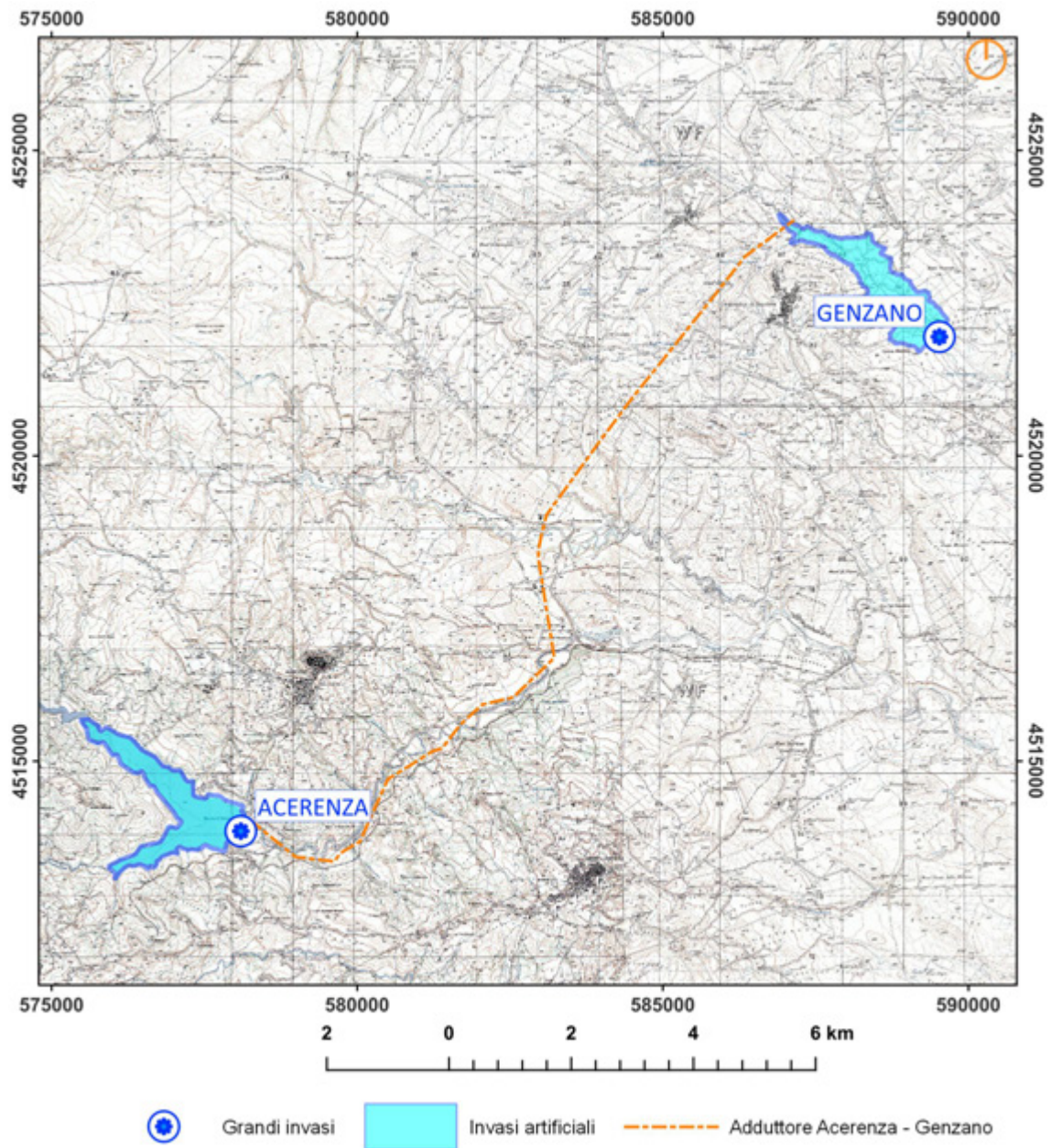


Figura 2.6: tracciato adduttore Acerenza - Genzano

CAPITOLO N. 3

INQUADRAMENTO

3.1 Inquadramento territoriale

Le dighe di Acerenza e Genzano, i cui corpi diga ricadono nei rispettivi comuni, si trovano ubicate nella porzione settentrionale della provincia di Potenza, in regione Basilicata. Lo sbarramento della diga di Acerenza si trova ubicato lungo il corso del fiume Bradano mentre lo sbarramento della diga di Genzano si trova ubicato lungo la fiumarella di Genzano, affluente del fiume Basento.

L'invaso di Acerenza si sviluppa lungo il confine tra il comune di Acerenza (PZ) e il comune di Pietragalla (PZ), mentre il bacino idrografico rientra nel territorio comunale di Acerenza (PZ), di Pietragalla (PZ), di Forenza (PZ), di Avigliano (PZ) e di Filiano (PZ).

L'invaso di Genzano si sviluppa, nella sua porzione meridionale nel comune di Genzano di Lucania (PZ) e nella porzione settentrionale nel comune di Banzi (PZ), mentre il bacino idrografico rientra, oltre che nelle suddette aree, nel territorio comunale di Palazzo San Gervasio (PZ).

L'adduttore Acerenza – Genzano, si sviluppa in parte lungo il corso del fiume Bradano, partendo dal tripartitore posto a valle dello sbarramento di Acerenza, che raccoglie le acque provenienti dall'invaso di Acerenza e dall'invaso di Camastra, e confluendo nel tripartitore posto a monte dell'invaso di Genzano (figura 3.1).

3.2 Uso del suolo

La maggior parte del territorio analizzato è occupato da “*Superfici Agricole Utilizzate*” costituite da “*Colture permanenti*”, “*Seminativi*” e “*Zone agricole eterogenee*”. In particolare si ritrovano seminativi, oliveti, vigneti e foraggi permanenti.

Parte del territorio è invece occupato da “*Territori Boschivi e Ambienti Semi-Naturali*” costituiti da “*Zone boscate*” e “*Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea*”. In particolare ritroviamo boschi di conifere e/o latifoglie, aree a pascolo e aree a vegetazione prevalentemente sclerofila.

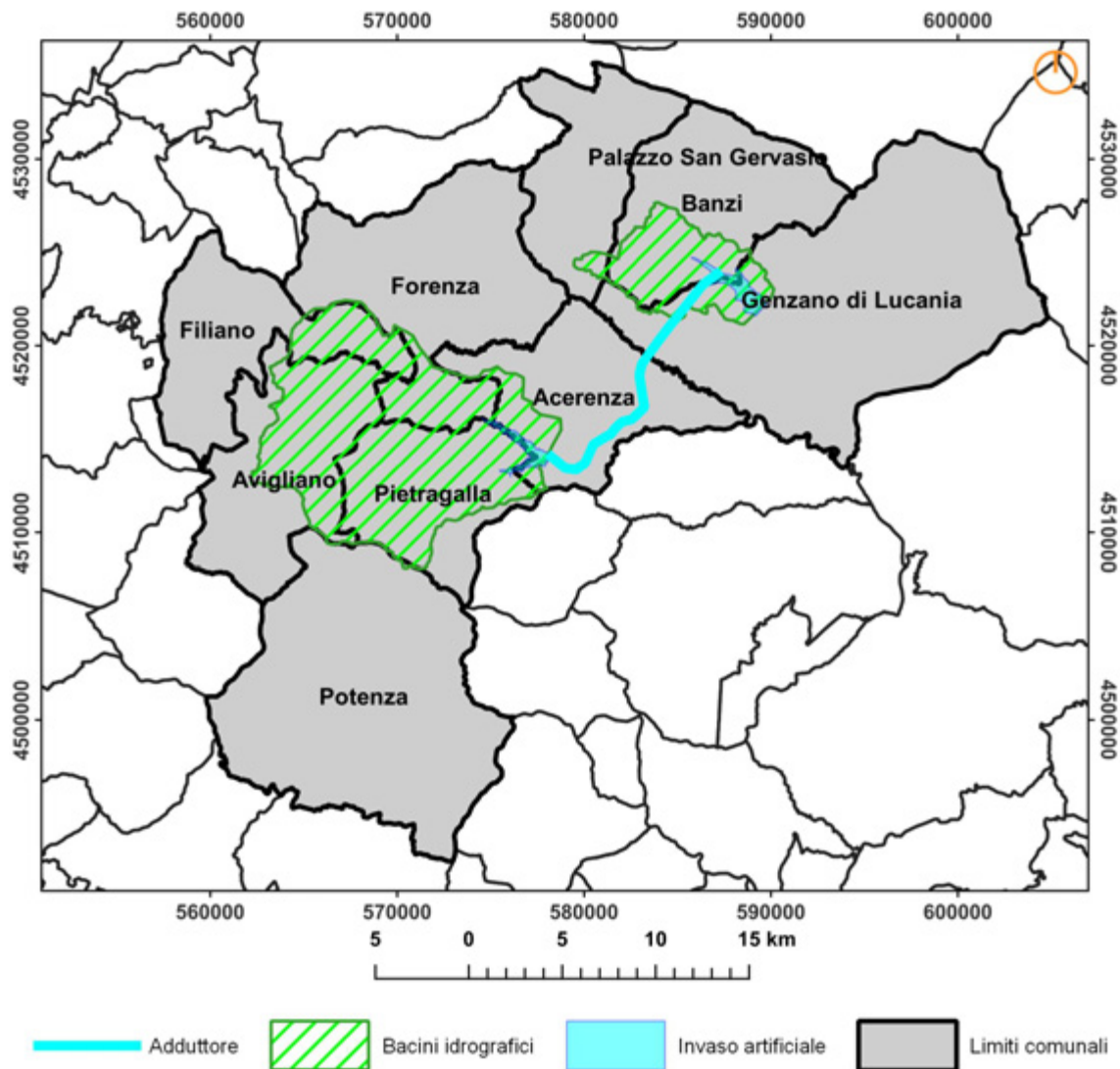


Figura 3.1: Ambiti territoriali di appartenenza.

Una piccolissima parte è occupata da “*Superfici artificiali*” costituite dai piccoli centri abitati di Acerenza, Genzano, Banzi e Oppido Lucano.

I dati sono ripresi dal progetto Corine Land Cover aggiornato al 2018 (figura 3.2).

3.3 Geologia dell'area

Per un corretto inquadramento geologico dell'area di studio sono stati presi in considerazione sia i dati bibliografici inerenti le successioni affioranti, e sia gli studi e le indagini fatte durante le fasi progettuali e realizzative del corpo diga e delle relative opere accessorie. In particolare i dati geologici e geomorfologici preesistenti provengono dalla carta geologica in scala 1:5.000 del progetto dell'ing. B. RADINA, dal Foglio n. 187 "MELFI" (Redini et al. 1970) e n. 188 "GRAVINA IN PUGLIA" scala 1:100.000 (Perno et al. 1966) della vecchia cartografia del Servizio Geologico (ora A.P.A.T.) e dalla nuova cartografia C.A.R.G. Foglio

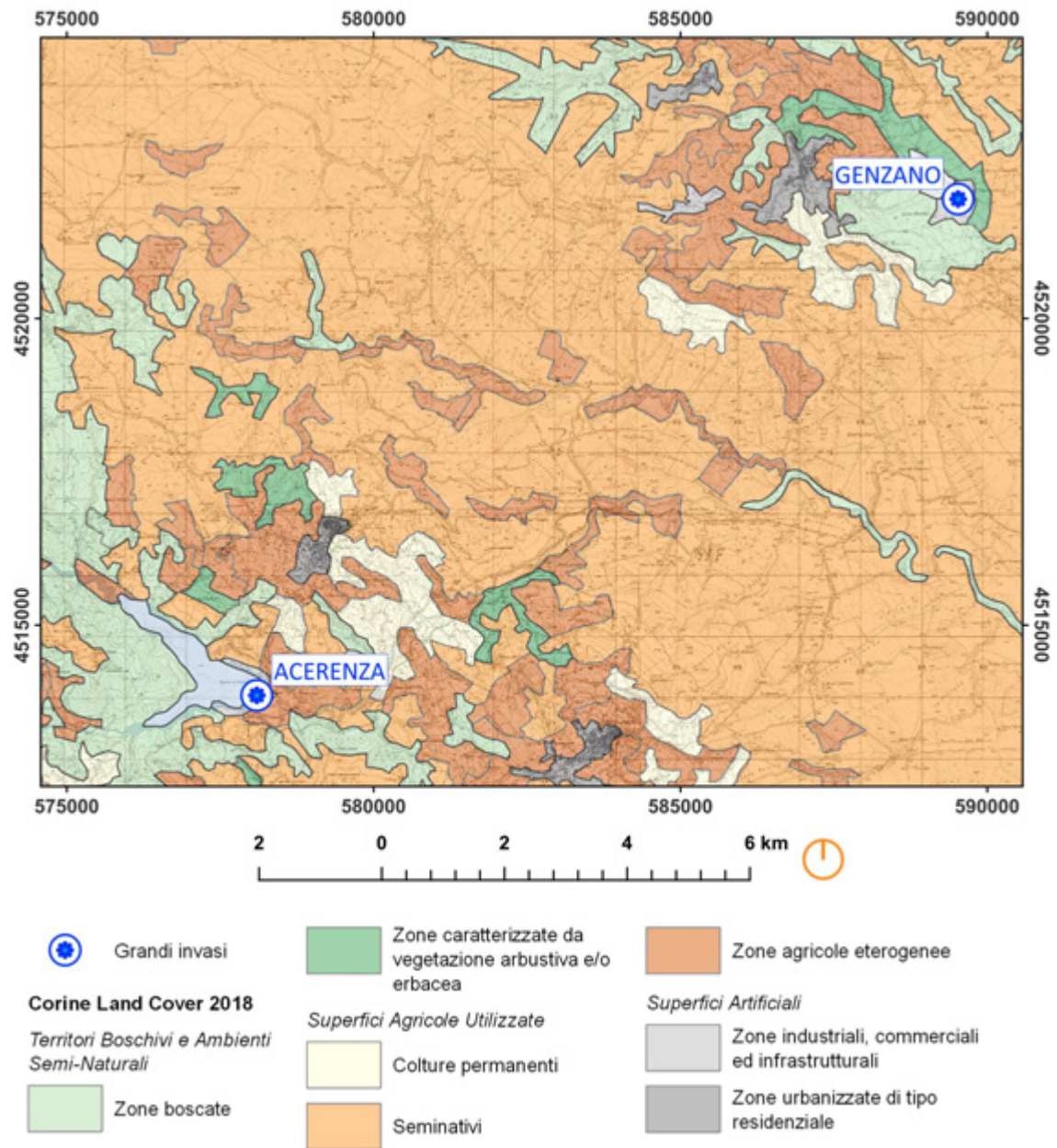


Figura 3.2: Corine Land Cover 2018 (livello 2).

"POTENZA" scala 1:50.000 (Bruno et al. 2012).

L'area compresa tra la diga di Acerenza e al diga di Genzano si sviluppa lungo il margine compreso tra la catena dell'Appennino meridionale ad ovest (diga di Acerenza), e la Fossa Bradanica ad est (diga di Genzano).

Le unità geologiche presenti sono riconducibili a tre tipologie deposizionali:

1. formazioni in facies di flysch, che comprendono le unità oligo-mioceniche del bordo orientale dell'Appennino Lucano;

2. sequenze trasgressive plio-pleistoceniche, con litotipi che vanno dalle argille ai conglomerati, depositi nei bacini di fossa;
3. depositi continentali quaternari di diversa natura.

Le unità delle formazioni in facies di flysch, affioranti verso occidente nell'area della diga di Acerenza, appartengono alle seguenti categorie:

1. depositi continentali di età Pleistocene-Olocene;
2. depositi marini Plio-Pleistocenici (Ciclo bradanico);
3. depositi marini in facies di flysch, età Oligocene-Miocene.

In particolare nell'area in esame sono presenti le seguenti unità geologiche:

- DEPOSITI CONTINENTALI
 - **Depositi continentali** (Olocene – Attuale) costituiti da depositi di frane e di versante, depositi alluvionali attuali e recenti, depositi di conoide e depositi lacustri.
- UNITÀ COMPLETAMENTE FORMATE NON DISTINTE PER BACINO
 - **Sintema del Monte del Vescovo** (Pliocene Superiore - Pleistocene Inferiore Medio). Conglomerati poligenici ed eterometrici, a matrice sabbioso - limosa talora prevalente di colore rossastro e giallastro, ben addensati e talvolta cementati.
- UNITÀ BACINO POTENZA – TRICARICO
 - **Sintema di Tolve**
 1. *Subsintema di Potenza. Litofacies conglomeratico – sabbiosa* (Pliocene Medio). Conglomerati poligenici a matrice sabbiosa di colore rossastro o giallastro a luoghi prevalente, con intercalazioni di arenarie, lenti di siltiti e lenti di arenarie calcaree bioclastiche.
 2. *Subsintema di Acerenza. Litofacies arenaceo – sabbiosa* (Pliocene Medio Superiore). Sabbie ed arenarie a grana media e grossa in strati e banchi con livelli di microconglomerati e calcareniti ed areniti bioclastiche con frammenti di gusci di lamellibranchi;
 3. *Subsintema di Acerenza. Litofacies argilloso – siltoso* (Pliocene Medio Superiore). Argille siltose di colore grigio azzurro a stratificazione indistinta o sottile con rari livelli di sabbie limose, arenarie e microconglomerati.
- UNITÀ TETTONICA VAGLIO - BASILICATA
 - **Flysch rosso – Litofacies pelitica** (Cretaceo Inferiore - Miocene Inferiore). Argille, argille marnose ed argilliti grigiastre, brune e rosso - verdastre con intercalazioni di marne biancastre e rosate, calcilutiti e calcareniti torbiditiche bioclastiche a macroforaminiferi, con subordinati diaspri.

• UNITÀ TETTONICA SAN CHIRICO

- **Flysh Numidico** (Miocene (Burdigaliano Superiore - Langhiano)). Quarzareniti di colore grigio, o giallo, con granuli di quarzo arrotondato a grana media e grossa e con cemento siliceo, in strati e banchi a luoghi con subordinate intercalazioni marnoso - argillose e/o calcareo - marnose;
- **Formazione di Serra Palazzo** – *membro di Vallone Forluso* (Miocene (Langhiano Superiore - Serravalliano Superiore)). Alternanza di arenarie torbiditiche quarzoso – feldspatiche, talora poco cementate con intercalazioni di siltiti, argille siltose e marne, e rari livelli di calcareniti e areniti ibride. In sponda sinistra i litotipi sono prevalentemente argilloso marnosi e più alterati (*Marne di Toppo Capuana* della cartografia pregressa) mentre in sponda destra si presentano come arenarie quarzoso feldspatiche meno alterate;
- **Argille siltose del torrente Flaga** (Miocene (Serravalliano Medio Superiore - Tortonian)). Marne argillose ed argille marnose sottilmente stratificate con sottili intercalazioni arenaceo – siltose grigio giallastre.

L'area è caratterizzata da alcuni lineamenti tettonici molto importanti. Primo tra tutti il sovrascorrimiento presente in sponda destra che porta ad un accavallamento tra terreni appartenenti alle formazioni flyshoidi. questo elemento strutturale ha portato in sponda sinistra, alla formazione di un sistema di pieghe con asse circa ENE – OSO. Nelle immediate vicinanze dell'area di studio non affiorano elementi a conferma della presenza di queste strutture che invece diventano molto evidenti quando ci si sposta lungo gli assi di piega seguendo il corso del Bradano.

Lungo il versante in sponda sinistra del Bradano, sono presenti i depositi della formazione di *Serra Palazzo*, al di sotto di una copertura detritica di spessore variabile, impostata sulla stessa unità.

La copertura detritica è costituita da alternanze di limo argilloso giallastro e argille limose grigiastre con intercalazioni, la passaggio con le unità sottostanti, di depositi ghiaiosi di natura calcarea.

Le unità della *Serra Palazzo* sono costituite da argille limose grigie con tratti decimetrici di conglomerati calcarenitici immersi in una matrice argilloso limosa.

Verso oriente, nell'area di studio della diga di Genzano, affiora una successione stratigrafica regressiva Plio- Pleistocenica che inizia con argille grigie, gradualmente passanti a sabbie ed arenarie, fino a terminare con depositi conglomeratici e rappresenta il frutto della sedimentazione nell'Avanfossa Bradanica (Ciclo Bradanico Calabrian). Il passaggio tra le varie litologie è sempre molto graduale, con alternanze ed interdigidazioni, e rende quasi impossibile determinare in campagna con precisione i relativi limiti che, a volte, vengono desunti in base a caratteristiche morfologiche.

La successione mostra un assetto sub-orizzontale e le giaciture dei terreni più grossolani mostrano lo stesso andamento con una piccolissima inclinazione verso Nord-Est.

Sopra i terreni del Ciclo Bradanico Calabrian, vi sono in discordanza alcuni terreni pleistocenici ed olo-

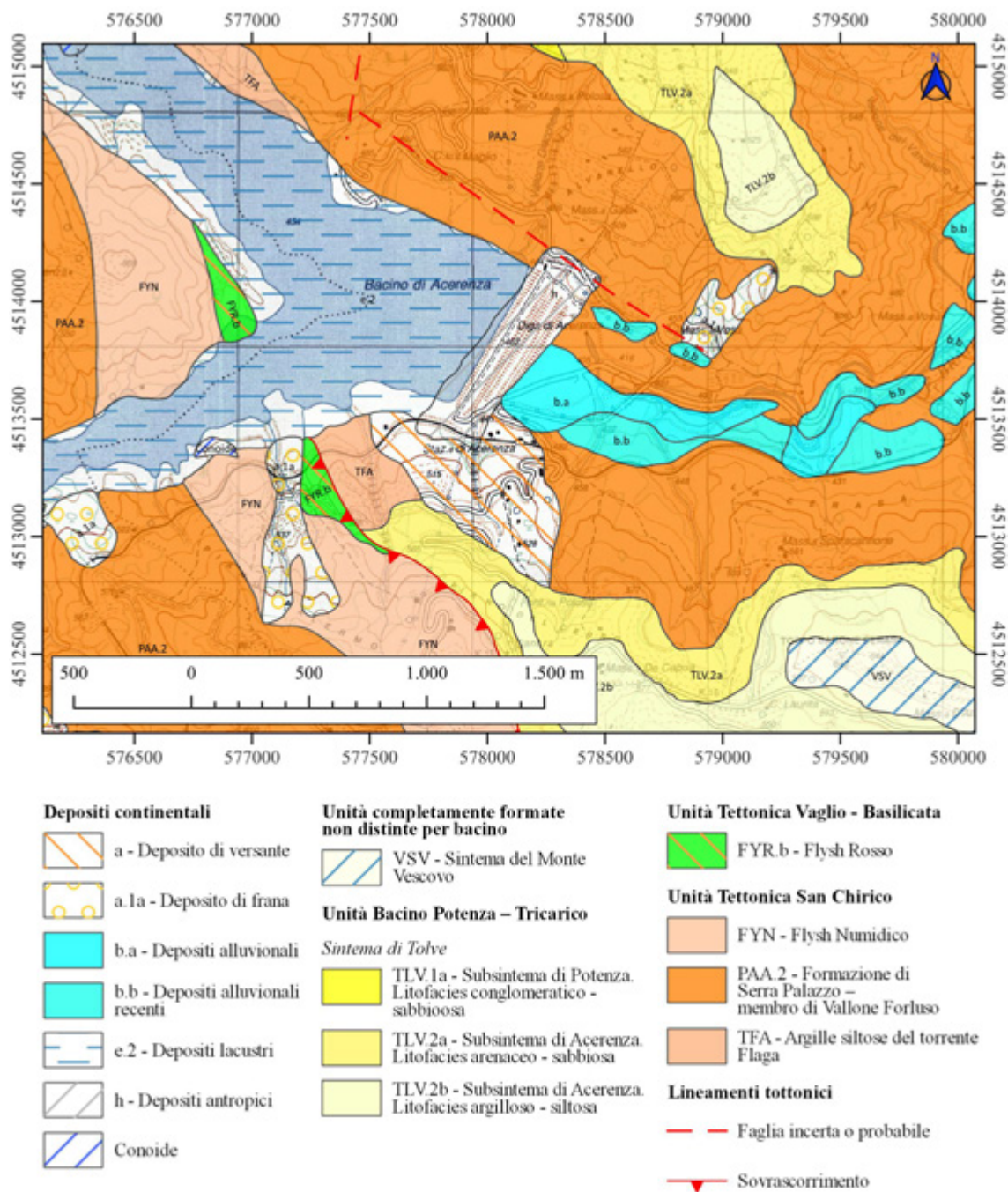


Figura 3.3: Geologia dell'area della diga di Acerenza.

cenici, essenzialmente accumuli gravitativi legati a varie tipologie di fenomeni franosi, detriti ed alluvioni. I terreni individuati dal basso verso l'alto, sono così descritti e suddivisi:

1. ARGILLE DI GRAVINA

1.1. **Formazione argillosa** (Pliocene – Pleistocene) costituita argille grigie e turchine, più o meno siltose, contenenti alcune specie di foraminiferi, tipiche del brusco raffreddamento avvenuto

all'inizio del Pleistocene, a volte rari frustoli carboniosi ed intercalazioni gessose; nella parte bassa si trova il passaggio dal Pliocene al Calabriano.

- 1.2. **Formazione sabbiosa** (Calabriano) costituita da sabbie giallastre, a luoghi arrossate con orizzonti arenacei più o meno potenti. Nella parte più alta si rinvencono lenti di conglomerato e noduli o straterelli di calcare pulverulento; alla base aumenta il tenore argilloso al passaggio con la formazione sottostante. Sono presenti diverse specie di fossili guida.

2. SABBIE DI MONTE MARANO

- 2.1. **Formazione sabbioso arenacea** (Calabriano) costituita da sabbie ed arenarie calcareo – quarzose di colore giallastro con intercalazioni di calcare farinoso e di lenti conglomeratiche;

3. CONGLOMERATO DI IRSINA

- 3.1. **Formazione conglomeratica** (Calabriano – Siciliano?) costituita da conglomerato poligenico più o meno incoerente, formato da ciottoli di varia forma, origine e natura. Sono presenti rari frammenti di fossili marini tra cui Pectinidi, Gasteropodi ed Echinidi.

4. DEPOSITI CONTINENTALI

- 4.1. Detrito e conie di deiezione;
- 4.2. Alluvioni recenti o di golena;
- 4.3. Depositi di conoide costituito da materiale eterogeneo;
- 4.4. Depositi di frana e/o di versante.

Il passaggio tra le argille grigie e la formazione sabbiosa avviene tramite una unità di transizione di spessore intorno ai 50,0 – 60,0 m caratterizzata da un aumento della frazione fine verso il passaggio alle argille. Localmente si rinvenno lenti argillose grigie nelle porzioni più sabbiose e lenti sabbioso limose giallastre e/o nocciola nelle porzioni più argillose.

All'interno della formazione sabbiosa e in parte della formazione di transizione si rinvencono lenti di ortoconglomerati o paraconglomerati in matrice limoso sabbiosa. Tutti gli elementi ghiaiosi sono costituiti da clasti subsferici a spigoli arrotondati.

Lungo il percorso dell'adduttore Acerenza Genzano affiorano in prevalenza le unità della dei membri di *Pantano dei Gamberi* e di *Vallone Forluso* della formazione di *Serra Palazzo*. Nell'area di studio la formazione di *Serra Palazzo* è costituita prevalentemente da successioni arenaceo – calcareo – pelitiche suddivise in due membri parzialmente eteropici fra di loro.

Il membro di *Pantano dei Gamberi* (Serravalliano p.p.), costituito da depositi bacinali torbiditici ed emipelagici, presente per uno spessore massimo di circa 400,0 m, affiora unicamente come litofacies siltoso – calcarea, composta da arenarie a grana da media a fine, talora poco cementate, in strati da centimetrici a decimetrici, microconglomerati in strati lenticolari spessi fino a 2,0 ÷ 3,0 m, gradati e

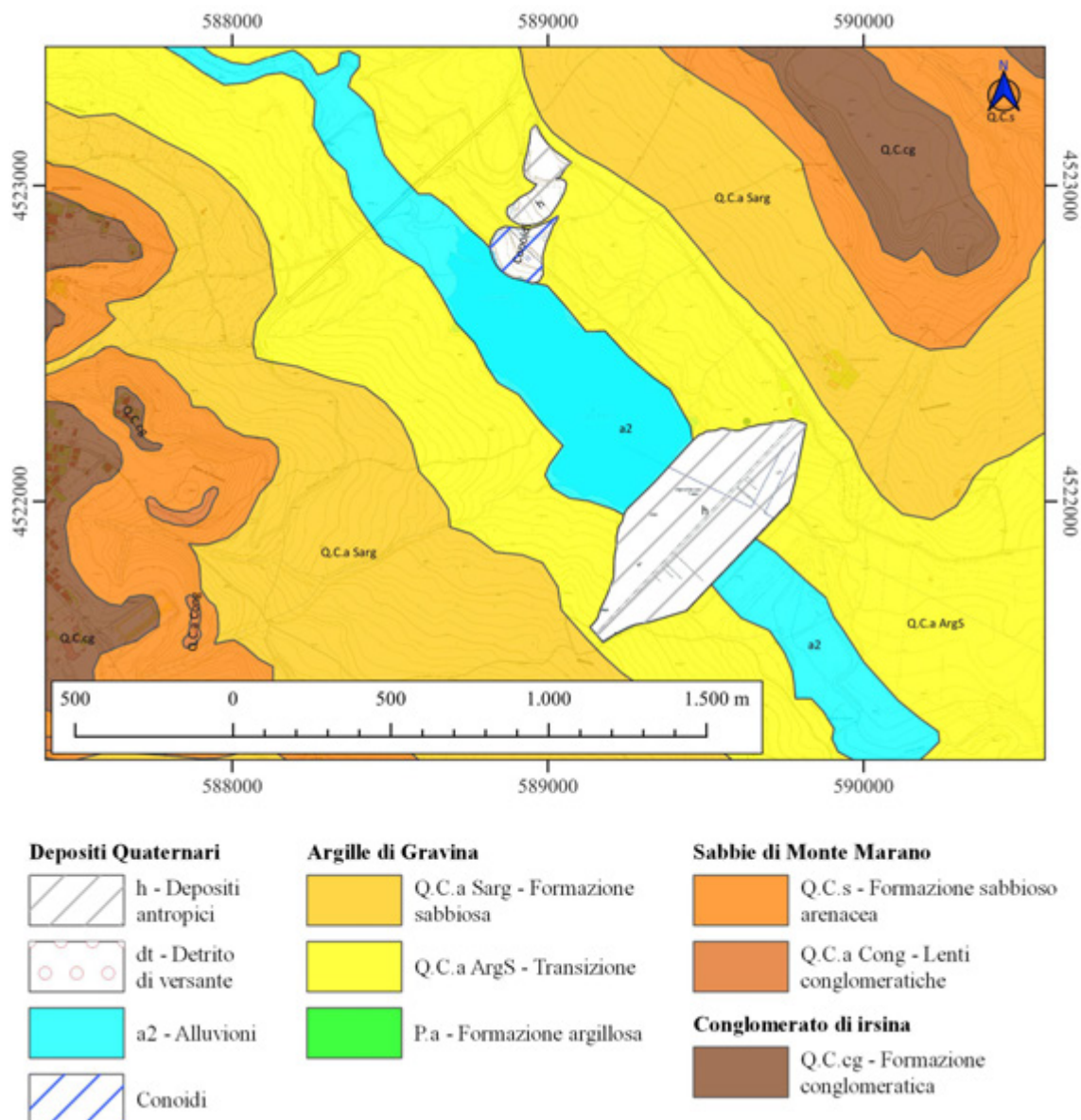


Figura 3.4: Geologia dell'area della diga di Genzano.

con base erosiva, argille ed argille siltose laminate e straterellate, marne argillose e calcaree e calcareniti biancastre in strati da centimetrici a decimetrici. Tale unità poggia, con contatto parzialmente eteropico sulle unità del membro di *Vallone Forluso*.

Il membro di *Vallone Forluso* (Langhiano sup. - Serravalliano sup.) è costituito da alternanze di arenarie torbiditiche arcose e quarzose – feldspatiche, talora poco cementate, con intercalazioni di siltiti, argille siltose e marne, e rari livelli di calcareniti e areniti ibride. Il membro poggia con un contatto stratigrafico graduale su sul Flysch Numidico e passa verso l'alto con contatto parzialmente eteropico al membro di *Pantano dei Gamberi* o direttamente alle *Argille Siltose del Torrente Flaga*. Tale unità è costituita da depositi bacinali torbiditici silico-clastici ed emipelagici.

Dighe di Acerenza e Genzano

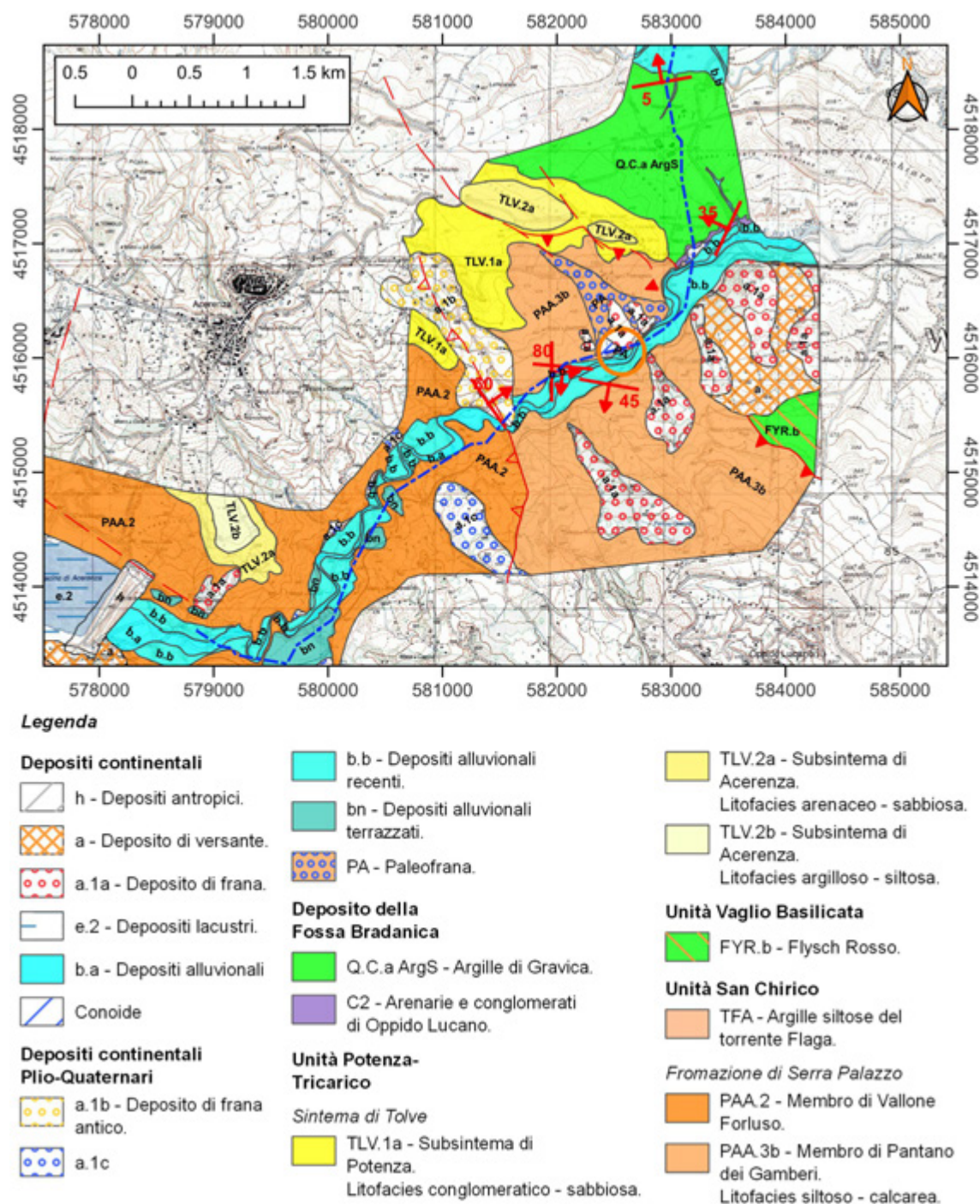


Figura 3.5: Geologia lungo il tracciato dell'adduttore Acerenza - Genzano.

Nello studio condotto a seguito della proposta di variante del 1991, ad opera del Prof. V. COTECCHIA, lo stesso ubica in destra idrografica del fiume Bradano, in prossimità dell'area di studio, le *Argille Varicolori*. Nelle più recenti cartografie geologiche l'area è invece caratterizzata dalla presenza del membro di *Pantano dei Gamberi*.

I depositi quaternari sono riconducibili a diversi ambienti deposizionali continentali e non. In particolare

Dighe di Acerenza e Genzano

i depositi continentali sono costituiti dai depositi recenti ed attuali del fiume Bradano e da diverse tipologie di depositi di versante (conoidi alluvionali, conoidi di deiezione e depositi di frana di varia età), generalmente sono costituiti da tessiture eterogenee e e risultano fortemente eterometrici.

Nell'area di interesse, in sinistra idrografica, affiora un massiccio corpo di paleofrana, che ha interessato i litotipi costituenti il membro di *Pantano dei Gamberi*, così come meglio descritto nel paragrafo successivo. Nell'area si riconoscono elementi strutturali come sovrascorrimenti a vergenza appenninica e altri contatti tettonici di diversa natura non sempre ben identificabili a causa delle coperture dei depositi quaternari.

CAPITOLO N. 4

ANALISI DEL RISCHIO

4.1 Rischio da frana

Dal punto di vista del rischio da frana, l'area oggetto di studio viene attualmente normata dalle *Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico* dell'ex AUTORITÀ DI BACINO BASILICATA oggi confluita nell'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE. Si è quindi analizzato la cartografia del rischio prodotta per l'area di interesse.

In particolare, la porzione di condotta interessata dal dissesto avvenuto tra il 1995 e il 2000, passa in parte lungo il bordo di un'area soggetta a verifica idrogeologica (**ASV**), per come evidenziato dalla Tav. **19** del PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – PIANO STRALCIO DELLE AREE DI VERSANTE (A2 – CARTA INVENTARIO DELLE FRANE) alla scala 1:25.000 e dalla Tav. **470041** del PIANO STRALCIO DELLE AREE DI VERSANTE (B – CARTA DEL RISCHIO) alla scala 1:10.000 (figura ??). All'interno dell'area soggetta a verifica idrogeologica è presente una zona a rischio medio **R2**. Queste aree **R2** sono soggette a fenomeni franosi di tipo scivolamento rotazionale e colamento lento.

L'area soggetta a verifica idrogeologica (**ASV**) coincide con la paleofrana individuata negli studi precedenti e già messa in evidenza dal Prof. V. COTECCHIA.

L'area ove sorge l'invaso della diga di Acerenza (PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO - PIANO STRALCIO DELLE AREE DI VERSANTE; B - CARTA DEL RISCHIO; Tavola n° **18**) risulta caratterizzata dalla presenza di diverse aree soggette a verifica idrogeologica, aree **R2** a rischio idrogeologico medio. Lungo la sponda in destra idrografica è presente una vasta area a rischio idrogeologico molto elevato **R4** (figura 4.2).

La maggiore parte dei dissesti, presenti nell'area, è riconducibile a frane di tipo colamento lento.

Da un punto di vista morfologico esiste una disomogeneità tra le due sponde dell'invaso, in quanto, sul versante in destra orografica, si riscontrano pendenze maggiori e minori evidenze di franosità diffusa, mentre i versanti in sponda sinistra, dove sorge la casa di guardia, presentano maggiori evidenze di franosità e dissesti diffusi. Questa difformità potrebbe essere legata, almeno in parte, alla maggiore copertura

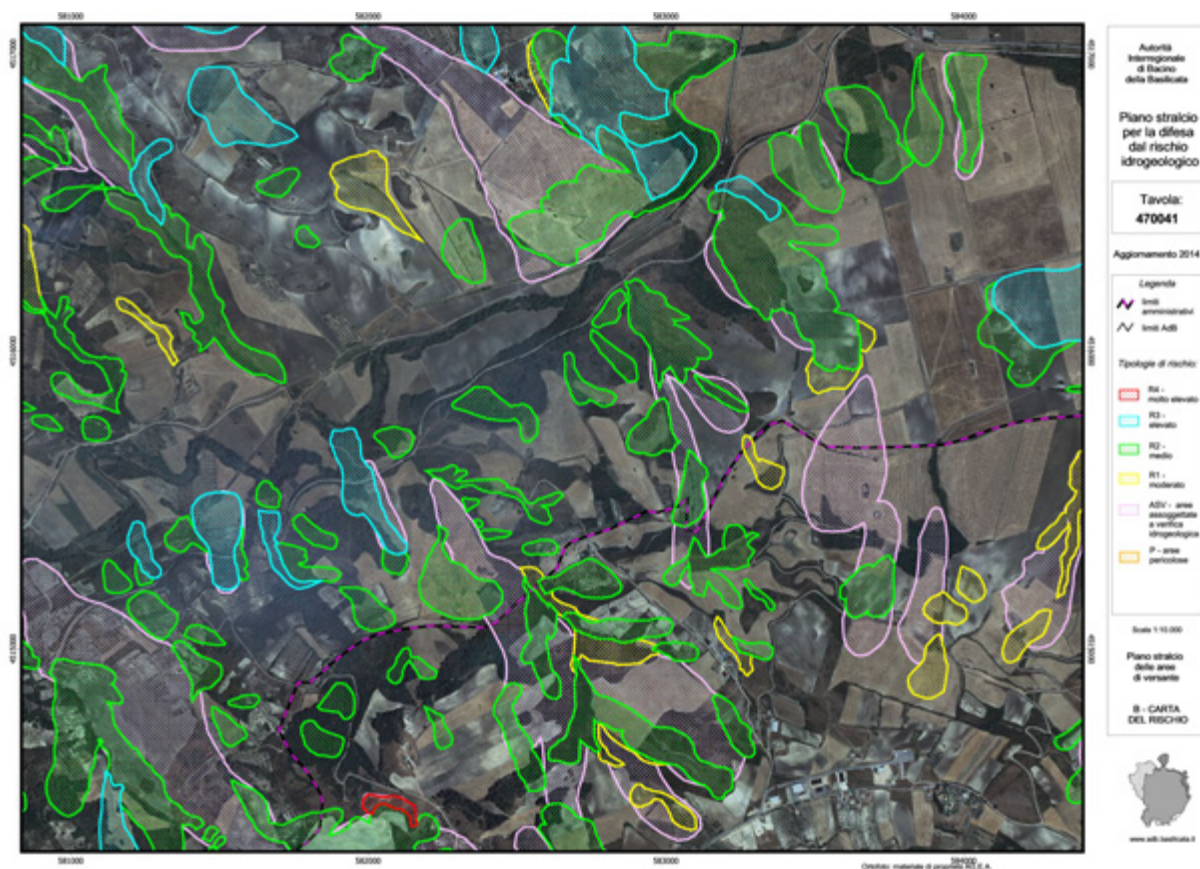


Figura 4.1: Tav. 470041 del Piano Stralcio delle aree di versante (B – Carta del Rischio).

boschiva ed alla minore antropizzazione in sponda destra, dalla presenza di litologie differenti da unità appartenenti alla stessa formazione ma in facies differenti, e da spessori delle coperture di diversa entità (fino a 10,0 metri in sponda destra e 15,0 ÷ 20,0 metri in sponda sinistra). Nella figura 4.3 sono mostrati alcune tipologie di dissesto presenti lungo le sponde dell'invaso.

In sponda sinistra, nella parte settentrionale, si riconosce un grande movimento che ha subito un intervento di sistemazione in passato mentre nella parte intermedia del bacino, sono presenti piccoli fenomeni franosi attivi ed una franosità superficiale diffusa, dovuti probabilmente allo strato di copertura, alla cattiva regimentazione idrica ed all'assenza di copertura arborea. Inoltre, si riconosce un vecchio corpo di frana, attualmente stabilizzato, la cui area di alimentazione è situata in prossimità del paese di Acerenza ed il corpo arriva fino al bacino. Da una analisi di fotoaeree di diversa epoca e di carte tecniche prodotte in anni differenti, si è potuto constatare come, pur esistendo un corpo di frana principale, lo stesso non si sia attivato sempre nello stesso areale e con le stesse modalità. Ciò fa presupporre che, anche se la tipologia di movimento sia sempre la stessa (scivolamento traslazionale e/o roto-traslazionale), la frana è di tipo complessa con una distribuzione multidirezionale.

Nell'area di imposta dell'invaso di Genzano (PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO - PIANO STRALCIO DELLE AREE DI VERSANTE; B - CARTA DEL RISCHIO; Tavola n° 23)



Figura 4.2: Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico - Piano Stralcio delle Aree di Versante; B - Carta del rischio; Tavola n° 18.

risultano presenti meno di quanto presenti lungo l'invaso di Acerenza, riconducibili però a rischio molto diversi fra di loro. Per ciò che concerne le sponde dell'invaso si riconoscono tre fasce (figura 4.4):

1. una prima fascia posta immediatamente a monte del corpo diga e caratterizzata dalla sola presenza, in sponda destra di aree a rischio **R1** – moderato ed **R2** – medio;
2. una seconda fascia intermedia caratterizzata, sia in sponda destra e sia in sponda sinistra, da aree a rischio **R1** – moderato ed **R2** – medio;
3. una terza fascia, posta nell'area più a monte dell'invaso, caratterizzata dalla presenza di aree a rischio **R3** – elevato, **R4** – molto elevato e da aree **P** – pericolose.

Le principali tipologie di dissesti individuati sono:

1. aree soggette a frane superficiali;
2. versanti soggetti ad arretramento diffuso;
3. colamenti lenti;



(a) *Nicchia di distacco in sponda destra.*



(b) *Corpo di frana in sponda sinistra.*



(c) *Nicchia di distacco in sponda sinistra.*



(d) *Scorrimento superficiale in sponda destra.*

Figura 4.3: Dissesti presenti lungo i versanti dell'invaso di Acerenza.

4. scivolamenti rotazionali.

Lungo le sponde dell'invaso si ritrovano anche delle piccole zone caratterizzate da forme calanchive. Dalla realizzazione della cartografia, ad opera dell'Autorità di bacino Basilicata, sono occorsi nuovi fenomeni che hanno direttamente o indirettamente coinvolto le dighe di Acerenza e di Genzano e l'adduttore. Lungo la spalla in sinistra della diga di Acerenza (figura 4.5), a monte del piazzale della casa di guardia e della strada di accesso, si è sviluppato un movimento franoso di tipo complessa a cinematica lenta che con il tempo ha portato alla rottura dei muretti di contenimento, a lesioni lungo il piazzale della casa di guardia, a lesioni sulla stessa casa di guardia e alla rotazione dei locali delle cabine elettriche. Le lesioni lungo il piazzale e sulla casa di guardia sembrano dovute più a fenomeni di richiamo e a cedimenti differenziali che al movimento franoso in se.

L'analisi delle misure inclinometriche, effettuate a partire dal 2016 ed ancora in corso, non definisce in maniera chiara la posizione della superficie di scorrimento, la direzione di spostamento lungo l'eventuale superficie di taglio e in testa (piano campagna) e la sua entità.

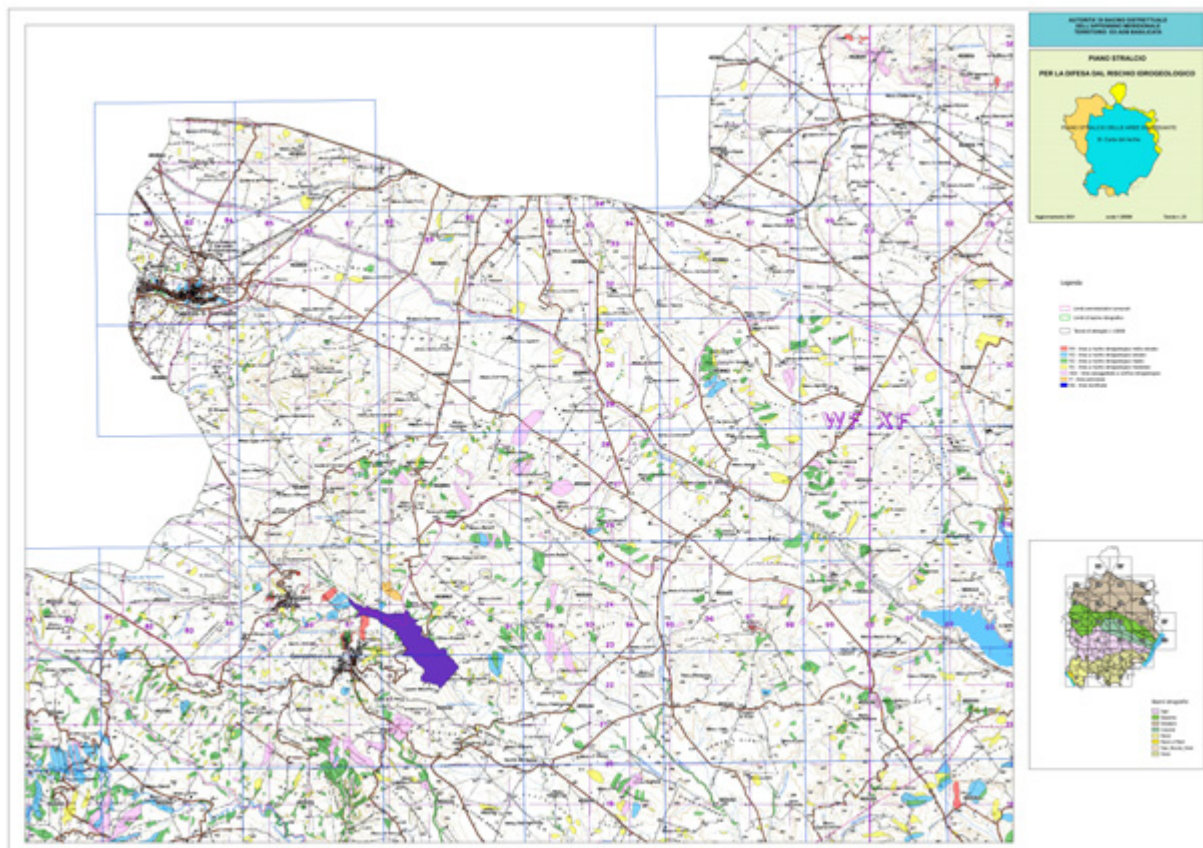


Figura 4.4: Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico - Piano Stralcio delle Aree di Versante; B - Carta del rischio; Tavola n° 23.

Sempre lungo le sponde dell'invaso, ma sul versante in sinistra, lungo la tratta ferroviaria che porta alla stazione di Acerenza (figura 4.6), si è avuto un dissesto che ha coinvolto il viadotto della ferrovia Potenza – Altamura nella tratta Acerenza - Pietragalla al km 66,00, generatosi lungo uno dei fossi di erosione presenti lungo i versanti, attualmente in fase di mitigazione e sistemazione.

Per ciò che concerne l'invaso di Genzano è da mettere in evidenza un dissesto che ha coinvolto la spalla destra del viadotto Fiumarella lungo la Strada Provinciale SP ex SS 169 di Genzano (figura ??), che collega il centro abitato di Genzano di Lucania (PZ) con la SS 655 e l'abitato di Spinazzola (BA). Tale viadotto collega di fatto le due sponde opposte dell'invaso.

Infine in merito ai dissesti che hanno interessato l'adduttore Acerenza – Genzano si è già fatto riferimento nei paragrafi precedenti (figura 4.8).

4.2 Rischio da alluvioni

Per ciò che concerne il rischio alluvioni, bisogna fare una premessa: un corpo diga, o qualunque opera di sbarramento posta lungo l'asta fluviale, funge da opera di laminazione delle piene, quindi gli areali di



(a) *Nicchia di frana.*



(b) *Cabina elettrica.*



(c) *Muretto di contenimento.*



(d) *Condotta delle acque occlusa a causa del dissesto.*

Figura 4.5: Dissesti dovuti alla frana presnte a monte della casa di guardia di Acerenza.

pericolo da alluvione vengono considerati a partire dallo sbocco delle opere di dissipazione poste a valle dei corpi diga.

Quindi l'analisi del rischio da alluvioni viene condotta solo a valle delle opere di sbarramento.

In particolare la porzione di adduttore, attraversa le fasce di rispetto idraulico a 30, 200 e 500 di tempo di ritorno T_r relative al corso del fiume Bradano, per come messo in evidenza dalla Tav. **21** del PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (F – CARTA DELLE AREE SOGGETTE A RISCHIO IDRAULICO) alla scala 1:5.000 (figura 4.9) e Tav. **21p** del PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO (MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA).

La consultazione della suddetta cartografia mostra come il tracciato dell'adduttore ricade in fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua:

1. fasce con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 30 anni e di pericolosità idraulica molto elevata;



(a) *Contatto tra corpo di frana e terreno in posto.*



(b) *Scoscendimento superficiale lungo la tratta ferroviaria.*

Figura 4.6: Dissesti lungo la tratta ferroviaria per Acerenza.



(a) *Corpo di frana lungo la spalla del viadotto.*



(b) *Nicchia di distacco in spalla destra.*

Figura 4.7: Dissesti lungo la tratta ferroviaria per Acerenza.

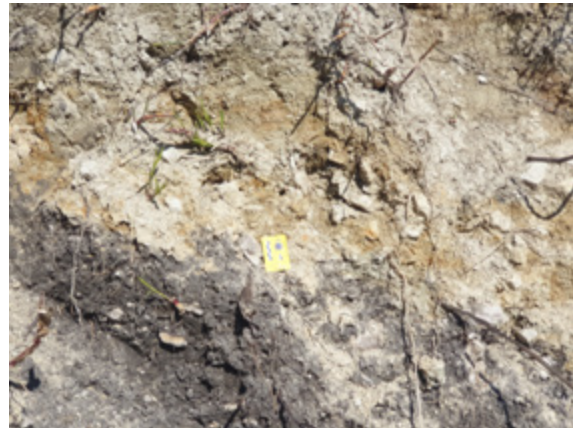
2. fasce con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni e di pericolosità idraulica elevata;
3. fasce con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni e di pericolosità idraulica moderata.

E' stato condotto, dall'allora AUTORITÀ DI BACINO BASILICATA oggi confluita nell'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE uno studio sul possibile tirante idraulico e sulla velocità dell'onda di piena per tre differenti tempi di ritorno, in differenti sezioni lungo l'alveo del Bradano (figura 4.10 e tabella 4.1).

Bisogna infine mettere in evidenza come con il D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004 sono stati istituite delle zone a rischio idraulico intorno ai corsi d'acqua e ai laghi naturali e artificiali pari a 150,0 m per i primi



(a) Blocco ex V. 217.



(b) Corpo di frana che ha interessato l'ex V. 217.

Figura 4.8: Dissesto che ha interessato l'adduttore Acerenza - Genzano.

(art. 142, let. c) e 300,0 m per i secondi (art. 142, let. b).

Anche se non cartografati una notevole importanza rivestono i fossi di erosione che interessano in modo



Figura 4.9: Tav. 21 del Piano Stralcio delle fasce fluviale (F – Carta del le aree soggette a rischio idraulico).

particolari i versanti degli invasi di Acerenza e Genzano. In modo particolare il fosso che corre lungo la

sponda sinistra della spalla del corpo diga di Acerenza investe nella sua evoluzione lo sfioratore a soglia della diga. Tale fosso ha un'azione di scalzamento al piede che si manifesta con il movimento dei muri di contenimento costruiti a ridosso dello sfioratore (figura 4.11). Il fosso si è impostato lungo uno dei fianchi del corpo di frana cartografato dal P.A.I..

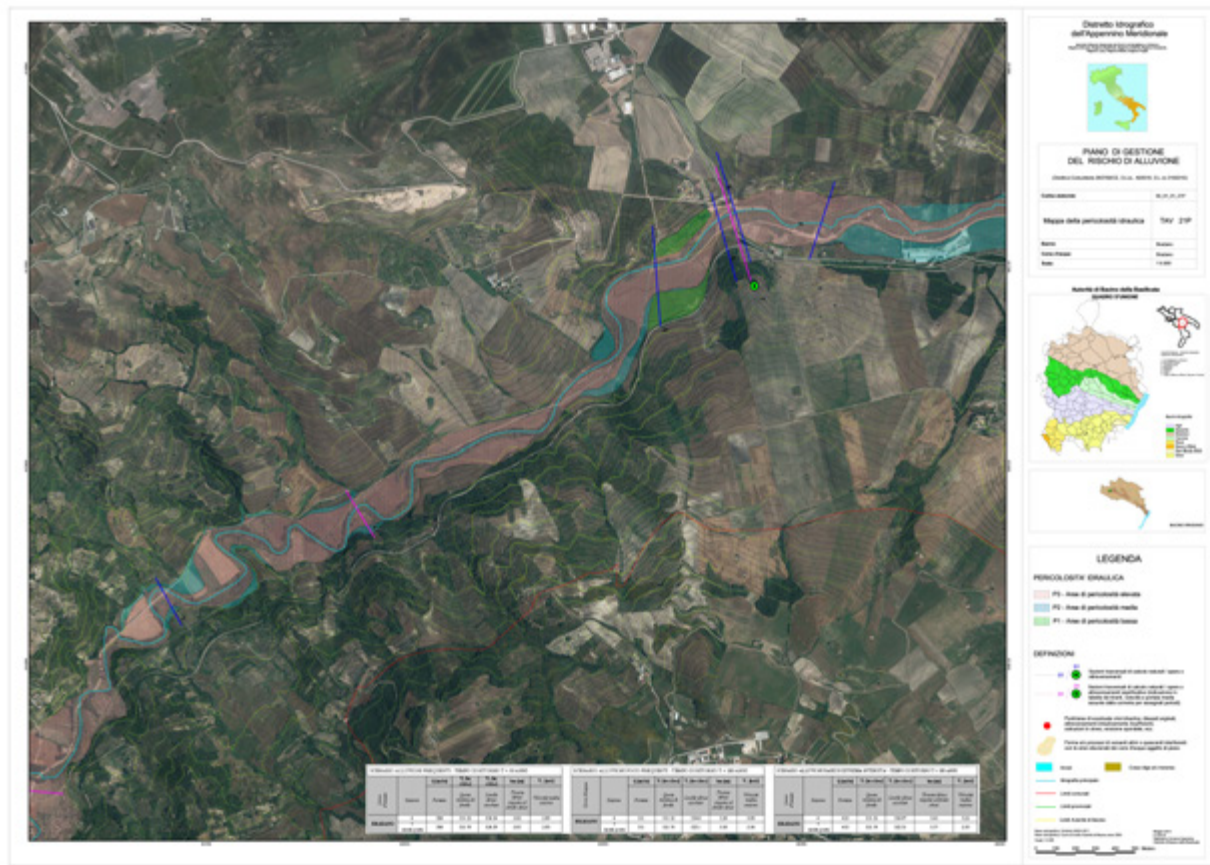


Figura 4.10: Tav. 21p del Piano Gestione del Rischio Idrogeologico (Mappa della Pericolosità Idraulica).

La caratterizzazione della sismicità dell'area di interesse è stata effettuata attraverso l'analisi del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani* (CPTI15 release 1.5 – Rovida, Locati, Camassi, Lolli e



(a) Giunto di dilatazione. Vista frontale.

(b) Giunto di dilatazione. Vista laterale.

Figura 4.11: Muro di contenimento posto a monte dello sfioratore a soglia

Gasparini 2019 e Rovida, Locati, Camassi, Lolli e P. 2020) consultabile al sito <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>. Tale catalogo è costituito dai terremoti che hanno interessato l'area italiana tra l'anno 1000 e il 2014. Per quel che concerne il periodo compreso tra il 2015 e il 2020, a completamento di tale catalogo, si è fatto ricorso al *Bollettino sismico della Rete Sismica Nazionale* gestita dall'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (<http://terremoti.ingv.it/>). Si è estesa l'area di ricerca per un raggio di circa 150,0 km dall'area di studio (figura 4.12 e tabella 4.2).

Dall'analisi della tabella 4.2 si evince come gli epicentri dei maggiori terremoti si trovino ad una distanza che varia da 30,06 km, per il terremoto del Vulture del 1851 con magnitudo $M_W = 6,52$, a 150,59 km, per il terremoto della Calabria Settentrionale del 1836 con magnitudo $M_W = 6,18$. Il terremoto di maggior intensità registrato per l'area di interesse è quello che ha interessato la zona dell'Appennino Centromeridionale nel 1456 con magnitudo $M_W = 7,19$ situato ad una distanza di 117,85 km (figura 4.12).

Il terremoto di maggior interesse è quello dell'Irpinia – Basilicata del 1980 con epicentro distante circa 54,73 km e con magnitudo $M_W = 6,81$. Il sisma, avvenuto il 23 novembre 1980, colpì le regioni Campania e Basilicata e parte della Puglia, interessando 688 comuni, di cui alcuni vennero completamente distrutti (Laviano (SA), Sant'Angelo dei Lombardi (AV) e Lioni (AV)) ed altri gravemente danneggiati

Dighe di Acerenza e Genzano

Anno	Epicentro	Latitudine	Longitudine	Intensità epicentrale	Magnitudo	Distanza
		<i>Lat</i> °	<i>Long</i> °	<i>I₀</i> –	<i>M</i> –	<i>d</i> km
1456	Appennino Centromeri- dionale	41,302	14,711	11	7,19	117,85
1857	Basilicata	40,352	15,842	11	7,12	47,13
1688	Sannio	41,283	14,561	11	7,06	128,00
1980	Irpinia - Basi- licata	40,842	15,283	10	6,81	54,73
1732	Irpinia	41,064	15,059	10 - 11	6,75	79,85
1694	Irpinia - Basi- licata	40,862	15,406	10	6,73	44,92
1561	Vallo di Diano	40,563	15,505	10	6,72	42,41
1646	Gargano	41,905	15,993	10	6,72	126,00
1805	Molise	41,500	14,474	10	6,68	146,23
1930	Irpinia	41,068	15,318	10	6,67	60,81
1627	Capitanata	41,737	15,342	10	6,66	117,82
1702	Sannio - Irpi- nia	41,120	14,989	10	6,56	87,80
1851	Vulture	40,960	15,669	10	6,52	30,06
1561	Vallo di Diano	40,650	15,389	9	6,34	47,27
1731	Tavoliere delle Puglie	41,274	15,757	9	6,33	57,55
1836	Calabria Set- tentrionale	39,567	16,737	9	6,18	150,59
1962	Irpinia	41,230	14,953	9	6,15	96,33
1361	Subappennino Dauno	41,205	15,561	9	6,03	57,05
1627	Capitanata	41,758	15,328	9	6,03	120,42
1466	Irpinia - Basi- licata	40,765	15,334	8 - 9	5,98	49,91

Tabella 4.2: Elenco dei maggiori terremoti che hanno interessato la regione.

(Caposele (AV), San Michele di Serino (AV), Senerchia (AV) e Teora(AV)). Le scosse innescarono numerose frane tra cui quelle di Calitri (AV), di Caposele (AV), di Calabritto (AV) e di Senerchia (AV) (<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/rischio-sismico/emergenze/irpinia-1980>). L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha individuato tre distinti fenomeni di rottura lungo diversi segmenti di faglia, compresi in un arco temporale di circa 40 secondi. Tali segmenti di faglia sono stati individuati sotto i monti Carpineta, Cervialto e Marzano. Nella tabella seguente sono riportati i terremoti registrati nell'area di interesse dall'anno mille ad oggi.

L'area dell'invaso non ricade in una Zona Sismogenetica precisa, ma la stessa si trova compresa in

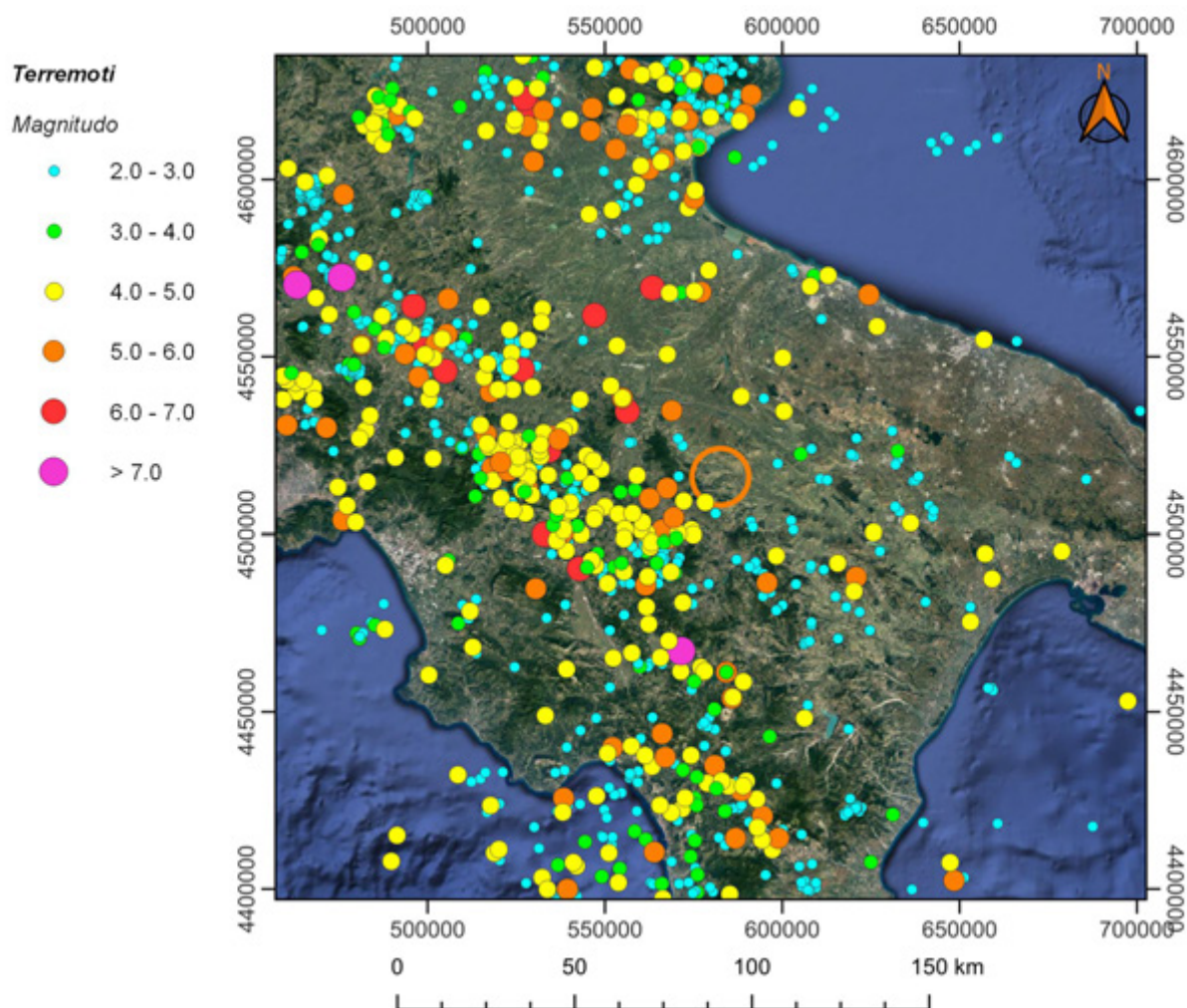


Figura 4.12: Terremoti registrati nell’area di interesse dall’anno mille ad oggi di magnitudo maggiore di 2.0.

un’area delimitata da tre differenti zone: **ZS925**, **ZS925** e **ZS927** (figura 4.13 e tabella 4.3).

Le tre zone presentano una magnitudo massima compresa tra 6,83 e 7,06 con meccanismi prevalenti

Zona	Nome	Magnitudo	Meccanismo di fagliazione prevalente
925	Ofanto	6,83	Normale
926	Basento	6,14	Normale
927	Sannio - Irpinia - Basilicata	7,06	Trascorrente

Tabella 4.3: Zone sismogenetiche ZS9.

di rottura per fagliazione normale (zone **ZS925** e **ZS926**) e trascorrente (zona **ZS927**).

Un recente studio (Santulin, Tamaro, Rebez et al. 2017 e Santulin, Tamaro, Slejko et al. 2017) ha proposto una rivisitazione delle zone sismogenetiche per tutta la regione italiana andando a mappare in

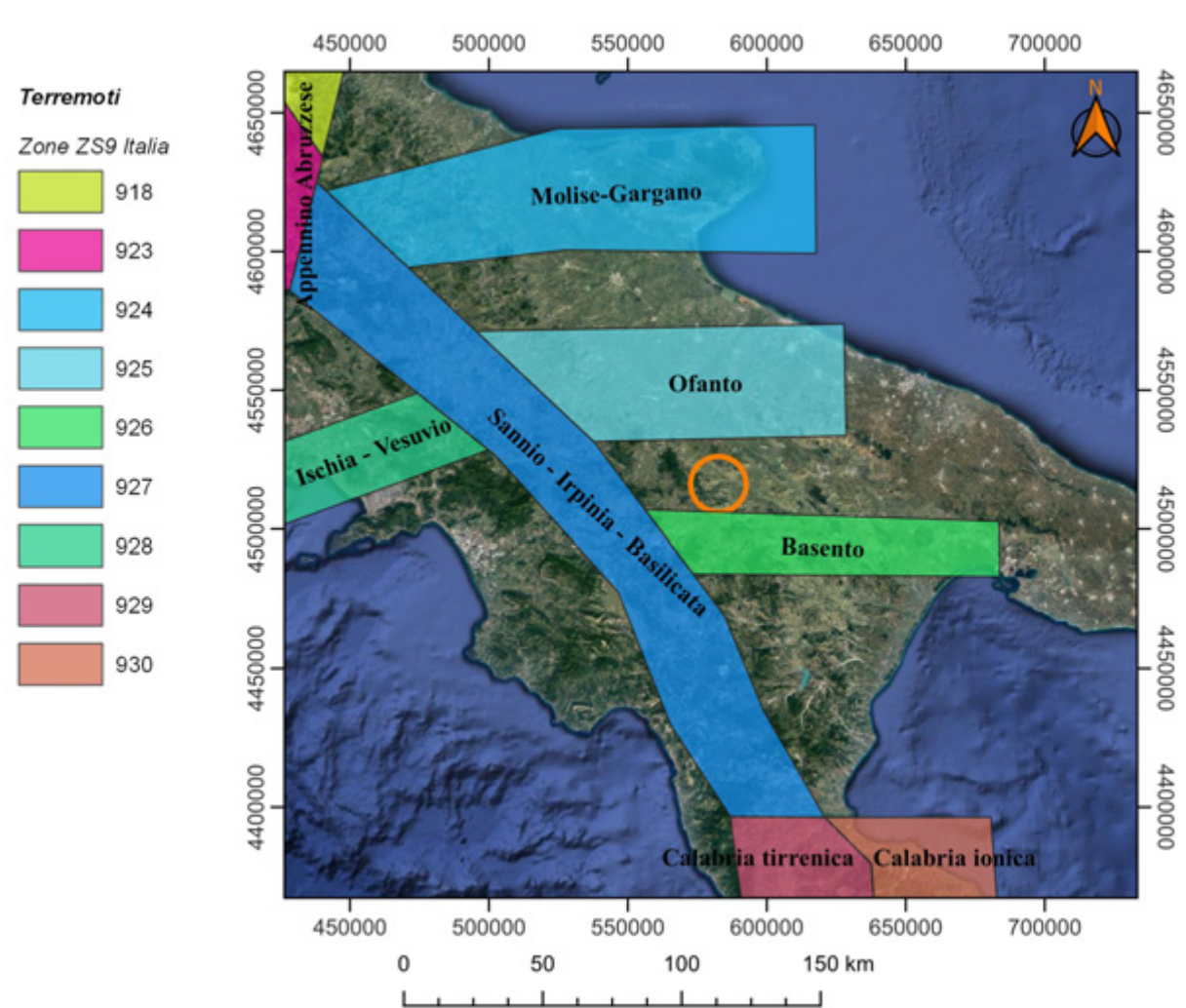


Figura 4.13: Zone sismogenetiche ZS9.

Zona	Nome	Magnitudo	Meccanismo di fagliazione prevalente
216	Barletta	7,0 - 7,3	Normale
200	Appennino Meridionale	7,5 - 7,8	Normale
215	Potenza - Matera - Taranto	7,0 - 7,3	Trascorrente

Tabella 4.4: Zone sismogenetiche proposte da Santulin et alii.

maniera più particolareggiata le zone stesse. In particolare l’area di studio rientra nella zona **332** denominata *ITAS312* e risulta compresa tra tre zone: Barletta, Appennino Meridionale e Potenza – Matera – Taranto con magnitudo di riferimento compresa tra 7,0 e 7,8 (figura 4.14 e tabella 4.4). Dal sito dell’INGV (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>) sono stati estrapolati i valori standard di accelerazione di picco al suolo *ag* (50° percentile) e relative incertezze (16° e 84° percentile) calcolati su griglia

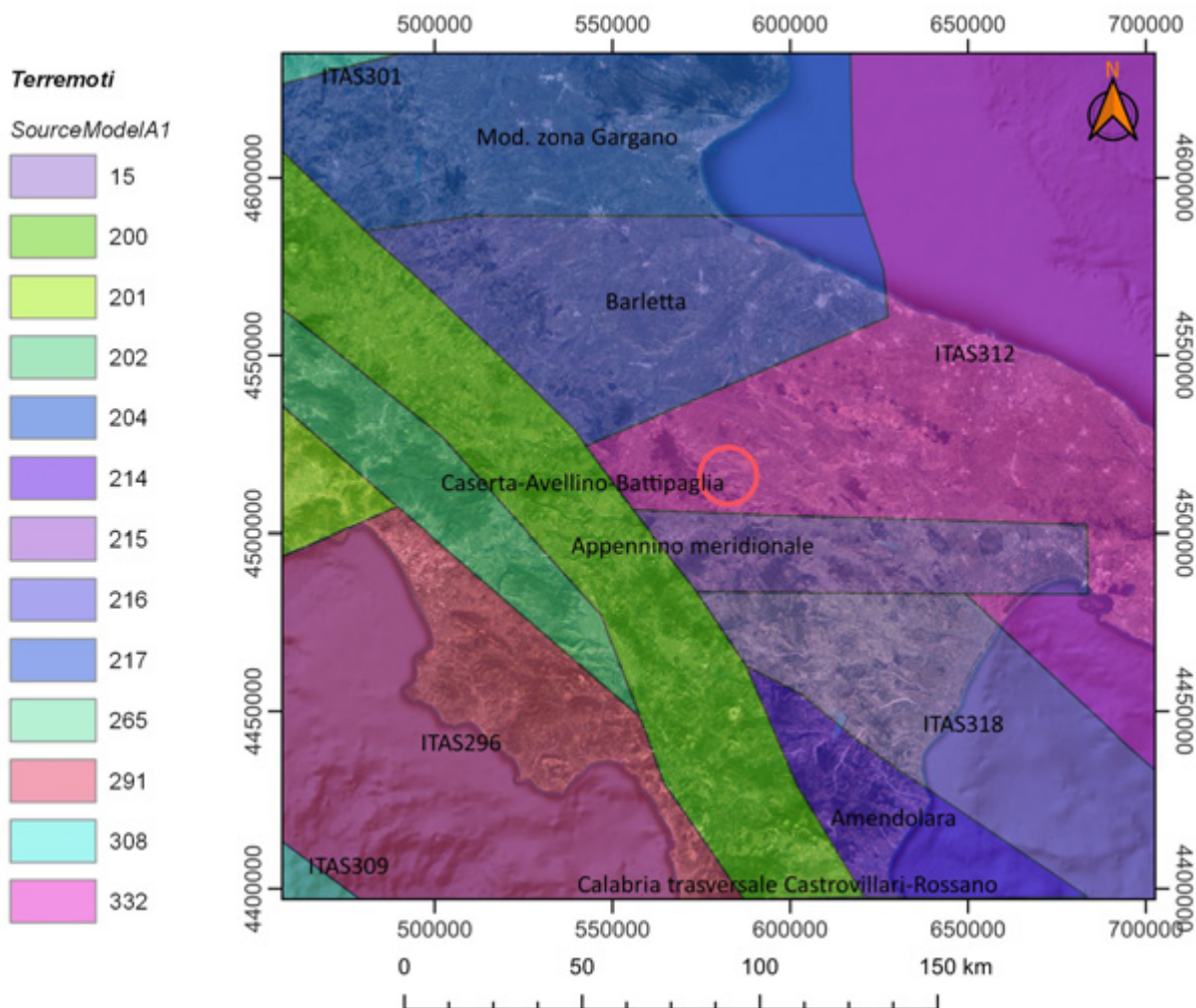


Figura 4.14: Zone simogenetiche da Santulin et alii, 2017.

con passo $0,02^\circ$ (STUCCHI ET ALII, 2004). L'area oggetto di studio presenta un'accelerazione compresa tra $0,100$ a $0,150$ g (figura 4.15).

Dall'analisi delle sorgenti sismiche (<http://diss.rm.ingv.it/> - Basili et al. 2008 e DISS Working Group 2018), mostrate in figura 4.16, si sono individuate diverse strutture sismiche in grado di generare terremoti di interesse per all'area di studio di cui le più prossime all'area di studio sono:

- ITCS089 – Rapolla-Spinazzola:** Questa Sorgente Composita si trova a cavallo dell'area compresa tra le regioni Campania e Puglia; in particolare essa ricade dalla parte settentrionale del vulcano Vulture fino al sistema di faglie trascorrenti che interessa l'avampese dell'Adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è quasi verticale con immersione a Nord. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al. 2008; Gruppo di Lavoro CPTI 2004; Pondrelli et al. 2006; Guidoboni et al. 2007), se si esclude il sisma che interessò il settore occidentale il 14 agosto 1851 di magnitudo $M = 6,3$,

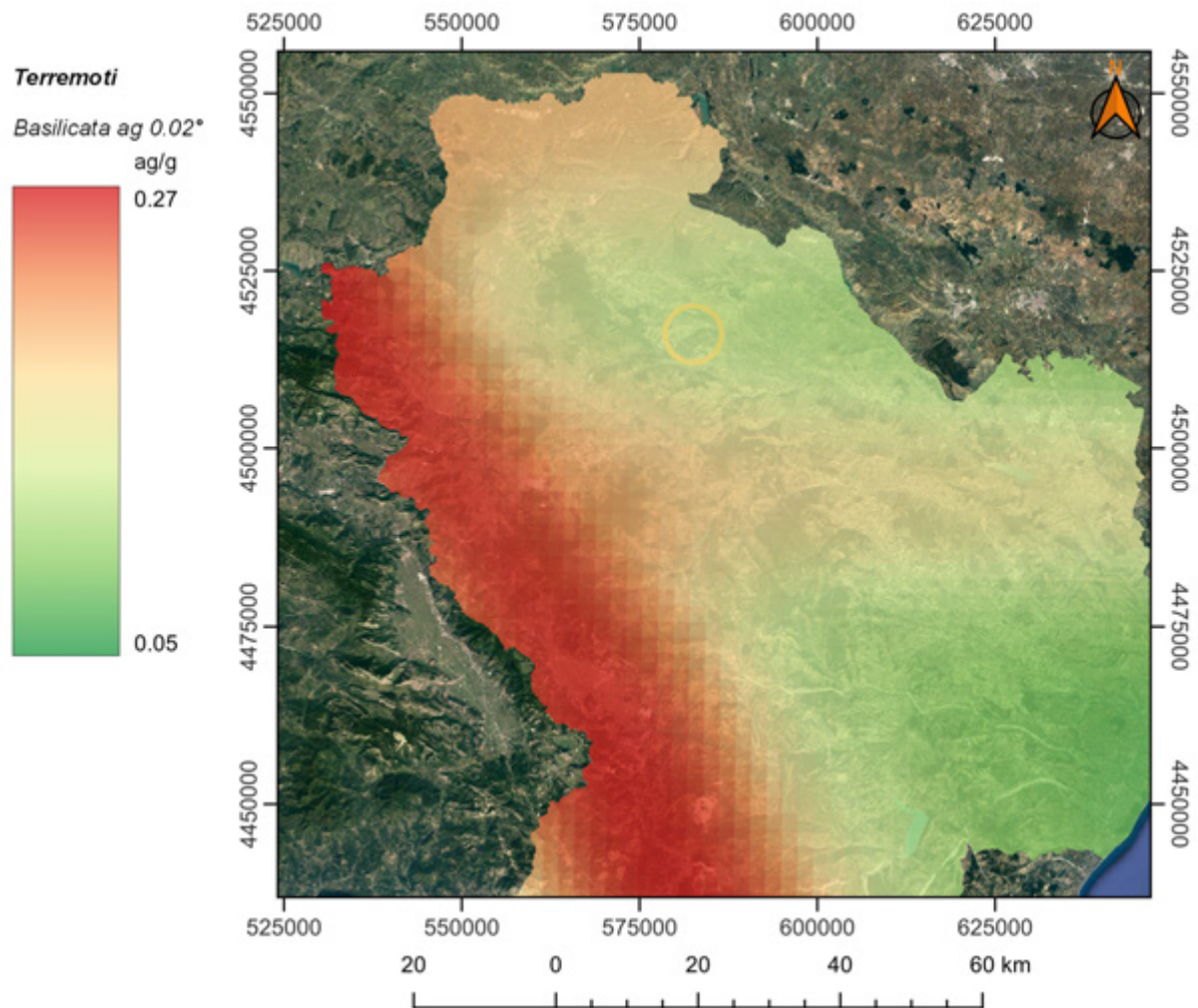


Figura 4.15: Variazione dei valori di ag/g.

mostrano una scarsa sismicità. Si pensa che questa sorgente sia composta da un sistema di faglie Est – Ovest.

- ITCS063 – Andretta-Filano:** Questa Sorgente Composita si trova a cavallo dell'area compresa tra le regioni Campania e Basilicata, appena a sud del vulcano Vulture, e appartiene al sistema di faglie trascorrenti destre che interessa l'avampaese dell'Adriatico centrale e meridionale. Questa sorgente è quasi verticale, con immersione a Nord. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al. 2008; Gruppo di Lavoro CPTI 2004; Pondrelli et al. 2006; Guidoboni et al. 2007) mostrano una scarsa sismicità intermedia in questa regione. La stessa è stata colpita da due dei più forti terremoti della storia sismica italiana; trattasi dell'evento del 8 settembre 1694 ($M = 6,9$) e del noto terremoto del 23 novembre 1980 ($M = 6,9$) che interessarono l'area dell'Irpinia. L'area fu interessata anche dall'evento del 7 giugno 1910 ($M = 5,9$).
- ITCS005 – Baragiano-Palagianello:** Questa sorgente composita si trova a cavallo dell'area com-

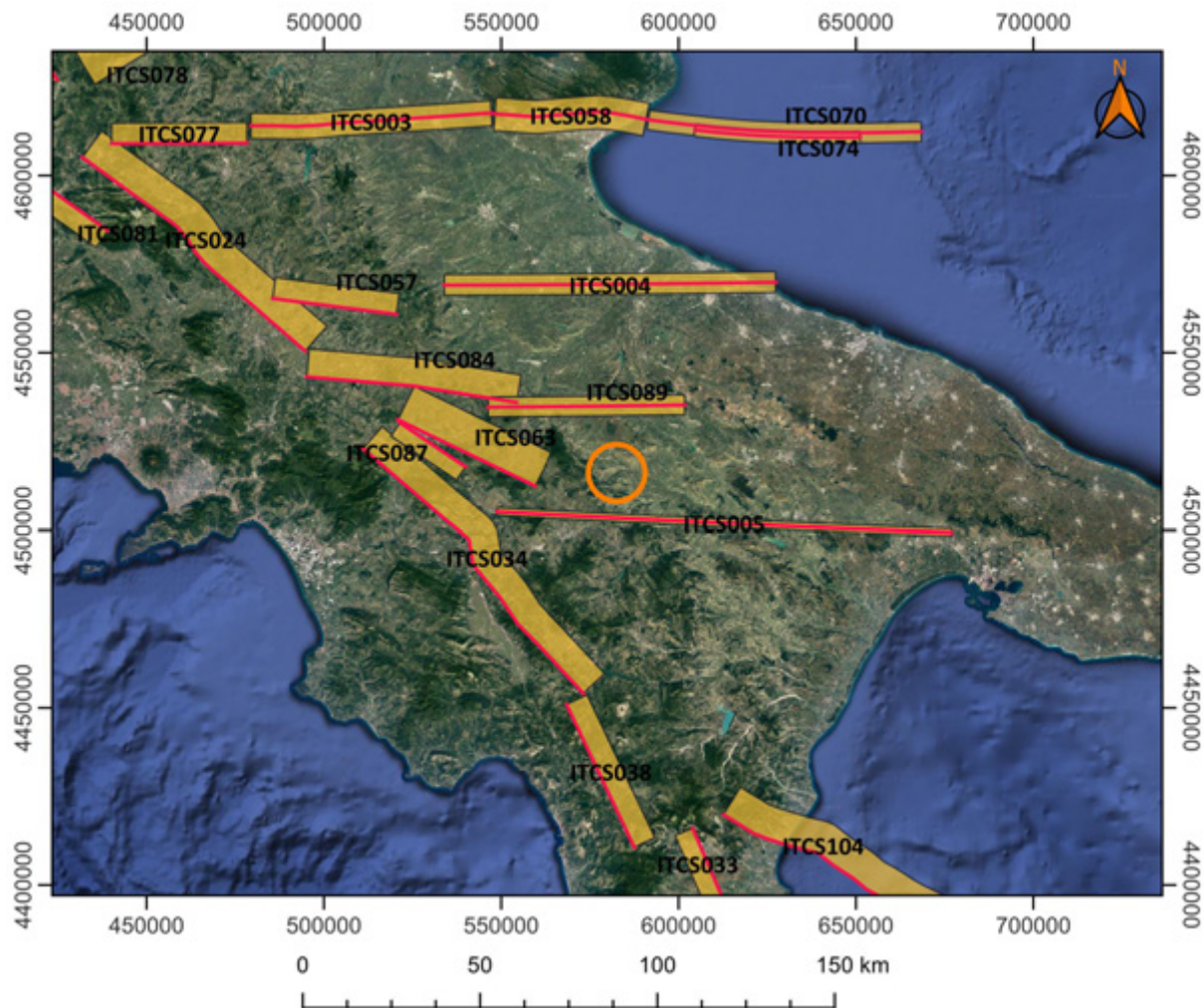


Figura 4.16: Sorgenti sismogenetiche composte.

presa tra le regioni Basilicata e Puglia; in particolare è compresa tra la città di Potenza fino la città di Taranto, e appartiene al sistema di trascorrenti che interessa la porzione centrale e meridionale dell'avampaese dell'Adriatico. Questa fonte è quasi verticale, con immersione a Sud. I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al. 2008; Gruppo di Lavoro CPTI 2004; Pondrelli et al. 2006; Guidoboni et al. 2007) mostrano una serie di sismicità intermedia in questa regione. Tuttavia, il settore occidentale dell'area fu colpito da alcuni terremoti di rilievo, tra cui quello del 13 febbraio 1963 ($M = 5,3$) e il 6 agosto 1954 ($M = 5,3$). L'area è nota soprattutto per la sequenza Potentina del 5 maggio 1990 - 26 maggio 1991 (rispettivamente $M = 5,8$ e $M = 5,2$).

Dallo studio delle sorgenti sismiche significative è stata calcolata la distanza minima r_{jb} tra la porzione centrale dell'adduttore (qui preso come punto centrale dell'area) e la proiezione sul piano campagna dei piani di faglia (Distanza di JOYNER & BOORE) dalla quale, unitamente alla magnitudo, è stata determinata la durata significativa del terremoto D_{sr} (Trifunac e Brady 1975) sul sito di interesse (tabella

4.5), attraverso al formula di Snaebjornsson e Sigbjornsson 2008.

Infine sono state individuate le faglie attive e capaci più prossime al sito di studio attraverso il Catalogo

ID	Sorgente	Profondità		Dip		Magnitudo	Distanza	Durata
		<i>min</i> <i>km</i>	<i>max</i> <i>km</i>	<i>min</i> <i>°</i>	<i>max</i> <i>°</i>	<i>M_W</i> —	<i>r_{jb}</i> <i>km</i>	<i>D_{sr}</i> <i>sec</i>
HRCS010	Palagruza	2,0	12,0	35	50	6,0	156,115	28,87
ITCS003	Ripabottoni - San Severo	6,0	25,0	75	90	6,7	104,166	33,25
ITCS004	Castelluccio dei Sauri - Trani	11,0	22,5	70	90	6,3	50,332	16,84
ITCS005	Baragiano - Palagianello	13,0	22,0	80	90	5,8	11,542	5,25
ITCS015	Crati Valley	1,0	10,0	40	70	6,0	133,711	26,20
ITCS024	Miranda - Apice	1,0	14,0	50	60	6,6	91,600	29,00
ITCS033	Pollino	1,0	10,0	55	65	6,2	102,320	24,80
ITCS034	Irpinia-Agri Valley	1,0	14,0	50	70	6,8	37,367	18,56
ITCS038	Rimendiello - Mormanno	1,0	12,0	55	65	6,4	62,900	20,47
ITCS057	Pago Veiano - Montaguto	11,0	25,0	60	80	6,9	76,566	30,70
ITCS058	San Marco in Lamis - Mat- tinata	0,0	25,0	75	90	6,4	95,489	26,59
ITCS059	Tocco Ca- sauria - Tremiti	11,0	20,0	65	90	6,0	146,713	27,77
ITCS063	Andretta - Filano	2,0	15,0	40	80	6,9	19,247	13,10
ITCS070	Deep Gondo- la Fault Zo- ne	14,0	25,0	70	90	5,5	97,213	16,18
ITCS074	Shallow Gondola Fault Zone	0,0	14,0	80	90	6,5	97,596	28,52
ITCS077	Pescolanciano- Montagano	11,0	25,0	60	80	7,0	139,745	47,36
ITCS084	Mirabella Eclano - Monteverde	1,0	16,0	55	75	6,7	34,545	16,71
ITCS087	Conza della Campania - Tolve	1,0	12,0	60	80	6,2	42,672	14,36
ITCS089	Rapolla - Spinazzola	12,0	23,0	70	90	6,3	16,087	8,40
ITCS104	Amendolara	1,0	10,0	40	50	6,3	95,094	25,06

Tabella 4.5: Elenco delle principali sorgenti sismogenetiche.

delle faglie capaci in Italia (ITHACA Working Group 2019 - <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>). L'area di studio non risulta attraversata da faglie attive e capaci (figura 4.17).

Dall'analisi effettuata, l'area di studio non è direttamente interessata dalla presenza di faglie attive e capaci. A Ovest, a cavallo del confine tra le regioni Basilicata e Campania, si ritrova un sistema di da faglie normali con direzione da Nord ovest – Sud Est a direzione Nord – Sud che seguono la direttrice principale dell'Appennino Meridionale.

In sintesi, dall'analisi degli studi fatti nell'area di studio, ci si può aspettare terremoti di magnitudo massima compresa tra 7,0 e 7,8 generati da sistemi di fagli diretti o trascorrenti ad andamento Appenninico normalmente ad alto angolo, con accelerazioni al suolo comprese tra 0,10 e 0,15. Non si ritiene pertanto



Figura 4.17: Faglie attive e capaci.

necessario nessun altro tipo di approfondimento.

4.4 Rischio incendi

Per l'analisi del rischio da incendi è stato consultato il webgis *aree percorse dal fuoco* del portale cartografico della Regione Basilicata, consultabile al sito del geoportale cartografico <https://rsdi.regione.basilicata.it/>, e realizzato grazie alla collaborazione tra l'UFFICIO FORESTE E TUTELA DEL TERRITORIO e l'UFFICIO AMMINISTRAZIONE DIGITALE, che raccoglie le aree percorse dal fuoco dal 2005 a novembre 2020 (figura 4.18).

L'area di esame degli incendi è stata limitata ai comuni all'interno dei quali ricadono il bacino idrografico sotteso alla diga di Acerenza, il bacino idrografico sotteso alla diga di Genzano e il percorso dell'adduttore Acerenza – Genzano.

Le aree percorse dal fuoco, ai sensi dell'art. 10 della L.353/2000, sono state perimetrate ed inseriti nel catasto delle aree percorse dal fuoco dal CORPO FORESTALE DELLO STATO dal 2004 al 2016 e dai CARABINIERI FORESTALE a partire dal 2017.

Le aree sono state suddivise in base all'uso del suolo:

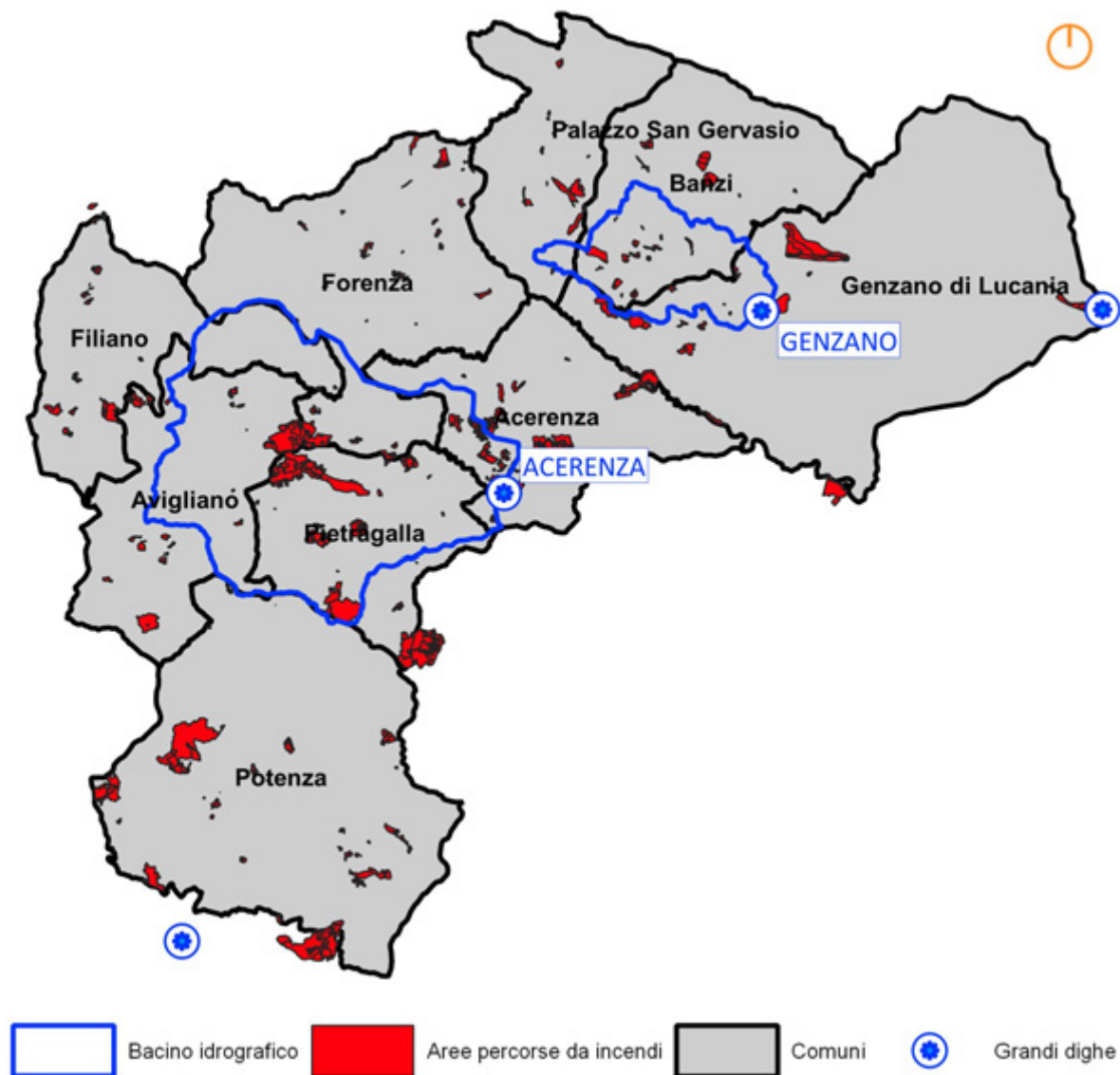


Figura 4.18: Aree percorse dagli incendi.

4.5 Rischi ambientali

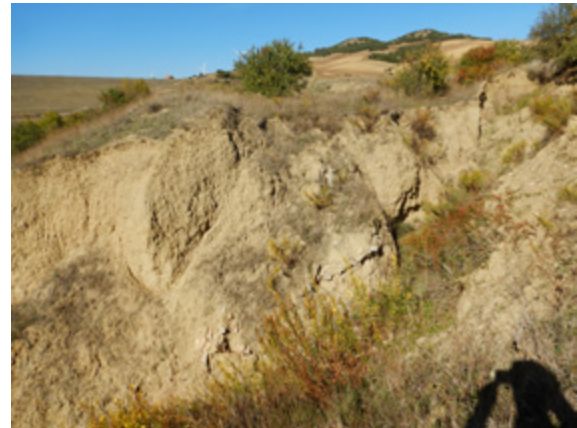
Per quel che riguarda i rischi ambientali, nelle aree di studio sono emerse due problematiche.

La prima connessa in parte alla realizzazione delle opere di sbarramento e in parte alla realizzazione di manufatti e di edilizia residenziale e non. Si è infatti riscontrata la presenza di diverse cave abbandonate di piccole dimensioni lungo le sponde degli invasi. Alcune di queste cave sono ad oggi occupate da edifici di vario genere.

La seconda problematica riguarda presenza di discariche abusive rilevate lungo i corsi d'acqua ricettori a valle delle opere di sbarramento. In particolare una di queste discariche, posta sul versante a monte del dissipatore di Genzano, è interessata da un fosso di erosione che l'ha profondamente incisa e che riversa



(a) Cava abbandonata.



(b) Discarica abusiva.

Figura 4.19: Rischi ambientali rilevati lungo le sponde dell'invaso di Genzano.

i sui detriti nell'alveo della fiumarella (figura 4.19).

4.6 Rischi connessi al funzionamento della diga

In Italia sono presenti 532 **grandi dighe** e circa 10.000 **piccole dighe**. Nel 2008, prima dell'entrata in vigore dell'attuale normativa di riferimento, si contavano 903 grandi dighe. Delle grandi dighe presenti il 60 % ha più di 50 anni, alcune hanno più di un secolo di vita. Un centinaio fra esse non sono ancora completamente operative perché non collaudate.

“Inoltre, il 90 % è stato costruito prima dell'entrata in vigore delle attuali norme tecniche e il 70 % è stato progettato senza prendere in considerazione l'attività sismica, perché al momento della costruzione non esistevano norme in tal senso” (<https://www.affarinternazionali.it/archivio-affarinternazionali/2019/09/dighe-quando-acqua-nasconde-rischi/>).

Con la Direttiva del PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI *Grandi Dighe* del luglio 2014 si sono distinte due tipologie di rischio:

1. il *rischio diga*, cioè rischio idraulico indotto dalla diga, conseguente ad eventuali problemi di sicurezza della diga, ovvero nel caso di eventi, temuti o in atto, coinvolgenti l'impianto di ritenuta o una sua parte e rilevanti ai fini della sicurezza della diga e dei territori di valle; tali problemi sono normalmente dovuti a: 1) materiali e tecniche di costruzione non adeguati; 2) errori di progettazione; 3) instabilità geologica; 4) cattiva manutenzione; 5) afflusso eccessivo di acqua; 6) scivolamento di grandi masse da pendii circostanti; 7) terremoti; 8) erosioni interne; 9) errori umani;
2. il *rischio idraulico a valle*, cioè rischio idraulico non connesso a problemi di sicurezza della diga ma conseguente alle portate scaricate a valle, ovvero con portate per l'alveo di valle che possono produrre fenomeni di onda di piena e rischio esondazione.

In Italia (<http://www.nonsolocarnia.info/sulle-grandi-dighe-pericolose-crollate-e-pericolanti/>), nel secolo precedente, si sono avuti diversi disastri legati a eventi che hanno interessato dighe o strutture di sbarramento e ritenuta.

Il 01 dicembre del 1923, la diga del Gleno, in val di Scalve, nelle Alpi Orobie, subì un catastrofico cedimento strutturale. Sei milioni di metri cubi d'acqua, fango e detriti precipitarono dal bacino artificiale a circa 1500 metri di quota, dirigendosi verso il lago d'Iseo e investendo l'abitato di Gorzone, di Boario e Corna di Darfo. I morti furono ufficialmente 356.

Il 13 agosto 1923 straordinarie precipitazioni iniziarono ad abbattersi improvvisamente sulle valli di Orba e Stura, in Piemonte, fino a portare al crollo dello sbarramento secondario della diga dell'Ortiglietto, posto sulla sella Zerbino (figura 4.21). Un fronte d'acqua fangosa largo due chilometri e alto venti metri, della portata di oltre 30 milioni di metri cubi, investì prima la comunità di Molare e successivamente i centri abitati di Olvada, Silvano, Capriata e Predosa. L'evento portò ad avere 111 persone fra morti e dispersi (figura 4.20 <https://www.viaggiatoriignoranti.it/2017/09/> - <https://www.valseriana.eu/eventi/>).

Il 04 novembre 1960, dalle pendici settentrionali del monte Toc, si staccò massa compatta di oltre 270



(a) Val di Scalve.



(b) Dissesto lungo il corpo diga.

Figura 4.20: Disastro di Gleno



Figura 4.21: Disastro di Molare

milioni di metri cubi di rocce e detriti, riversandosi nel sottostante bacino artificiale e provocando un'onda di piena alta più di 100 m che sormontò il rilevato della diga e si incanalò lungo la valle del Vajont (figura 4.22 <https://www.montagna.tv/148514/>).

L'onda di fango e detrito investì prima il comune di Erto e successivamente quelli di Casso, Longarone e Castelvezzano. Perdono la vita circa 1920 persone, tra cui centinaia di bambini.

Il 19 luglio 1985, in val di Stava nel Trentino, gli argini dei bacini di decantazione della miniera di



(a) *Il disastro del Vajont.*



(b) *Il disastro del Vajont.*

Figura 4.22: Disastro del Vajont

Prestavel cedettero provocando la fuoriuscita e discesa a valle di circa 180.000 m³ di fango, che travolsero violentemente l'abitato di Stava (figura 4.23 <https://www.ilpost.it/2015/07/19/tragedia-stava/> - <https://www.newentrymagazine.it/il-disastro-della-val-di-stava/>), nel comune di Tesero, provocando la morte di 268 persone.

Attualmente, la fine di prevenire questa tipologia di rischi, le grandi dighe sono soggette a verifica di vulnerabilità sismica, al fine di verificare la stabilità del corpo diga e delle opere accessorie, e verifica di tenuta idraulica al fine di verificare gli attuali franchi di sicurezza per evitare il sormonto della diga in caso di onda di piena.

Per ciò che concerne la vulnerabilità sismica delle dighe di Acerenza e Genzano, la struttura del Com-



(a) *Il disastro di Stava.*



(b) *Il disastro di Stava.*

Figura 4.23: Disastro di Stava

CAPITOLO N. 5

VINCOLI PAESAGGISTICI ED AMBIENTALI

5.1 Aree naturali protette

5.1.1 I parchi nazionali e regionali

Il territorio della Regione Basilicata ospita attualmente due parchi nazionali:

1. il PARCO NAZIONALE DEL POLLINO - istituito con D.M. 15 novembre 199 e comprende 24 comuni del territorio regionale lucano oltre ad altri comuni nel territorio della Regione Calabria;
2. il PARCO NAZIONALE DELL'APPENNINO LUCANO, VAL D'AGRI E LAGONEGRESE - istituito il 09 giugno 2006, ha una estensione di 67'564 ha lungo l'Appennino lucano, e ricopre un territorio di 29 comuni della Basilicata; i comuni interessati dal Parco sono: Abriola, Brienza, Armento, Calvello, Castelsaraceno, Corleto Perticara, Grumento Nova, Lagonegro, Laurenzana, Lauria, Marsiconuovo, Marsicovetere, Moliterno, Montemurro, Nemoli, Paterno, Pignola, Rivello, Roccanova, S. Chirico R., San Martino A., Sarconi, Sasso di C., Satriano di Lucania, Spinoso, Tito, Tramutola, Viggiano; nel territorio del Parco ricadono anche 10 siti rete natura 2000.

Inoltre la regione ospita tre parchi regionali:

1. il PARCO DI GALLIPOLI – COGNATO, PICCOLE DOLOMITI LUCANE - istituito con Legge Regionale n. 47/1997, comprendente i comuni di Pietrapertosa, Castelmezzano, Accettura, Calciano ed Oliveto Lucano;
2. il PARCO ARCHEOLOGICO STORICO NATURALE DELLE CHIESE RUPESTRI DEL MATERANO - istituito con Legge Regionale n. 11/1990, il territorio ricade, per oltre seimila ettari, nei Comuni di Matera e Montescaglioso, che ne rappresentano i vertici urbani, posti a nord ed a sud dell'area protetta;
3. il PARCO REGIONALE DEL VULTURE - istituito con Legge Regionale n. 28 del 20 novembre 2017, ai sensi della L.R. 28 giugno 1994 n. 28 e s.m.i., ha un'estensione di 6'518 ha, e vi fanno parte nove

comuni: Atella, Barile, Ginestra, Melfi, Rapolla, Rionero in Vulture, Ripacandida, Ruvo del Monte, San Fele.

5.1.2 Le riserve naturali

Nel territorio lucano sono presenti numero 8 riserve naturali statali e numero 6 riserve naturali regionali. Le riserve regionali di Pantano di Pignola, Lago piccolo di Monticchio, Abetina di Laurenzana e Lago Laudemio di Lagonegro, sono state istituite ai sensi della Legge Regionale n. 42/1980, sostituita dalla Legge Regionale n. 28/1994 con relativo D.P.G.R. del 1984, mentre riserve regionali di Bosco Pantano di Policoro ed Oasi di San Giuliano sono state istituite recentemente ai sensi della Legge Regionale n. 28/1994 e sono gestite dalle Amministrazioni Provinciali.

1. RISERVA NATURALE ORIENTATA REGIONALE DI S. GIULIANO - comprende i territori del Comune di Matera, Miglionico e Grottole. L'area, estesa per oltre 1'000 ha, appartiene al demanio dello Stato ed è in concessione al Consorzio di Bonifica di Bradano e Metaponto; ai sensi della L.R. 28/1994 è stata istituita, con apposito provvedimento legislativo regionale n. 39/2000, una Riserva Naturale Orientata con lo scopo di rafforzare le azioni di tutela e salvaguardia dell'intera area;
2. RISERVA NATURALE STATALE AGROMONTE SPACCIABOSCHI - istituita con D.M. 29.03.72, si estende su di una superficie di 51 ha; presenta i resti di una torre e di mura perimetrali e le vestigia di una chiesa di epoca bizantina coperta da una densa vegetazione forestale. Per quanto riguarda la fauna, significativa la presenza, anche se saltuaria, del lupo appenninico e di numerose specie di uccelli rapaci;
3. RISERVA STATALE COSTE CASTELLO - istituita con D.M. 11. settembre 1971, si estende per una superficie di 25 ha e ospita una densa vegetazione forestale accompagnata da specie erbacee da fiore tra le quali l'anemone appenninico, il bucanave, il giglio rosso e l'orchidea sambucina; la riserva comprende al suo interno il Castello di Lagopesole;
4. RISERVA NATURALE STATALE GROTTICELLE - istituita con D.M. 11 settembre 1971, si estende per 209 ha nel Comune di Rionero in Vulture; si tratta di un'oasi di protezione faunistica ai sensi della L.R. n. 39 del 1979; rappresenta un'area di notevole interesse scientifico in quanto presenta nella flora e nell'entomofauna aspetti ed elementi asiatico – balcanici;
5. RISERVA STATALE I PISCONI - istituita con D.M. 29 marzo 1972 occupa una superficie di 148 ha, e ospita una ricca fauna grazie alla densa vegetazione che favorisce la riproduzione indisturbata e protetta di numerose specie animali, tra le quali lupo, gatto selvatico, donnola e faina; il bosco, che presenta numerose specie di querce e frassini, è accompagnato da un folto sottobosco.; sono state inoltre rinvenute nell'area della riserva pitture rupestri risalenti al Paleo Mesolitico;
6. RISERVA STATALE METAPONTO - istituita con D.M. del 29 marzo 1972, e ricadente nel comune di Bernalda, è riserva naturale biogenetica statale per la presenza di ristagni retrodunali; si estende

su 240 ettari tra le foci del Bradano e del Basento e costituisce una fascia boscata di protezione a preminente formazione artificiale, caratterizzata da una associazione tipica di altre specie mediterranee;

7. Riserva Statale Monte Croccia - istituita con D.M. 11 settembre 1971, si estende per una superficie di 36 ha ed è costituita da un'area boscata a prevalenza di farnetto, con sottobosco rado, in cui, oltre al cinghiale, si rileva la presenza di specie quali volpe, faina, donnola e tasso; fra i rapaci si segnala la presenza dello sparviero. Al suo interno si ritrovano i resti di un'antica città alpestre fortificata;
8. Riserva Naturale Statale Rubbio – ricade nel Comune di Francavilla sul Sinni; si estende su di un'area di circa 211 ha ed è stata istituita con D.M. del 29 marzo 1972; nel bosco Rubbio di Francavilla sul Sinni vegeta uno degli ultimi relitti forestali della consociazione Fagus-Abies, collocata sulle pendici lucane del Pollino;
9. Riserva Statale Marinella Stornara - istituita nel 1977 con Decreto Ministeriale, questa riserva naturale biogenetica ricade in un'area di 45 ettari nel Comune di Bernalda;
10. RISERVA NATURALE REGIONALE ABETINA DI LAURENZANA - in questa riserva è da evidenziare la presenza dell'abete bianco, una specie glaciale relitta molto diffusa durante l'era della glaciazione, attualmente riscontrabile in pochi siti quali l'abetina di Ruoti e il Pomo.
11. RISERVA NATURALE ORIENTATA REGIONALE BOSCO PANTANO DI POLICORO - istituita con legge regionale 08 settembre 1999 n. 28, si tratta dell'area costiera del Metaponto in cui è presente la residua parte del bosco litoraneo riconosciuto come habitat di particolare valore naturalistico e storico;
12. RISERVA NATURALE REGIONALE LAGO LAUDEMIO - si tratta di un lago di origine glaciale ed è caratterizzata dalla presenza di particolari specie vegetali e animali;
13. RISERVA NATURALE REGIONALE LAGO PANTANO DI PIGNOLA - si tratta di un lago artificiale situato lungo una rotta di migrazioni, pertanto ospita una grande varietà di uccelli e alcuni insetti ed elementi di flora e di fauna endemici di estremo interesse;
14. RISERVA NATURALE REGIONALE LAGO PICCOLO DI MONTICCHIO – istituita nell'ambito della L.R. n. 28 del 1994, comprendente la foresta di Monticchio, che abbraccia in complesso una superficie di 2'368 ha, dei comuni di Atella e di Rionero in Vulture.

5.1.3 Aree naturali protette e Oasi W.W.F.

Altre aree naturali protette sono rappresentate da quelle aree di protezione e conservazione gestite da associazioni private di importanza internazionale quali il World Wide Fund for Nature (WWF), costituitosi

nel 1961. In Basilicata si ravvisa la presenza di Oasi WWF nei seguenti siti, già ricompresi tra le riserve naturali:

1. BOSCO DI POLICORO;
2. PANTANO DI PIGNOLA;
3. LAGO DI SAN GIULIANO.

5.2 Rete Natura 2000

5.2.1 La Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 è la rete delle aree naturali e seminaturali d'Europa, cui è riconosciuto un alto valore biologico e naturalistico. Oltre ad habitat naturali, la Rete Natura 2000 accoglie al suo interno anche habitat trasformati dall'uomo nel corso dei secoli, come paesaggi culturali che presentano peculiarità e caratteristiche specifiche.

L'obiettivo della RETE NATURA 2000 è contribuire alla salvaguardia della biodiversità degli habitat, della flora e della fauna selvatiche attraverso l'istituzione di *Zone di Protezione Speciale* Z.P.S. e di *Siti di Importanza Comunitaria* S.I.C., designati successivamente come *Zone Speciali di Conservazioni* Z.S.C.. Un S.I.C. e una Z.S.C. riguardano lo stesso sito, l'unica distinzione consiste nel livello di protezione. I S.I.C. sono adottati ufficialmente dalla COMMISSIONE EUROPEA, mentre le Z.S.C. sono designate dagli Stati membri in virtù di un atto giuridico, nei quali si applicano le misure necessarie per garantire la conservazione delle specie e dei tipi di habitat di importanza UE che vi sono presenti.

Il patrimonio naturale europeo costituisce una ricchezza inestimabile, con diverse migliaia di tipi di habitat naturali, oltre 10'000 specie vegetali e innumerevoli specie animali. In Basilicata sono istituite numero 17 Z.P.S. e numero 50 S.I.C..

5.2.2 Zone a Protezione Speciale Z.P.S.

Individuata ai sensi della direttiva comunitaria 79/409/CEE "Uccelli", questi siti sono abitati da uccelli di interesse comunitario e vanno preservati conservando gli habitat che ne favoriscono la permanenza. I siti Z.P.S. presenti all'interno del territorio lucano sono:

1. Bosco Cupolicchio;
2. Dolomiti di Pietrapertosa;
3. Lago Pantano di Pignola;
4. Monte Alpi – Malboschetto di Latronico;
5. Monte Paratiello;

6. Monte Raparo;
7. Monte Sirino;
8. Monte Volturino;
9. Monte Vulture;
10. Murgia S. Lorenzo;
11. Bosco Rubbio;
12. Bosco Pantano di Policoro e la costa ionica foce Sinni;
13. Foresta Gallipoli – Cognato;
14. Gravina di Matera;
15. Lago di S. Giuliano e Timmari;
16. Valle Basento-Ferrandina Scalo;
17. Valle Basento-Grassano Scalo-Grottole.

5.2.3 Siti di Interesse Comunitario S.I.C. e Siti a Speciale Conservazione Z.S.C.

Ai sensi della direttiva Comunitaria 92/43/CEE “*Habitat*” è stato istituito un elenco di S.I.C. della Regione Basilicata; tale direttiva è stata recepita dall'Italia nel 1997 tramite il Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 modificato e integrato dal D.P.R. 120 del 12 marzo 2003. I siti S.I.C. della Regione Basilicata sono riportati nell'elenco di seguito; alcuni di essi sono anche Z.P.S ed altri sono stati designati dalla stessa regione come Z.S.C.:

1. Abetina di Laurenzana;
2. Abetina di Ruoti;
3. Acquafredda di Maratea;
4. Bosco della Farnetta;
5. Bosco di Rifreddo;
6. Bosco di Magnano;
7. Bosco Mangarrone (Rifreddo);
8. Bosco Vaccarizzo;
9. Lago Duglia;

10. Casino Toscano e Piana di S. Francesco;
11. Faggeta di Moliterno;
12. Faggeta di Monte Pierfaone;
13. La Falconara;
14. Grotticelle di Monticchio;
15. Lago La Rotonda;
16. Lago Pertusillo;
17. Madonna del Pollino località Vacuarro;
18. Marina di Castrocucco;
19. Isola di S. Ianni e costa prospiciente;
20. Monte Caldarosa;
21. Monte della Madonna di Viaggiano;
22. Monte la Spina;
23. Monte Zaccana;
24. Monti Foi, Serra di Calvello;
25. Serra di Crispo;
26. Grande Porta del Pollino e Pietra Castello;
27. Timpa delle Murge;
28. Valle del Noci;
29. Bosco di Montepiano;
30. Costa ionica foce Agri;
31. Costa ionica foce Basento;
32. Costa ionica foce Cavone;
33. Bosco Cupolicchio di Pignola;
34. Monte Paratiello;
35. Monte Volturino;

36. Monte Vulture;
37. Murgia di S. Lorenzo;
38. Bosco Pantano di Policoro e costa ionica foce Sinni;
39. Foresta Gallipoli-Cognato;
40. Gravina di Matera;
41. Lago S. Giuliano e Timmari;
42. Valle Basento-Ferrandina Scalo, Valle Basento-Grassano Scalo-Grottole.

5.3 Rete I.B.A. - Aree di importanza per gli uccelli

Nel 1985, a seguito di una richiesta specifica della COMUNITÀ ECONOMICA EUROPEA, la BIRDLIFE INTERNATIONAL elaborò una lista di *Aree di Importanza per gli Uccelli (Important Bird Area)* da proteggere in maniera prioritaria. Nel 1989, fu pubblicato un repertorio di I.B.A. dell'Europa.

5.4 Beni Culturali e del Paesaggio

In Regione Basilicata i Beni Culturali e del Paesaggio vengono definiti e gestiti attraverso il D.Lgs del 22 gennaio 2004 n. 42l, attraverso il Piano Paesaggistico Regionale e la Legge regionale 11 agosto 1999 n. 23 Tutela, governo ed uso del territorio che stabilisce, all'art. 12 bis che *“la Regione, ai fini dell'art. 145 del D. Lgs. n. 42/2004, redige il Piano Paesaggistico Regionale quale unico strumento di tutela, governo ed uso del territorio della Basilicata sulla base di quanto stabilito nell'Intesa sottoscritta da Regione, Ministero dei Beni e delle attività Culturali e del Turismo e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare”*.

La Regione Basilicata, con Deliberazione di Giunta Regionale n°1048 del 22.04.2005, avviò l'iter per procedere all'adeguamento dei vigenti *Piani Paesaggistici* di area vasta alle nuove disposizioni legislative. La Legge Regionale n°20 del 12.02.1990 definiva sette *Piani Paesaggistici di Area Vasta*:

1. Laghi di Monticchio (o del Vulture);
2. Volturino-Sellata-Madonna di Viggiano;
3. Gallipoli-Cognato;
4. Massiccio del Sirino;
5. Metapontino;
6. Maratea – Trecchina – Rivello;

CAPITOLO N. 6

ANALISI MULTIRISCHIO

Al fine di redigere una sintesi che tenesse conto di tutte le problematiche, i vincoli e i rischi precedentemente esposti si è realizzata una Carta Multirischi dell'intero territorio dove ricadono le dighe di Acerenza e Genzano e l'adduttore Acerenza – Genzano. Per la realizzazione della carta si è scelto di non partire dalla sovrapposizione delle diverse carte del rischio e/o pericolo, attraverso una analisi multivariata (cluster analysis, analisi delle componenti principali o analisi fattoriale, regressione multipla, ecc. ...). I motivi di tale scelta sono legati alla grande disomogeneità dei dati presenti sul territorio:

1. presenza di carte di diversa tipologia – carte del pericolo, come le carte delle fasce alluvionabili, e carte del rischio, come le carte del rischio da frana;
2. carte del pericolo o del rischio basate su diversi principi – carte basate sulla suscettibilità a un determinato pericolo o rischio, come la carta del rischio da incendi, e carte basate sui fenomeni misurati e realmente avvenuti, come la carta del rischio da frana;
3. mancanza di carte del pericolo o del rischio per alcuni fenomeni – distribuzione di alcuni fenomeni che sono cartografati ma solo come distribuzione dell'intensità o della tipologia di fenomeno, come la carta della PGA.

Si è scelto quindi di partire dal confronto tra gli elementi esposti e l'elemento di disturbo, che nel caso in esame è rappresentato dalle dighe di Acerenza e Genzano e dalla strutture ad esse connesse (elementi funzionali alla diga) creando una Matrice degli elementi (figura 6.1):

1. ELEMENTI ESPOSTI **E**:

- (a) **E1** - *Zone naturali* – Boschi, Pascoli, Laghi e Fiumi ...
- (b) **E2** - *Zone agricole* – Seminativi, Frutteti e manufatti agricoli ...
- (c) **E3** - *Zone urbanizzate* – Centri cittadini, zone industrializzate e grandi infrastrutture (centrali, porti e aeroporti) ...

2. ELEMENTI FUNZIONALI ALLA DIGA D:

- (a) **D0** - Aree non interessate al funzionamento della diga
- (b) **D1** - Affluente ricettore
- (c) **D2** - Bacino idrografico
- (d) **D3** - Invaso, corpo diga e opere accessorie – In queste aree rientrano anche i versanti i cui effetti si fanno direttamente risentire sull'invaso.

Le Zone urbanizzate sono state a loro volta divisi in due tipologie:

- **E3a** – Aree fortemente urbanizzate con alta densità abitativa, aree con importanti insediamenti produttivi e/o industriali, centrali per la produzione di energia o importanti centri storici e culturali;
- **E3b** – Aree debolmente urbanizzate o di espansione.

			Elementi funzionali alla diga			
			D0	D1	D2	D3
			Aree non funzionali alla diga	Affluente ricettore	Bacino idrografico	Invaso e corpo diga
Elementi esposti	E1	Aree naturali	D0.E1	D1.E1	D2.E1	D3.E1
	E2	Aree agricole	D0.E2	D1.E2	D2.E2	D3.E2
	E3b	Aree debolmente urbanizzate	D0.E3b	D1.E3b	D2.E3b	D3.E3b
	E3a	Aree fortemente urbanizzate	D0.E3a	D1.E3a	D2.E3a	D3.E3a

Figura 6.1: Matrice degli elementi esposti.

Per ogni cella della matrice si sono individuate le criticità di tipo geologico ed ambientale:

1. GEOLOGICO

- (a) Rischio idraulico
- (b) Rischio geomorfologico
- (c) Rischio vulcanico (non presente nell'area di interesse)
- (d) Rischio sismico

2. AMBIENTALE

- (a) Rischio incendi

(b) Desertificazione (non presente nell'area di interesse)

(c) Inquinamento

Successivamente si sono stabilite le modalità di intervento per ogni singola cella della matrice.

Alla fine in base alla criticità e alle modalità di intervento si è costruita la Matrice del rischio (figura 6.2).

			Elementi funzionali alla diga			
			D0	D1	D2	D3
			Aree non funzionali alla diga	Affluente ricettore	Bacino idrografico	Invaso e copro diga
Elementi esposti	E1	Aree naturali	R1	R2	R3	R4
	E2	Aree agricole	R2	R2	R3	R4
	E3b	Aree debolmente urbanizzate	R3	R3	R4	R4
	E3a	Aree fortemente urbanizzate	R4	R4	R4	R4

Figura 6.2: Matrice degli elementi esposti.

1. **R1** – *Rischio basso*. Aree naturali a Rischio basso, eccetto per situazioni locali, dove prevalgono gli interventi non strutturali di manutenzione e monitoraggio. In queste aree si lascia la possibilità ai fenomeni di evolversi in maniera del tutto naturale, intervenendo soltanto con misure di manutenzione come la rimozione di sedimenti che dovessero ostruire i corsi d'acqua generando dighe temporanee. Gli interventi strutturali dovranno comunque previsti per la messa in sicurezza delle infrastrutture lineari come strade e gasdotti o puntuali.
2. **R2** – *Rischio moderato*. Aree naturali e/o agricole a Rischio moderato dove i fenomeni esistenti non hanno effetti sul funzionamento della diga. In queste Aree si darà importanza agli interventi di sistemazione idraulico – forestale con particolare riguardo agli interventi di ingegneria naturalistica ove possibile. Dovrà essere garantito sempre l'utilizzo del suolo per scopi agricoli. Gli interventi strutturali dovranno comunque previsti per la messa in sicurezza delle infrastrutture lineari come strade e gasdotti o puntuali, o per gli insediamenti e i manufatti agricoli. Dovranno essere adottate le prassi agricole e di uso del suolo mirate a non aggravare dissesti in atto e a evitare un impoverimento del suolo.
3. **R3** – *Rischio elevato*. Aree debolmente urbanizzate e aree naturali e/o agricole del bacino idrografico a Rischio elevato dove i fenomeni esistenti hanno effetti indiretti sul funzionamento della diga. Per

ciò che concerne le aree di bacino idrografico gli interventi dovranno essere rivolti prevalentemente a non creare problemi al corretto funzionamento della diga con particolare riguardo al trasporto solido in caso di eventi eccezionali. Nelle are debolmente urbanizzate si dovrà dare particolare risalto alle prassi costruttive cercando di non appesantire eccessivamente il carico urbano.

- R4** – *Rischio molto elevato*. Aree con forte presenza di beni esposti e alto rischio per la vita umana a Rischio molto elevato dove prevalgono gli interventi strutturali.

Alla scala di lavoro non si è ritenuto utile cartografare le infrastrutture lineari che, per i fini di questo studio, dovranno sempre rientrare in aree a Rischio elevato o Rischio molto elevato. Per ogni progetto da realizzare sono state definite delle fasi di lavoro per come da seguire per la corretta realizzazione delle stesse (figura 6.3).

FASI	REALIZZAZIONE DELLE FASI											
Fase di studio												
Monitoraggio ambientale e dei fenomeni												
Manutenzione dei luoghi												
Progettazione												
Realizzazione opere strutturali di mitigazione												
Realizzazione opere accessorie di mitigazione												
Realizzazione opere di riqualificazione												
Implementazione strumentazione di monitoraggio												
Monitoraggio delle opere												
Manutenzione delle opere												

Figura 6.3: Schema delle fasi da realizzare per i vari progetti.

CAPITOLO N. 7

LA STRATEGIA TERRITORIALE

Gli invasi di Acerenza e Genzano si trovano in una zona montuosa in forte pendenza, nell'Appennino lucano. Il lago di Acerenza è circondato per due terzi da boschi di grande rilevanza botanica ed ecologica residui delle antiche e ben più estese foreste del Vulture alto-bradano, con la tipica fauna appenninica. Il birdwatching viene attualmente praticato da un casotto rurale nel fondo de "Il Maglio", situato sul lato est dell'invaso di Acerenza. Nell'invaso, anche grazie agli incontrollati ripopolamenti per la pesca sportiva, vi è la presenza di numerose specie ittiche aliene. Risulta quindi di estrema importanza assicurare la continuità ecologico-funzionale dei corsi d'acqua e il *Deflusso Minimo Vitale* (DMV) in grado di permettere, a breve e a lungo termine, la salvaguardia della normale struttura naturale dell'alveo e, di conseguenza, la presenza di una biocenosi che corrisponda alle condizioni naturali.

L'area attraversata dall'adduttore Acerenza-Genzano, è caratterizzata da una sequenza di rilievi col-

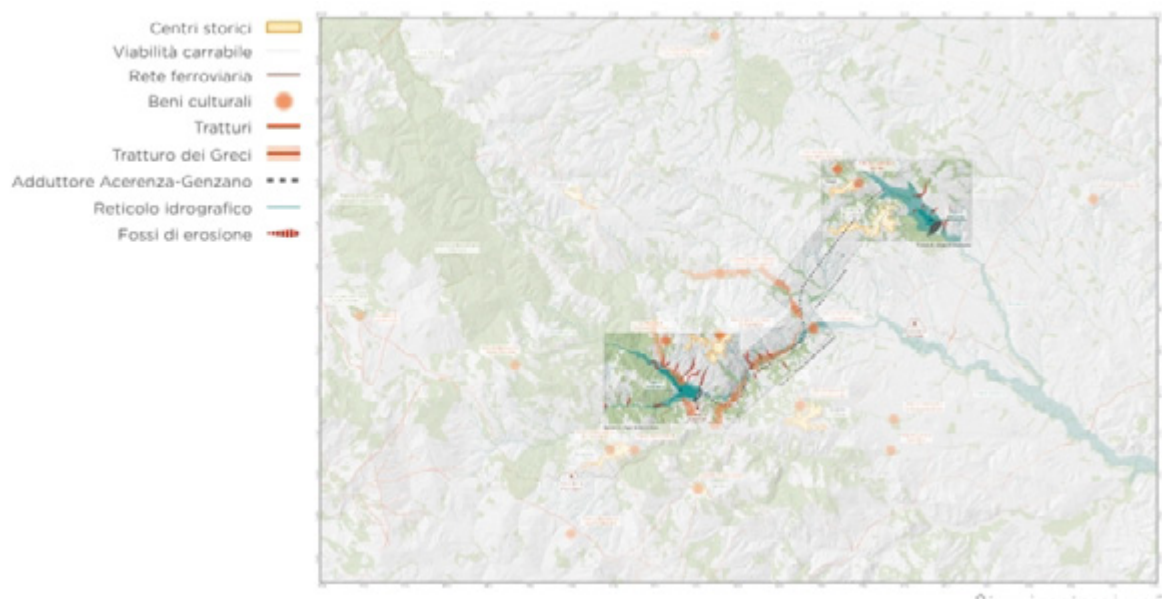


Figura 7.1: Paesaggi culturali a rischio per l'ambito territoriale del sistema dighe di Acerenza e Genzano.

In Italia l'intrecciarsi di queste vie armentizie, stimato in 3.100 km, si rileva nei territori delle regioni



centro-meridionali. Le vie erbose si trovano diffuse principalmente in Abruzzo, Molise, Umbria, Basilicata, Campania e Puglia. Le loro piste erano percorse nelle stagioni fredde in direzione sud, verso la Puglia, dove esisteva, presso la città di Foggia la Dogana delle Pecore, mentre nei mesi caldi le greggi percorrevano il percorso inverso tornando ai pascoli montani dell'Appennino centrale dove la pastorizia era invece regolata dalla Doganella d'Abruzzo. L'intero apparato stradale si origina nelle zone montane

e più interne dell'area abruzzese e si conclude nel Tavoliere delle Puglie. Lungo i percorsi si incontravano campi coltivati, piccoli borghi dove si organizzavano le soste, dette stazioni di posta, chiese rurali, icone sacre, pietre di confine o indicatrici del tracciato.

In epoca contemporanea, nel 1959, il Commissariato delle vie armentizie ha contato lungo gli assi Puglia – Basilicata 14 tratturi, 71 tratturelli e 13 riposi, dove le greggi potevano sostare durante la transumanza. Tuttavia solo un decreto del Ministero per i Beni Culturali e Ambientali del 22 dicembre 1983 ha stabilito di tutelare, con la legge del 1939, anche i tratturi della Puglia e della Basilicata. Infine, nel 1984, fu edito l'inventario d: nel IV volume si evince per la provincia di Potenza l'esistenza di soltanto una parte delle mulattiere e dei tratturi dell'Archivio del Tavoliere di Puglia documentati sui fogli di mappa in scala 1:10000, aggiornati tra il 1909 e il 1911 a causa dei danni subiti nel corso della II Guerra Mondiale dagli archivi di Foggia e Napoli.

La strategia territoriale proposta intende organizzare aree di accoglienza e servizio in prossimità dei



Figura 7.3: Trasferimento di greggi su tratturi trasformati in strade asfaltate.

percorsi tratturali con pannelli informativi che illustrino i vari aspetti di quel determinato paesaggio, favorendo la mobilità pedonale, equestre e ciclabile lungo il tracciato dei tratturi, in collegamento con la rete sentieristica che le sezioni del CAI di Campobasso e Isernia vanno tracciando. Si tornerebbe così a sentire il tratturo come luogo privilegiato degli spostamenti con l'unica eccezione di quelli automobilistici. Pertanto, nell'ambito di una strategia territoriale sono state definite 4 macro-aree di studio:

- **Diga di Acerenza** - Interventi di messa in sicurezza della Diga e salvaguardia di tutti i beni culturali interessati da criticità;

Dighe di Acerenza e Genzano

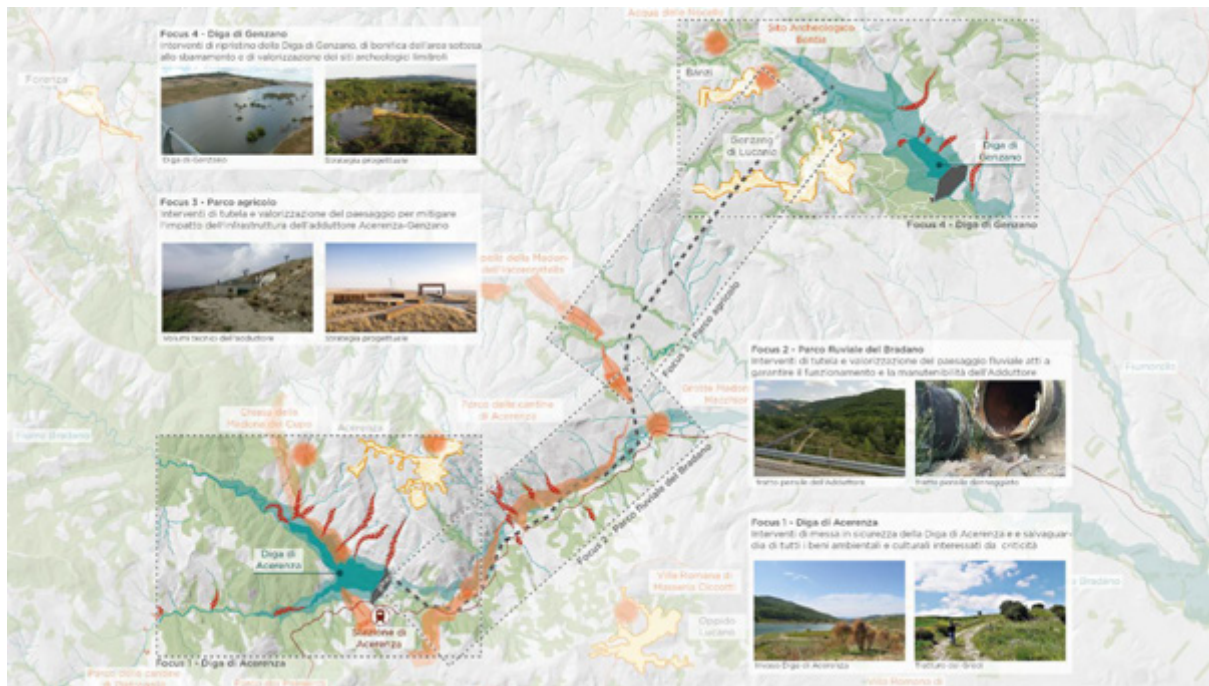


Figura 7.4: Definizione di 4 macro-aree di studio.

- **Parco fluviale del Bradano** - Interventi di tutela e valorizzazione del paesaggio fluviale atti a garantire il funzionamento e la manutenibilità dell'adduttore;
- **Parco agricolo** - Interventi di tutela e valorizzazione del paesaggio per mitigare l'impatto dell'infrastruttura dell'adduttore Acerenza-Genzano;
- **Diga di Genzano** - Interventi di ripristino della diga, di bonifica dell'area sottesa allo sbarramento e di valorizzazione dei siti archeologici limitrofi;

CAPITOLO N. 8

STRATEGIA DI PROGETTO PER LA DIGA DI ACERENZA

8.1 Premesse progettuali

Gli elementi del sistema dell'infrastruttura idrica e del paesaggio che emergono dagli studi e dalle valutazioni precedentemente sviluppate, rappresentano i punti focali della nuova strategia di progetto imperniata sulla riscoperta di nuove e antiche relazioni che possono definire un progetto contemporaneo per questo territorio.

La strategia di progetto si sviluppa a partire da uno specifico carattere di vulnerabilità dell'invaso di Acerenza legato alla mutevolezza del suo paesaggio, variabile a seconda delle diverse condizioni stagionali del livello d'acqua e riletto come uno spazio in cui il rischio erosione diventa reale occasione per il progetto di paesaggio nei territori vulnerabili.

Sulla base delle indicazioni progettuali relativamente ai livelli di minima regolazione, di massima regolazione ed di massimo invasore, sono stati individuati tre scenari principali di invasore:

- il primo scenario si riferisce ad un orizzonte di breve periodo, legato al regime di invasore attuale e che resterà tale fino al completamento dei lavori di adeguamento delle opere accessorie e di sbarramento;
- il secondo scenario rappresenterà il livello di invasore risultante dalle medie stagionali con la diga a pieno regime;
- il terzo scenario si riferisce ai casi di surplus idrico dovuto ai periodi di piena dei corsi d'acqua immissari.

Pertanto, la strategia progettuale generale ha tenuto conto di tali scenari, assicurando la fruizione e il funzionamento dei vari elementi progettuali in tutte le fasi.

Il secondo elemento fondamentale con cui si è confrontato il progetto è stata la gestione dei rischi che interessano l'area:

1. il rischio idro-geologico, presente in particolare in corrispondenza del versante in sponda sinistra;

2. il rischio ambientale relativo ad un habitat naturale a rischio impoverimento della biodiversità;
3. i paesaggi a rischio.

Per ognuno di essi il progetto ha messo in campo una soluzione di gestione che è anche occasione per la creazione di luoghi di fruizione e al contempo di conoscenza e osservazione del paesaggio.

8.2 L'opzione "0"

Le aree delle due diverse dighe sono visivamente molto interessanti, perché ci ritroviamo in ambienti aperti dove la componente naturalistica dialoga con quella artificiale dell'invaso. Questo dialogo crea, data la mole dello spazio, delle sensazioni anche di impotenza ma anche spaesamento nei confronti degli attori non protagonisti che dominano la scena naturale del luogo ossia tutti gli elementi architettonici della diga. Questo dialogo che per tanti è anche uno scontro è ciò che accomuna allo stato di fatto sia la diga di Acerenza che quella di Genzano.

Se inizialmente l'obiettivo è stato la ricerca delle cause che avrebbero pregiudicato la sicurezza ed il



Figura 8.1: Paramento di valle della diga di Genzano.

funzionamento della diga e quindi la conseguenza progettazione di dispositivi che eliminassero il rischio e che contemporaneamente mitigassero l'impatto di questi interventi necessari per la messa in sicurezza dell'area, mantenendo inalterata la vocazione naturale del luogo, successivamente l'obiettivo è cambiato virando verso altre considerazioni e soprattutto iniziando a domandarci se tutti questi interventi fossero realmente la soluzione giusta al problema che probabilmente non era più il problema di partenza.

E quindi, in prima battuta, abbiamo studiato le due dighe, contestualizzandole sia rispetto all'ambiente



(a) Sfiatore in Dx diga di Acerenza.



(b) Sfiatore in Sx diga di Genzano.

Figura 8.2: Opere accessorie di regolazione del livello idrico.



(a) Sfiatore a soglia diga di Acerenza.



(b) Pozzo di accesso alla camera di manovra diga di Genzano.

Figura 8.3: Opere accessorie di regolazione del livello idrico.



Figura 8.4: Paramento di valle della diga di Genzano.

naturale, storico, culturale ma anche e soprattutto contestualizzandole tra di loro e ricercando una potenziale comunicazione fisica tra questi due macro habitat/ambienti cercando di superare quel senso di spaesamento su citato. Essendo l'area molto vasta, dopo questa prima fase d'identikit dei due invasi, è nata la timida idea di creare un'infrastruttura verde che potesse essere un mezzo di collegamento alternativo, trasversale nonché funzionale tra le due dighe, pensate a quel punto come un'unica area parco, da tutelare e salvaguardare, dove il parco agricolo di Genzano s'incontrava con il parco fluviale di Acerenza. Messa da parte l'idea di questa infrastruttura verde, è stato strategicamente deciso in un aumento di scala, concentrando l'intervento sull'area della diga di Acerenza, scelta data sia dall'immediata relazione con il fiume Bradano sia perché più interessante dal punto di vista naturalistico e storico culturale. Impostando i dati del problema è stata definita una strategia considerando un paesaggio suscettibile a cambiamenti e per questo mutevole. L'area è stata frazionata e metaforicamente tematizzata in 5 macroaree basate in parte sulla vocazione della specifica area e in parte per esigenze strategiche. Nello specifico le aree evidenziate sono di seguito riportate:

1. la sponda sinistra come sistema di approdo;
2. il fosso come sistema di risalita verso Genzano;
3. la diga come sistema di attraversamento;
4. la stazione di Acerenza come nodo di scambio strategico;
5. la sponda destra naturalistica.

Ogni punto è definito progettualmente, ampiamente discusso nei paragrafi precedenti e rappresentato nelle tavole di supporto al lavoro.

Il problema nasce quasi contemporaneamente alla previsione di spesa di questi interventi, perché cade all'attenzione una problematica a cui non si poteva essere indifferenti, che ha messo in discussione quanto detto in parte dei capitoli precedenti ossia l'arretramento del litorale costiero nazionale e nel caso specifico, considerato che il Bradano sfocia nel mar ionico, quello del litorale jonico.

Approfondendo la ricerca, è stata focalizzata l'attenzione sulle attività di ricerca sviluppate nell'ambito del progetto di interesse nazionale **PRIN2002 "I depositi eolici delle coste italiane e il flusso di sedimenti spiaggia-duna" con particolare riferimento al litorale jonico lucano**. Secondo i ricercatori impegnati nello studio, *"Le cause dell'arretramento del litorale jonico lucano sono molteplici e sono dovute alla sovrapposizione sia di processi di origine antropica che naturale. Numerosi studi realizzati nell'area, sostengono che le cause dell'arretramento del litorale sono da ricercarsi nella diminuzione dell'apporto di sedimenti verso le aree di foce a opera dei corsi d'acqua lucani, nelle caratteristiche delle correnti e del moto ondoso che agiscono sulle spiagge, nonché nella presenza di invasi e traverse sui principali corsi d'acqua che sfociano nello Jonio finalizzati all'approvvigionamento idrico di Basilicata e Puglia. La riduzione del carico solido dei corsi d'acqua è stata indotta non solo dalla realizzazione di queste importanti infrastrutture, ma anche dall'accresciuto peso delle attività antropiche e delle sistemazioni idraulico-forestali nei bacini imbriferi e nelle aree di pertinenza fluviale, oltre che dal prelievo di inerti dalle fasce di pertinenza fluviale, che è stato particolarmente rilevante negli anni 1970-1990"* (Lazzari e Palmentola 2008).

Detto ciò, tutti gli interventi che erano stati pensati per il luogo e riflettendo bene il luogo stesso hanno portato a vacillare tutta la strategia. Ed è per questo che si è iniziato a pensare che il miglior intervento di mitigazione e riduzione del rischio era proprio non fare nulla, consolidare lo stato attuale e migliorare l'accessibilità del luogo, a questo punto pensato come area naturale e non più come funzionale alla diga e riducendo così di conseguenza il rischio a zero.

È per tali ragioni, sono stati presi in considerazione come dati reali, apparentemente frammentari, tutti gli elementi architettonici del luogo: la paratia, lo sfioratore a calice, l'adduttore e altri elementi di ingegneria civile che appartengono alla composizione architettonica e funzionale delle dighe. L'idea proposta è quella di riciclare questi dispositivi dati, o è semplicemente una provocazione per iniziare a cercare nuove alternative o nuove idee, anche paradossali e disumane, a delle problematiche che affliggono, nel caso specifico il 46 % circa delle coste italiane. Detto ciò si rimanda alla lettura dell'ultima tavola rappresentata, lasciata di proposito fuori formato com'è fuori forma la proposta fatta.

8.3 Individuazione degli ambiti di intervento

L'obiettivo dello studio condotto sull'invaso di Acerenza è stato quello di analizzare il territorio in modo sistematico al fine di individuare gli ambiti territoriali che più degli altri risultano essere soggetti a una

pluralità di rischi e criticità, definendo in tal modo aree di un paesaggio multirischio su cui concentrare le azioni di progetto. Tali azioni puntuali nascono dall'intersezione dei rischi che intercorrono e si concentrano nella medesima area. In tal senso, i quattro sistemi paesaggistici attraverso i quali è stato suddiviso il territorio dell'invaso di Acerenza (il paramento della diga, il fosso di erosione lungo lo sfioratore laterale ausiliario, la sponda destra e la sponda sinistra) rappresentano i quattro ambiti particolarmente interessanti rispetto al tema del rischio, occasioni in cui poter rispondere alla complessità dei problemi attraverso altrettanto complesse operazioni progettuali.

8.3.1 Il paramento della diga come infrastruttura di connessione

L'accessibilità dell'invaso diviene parte del processo di costruzione del paesaggio, che implica non solo la trasformazione delle forme del territorio attraverso la risoluzione e la mitigazione dei rischi legati all'interpretazione della diga come infrastruttura idraulica, ma anche alla sua reinterpretazione come dispositivo di accessibilità al paesaggio che mira a generare molteplici spazi nella riconnessione delle due sponde.

L'apertura al pubblico del coronamento della diga, attualmente transitabile solo dagli addetti alla gestione dell'infrastruttura, rappresenta l'occasione per realizzare un'asse di connessione strategico, caratterizzato dalla presenza di manufatti ingegneristici che rendono lo spazio particolarmente suggestivo ed interessante. La strategia di intervento prevede l'individuazione di due luoghi strategici di accesso all'invaso: uno a sud, in corrispondenza della stazione ferroviaria che costituirà un'importante area di interscambio e l'altro a nord in prossimità del punto di arrivo della strada di collegamento con la Forenza-S.S. 658 (Potenza/Melfi) in corso di realizzazione, che renderà l'area facilmente accessibile su scala interregionale, in grado di accogliere e orientare visitatori, avventurieri, studiosi e addetti ai lavori.

L'intervento architettonico sostanzialmente consiste nella sovrapposizione di un'ulteriore infrastruttura complessa a quella idraulica, caratterizzata da percorsi, passerelle, aree di sosta e punti di osservazione, in grado di trasformare la diga in un dispositivo di accessibilità e comunicazione, offrendo la possibilità di attraversare il coronamento in assoluta sicurezza e comodità, e migliorando al contempo anche la fruibilità del retro diga, punto di accesso al parco fluviale del Bradano attraverso la realizzazione di un itinerario lungo l'intero percorso dell'Adduttore, fino alla diga di Genzano.

Nello stesso ambito di intervento, l'assenza di manutenzione sul tratto del fosso prospiciente lo sfioratore laterale ausiliario ha determinato il cedimento del muro adiacente all'opera, e quindi una situazione di rischio per il funzionamento dell'impianto. Pertanto oltre ad agire sulla messa in sicurezza delle sponde dei fossi, attraverso gli interventi illustrati in precedenza, si prevede la realizzazione una paratie in micropali per sostenere il terreno su cui l'opera accessoria è fondata. Un intervento complementare a quest'ultimo, è la sistemazione a gradoni dell'area a monte dello sfioratore, sfruttando la topografia esistente per rallentare la velocità dell'acqua e contrastare l'erosione del fosso. Ciascun gradone diviene al tempo stesso, muro di

contenimento, panchina, barriera, rampa di raccordo, terrazzamento o piattaforma, fino a divenire briglia di trattenuta e ponte di attraversamento in corrispondenza del fosso.

8.3.2 Il fosso come sistema di risalita verso Acerenza

L'approfondimento progettuale del fosso di erosione vede come obiettivo la messa in sicurezza dell'area affetta da un colamento lento del terreno che insiste su tutta la lunghezza del fosso. Per risolvere questo problema è stato pensato ad un intervento che oltre ad essere un filtro per gli eventuali detriti, è sia opera di stabilizzazione delle sponde erose che percorso di connessione tra la diga e il nucleo urbano della città di Acerenza. Quindi l'idea principale è quella di consolidare il fosso, superando i fenomeni franosi su citati attraverso una riprofilatura con dei percorsi longitudinale (figura 8.5) e grazie a briglie flangi colata con l'ulteriore funzione di percorso trasversale. Il quadro così descritto definisce una scansione progettuale monotona che però si scaglia in netto contrasto con gli elementi naturali riconfermati della flora del luogo.

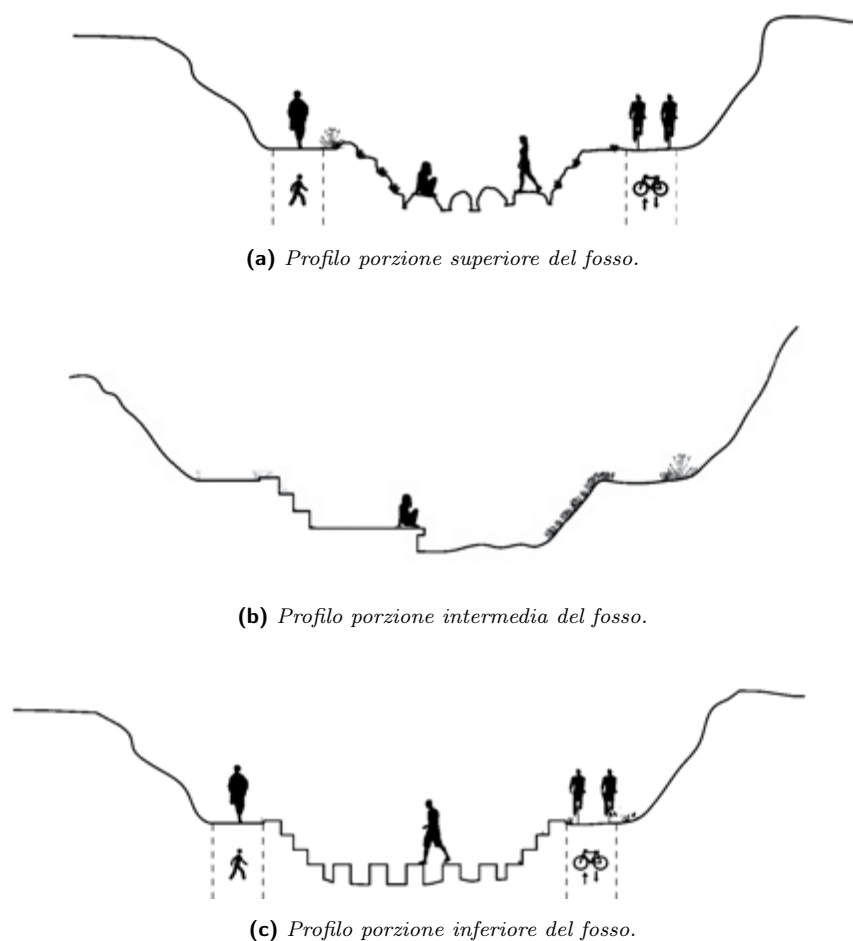


Figura 8.5: Il fosso come sistema di risalita verso Acerenza.

8.3.3 La sponda sinistra come sistema di approdo

Il terzo sistema è costituito dal versante in spalla sinistra, caratterizzata da basse pendenze e per questo maggiormente esposta alle escursioni idriche dell'invaso e luogo ideale per raggiungere la quota corrispondente al livello d'acqua dell'invaso. La proposta è di assecondare la vocazione agricolo-ricettiva e ricreativa del versante attraverso la valorizzazione dei percorsi esistenti e degli itinerari storici dei tratturi facendone riemergere le tracce, in un tratto latenti sul fondo dell'invaso e in vari punti sovrastati dalle infrastrutture viarie di più recente realizzazione. La messa in sicurezza di un'area fortemente interessata da fossi di erosione e fenomeni di dissesto idrogeologico diventa così l'occasione per realizzare un'area attrezzata e ampiamente fruibile, che in futuro avrà un'importanza strategica vista la realizzazione in corso d'opera dell'asse stradale di collegamento con la Forenza-S.S. 658 (Potenza/Melfi). Pertanto, l'area sarà accessibile oltre che dai percorsi pedonali anche dalla S.S. 658 attraverso la realizzazione di piste di servizio che condurranno in piazzole di sosta attrezzate. Dati gli scenari molto variabili di escursione idrica su questa sponda, si è progettato un sistema di percorsi galleggianti che possa rendere accessibile gli itinerari previsti in qualsiasi condizione di riempimento dell'invaso. Il percorso galleggiante si adatta alle diverse configurazioni grazie alle due rampe laterali incernierate in corrispondenza dell'elemento galleggiante e fissate alla sponda sull'altro. Per maggiori informazioni in merito al sistema costruttivo si rimanda ai contenuti della tavola 7.



Figura 8.6: Torretta di avvistamento.

8.3.4 La sponda destra

La sponda destra della diga di Acerenza è forse la più naturalisticamente interessante della zona grazie alla presenza di un bosco di latifoglie, principalmente di frassino ed olmo. Anche questa area è sottoposta ad eventi franosi evidenziati su 3 macro aree dove l'attività franosa è mista ma principalmente gli effetti prodotti sono lo scivolamento rotazionale, un arretramento diffuso dei versanti, e il colamento lento senza

trascurare ovviamente le aree che dovrebbero soggette ad un ulteriore verifica idrogeologica il che vuol dire che chi le ha individuate non sa esattamente che tipo di frana sono e quali sono le caratteristiche e quindi bisogna fare degli studi approfonditi per caratterizzarle e poi scegliere la tipologia di intervento. Per gli scivolamenti sono stati pensati terre armate di sostegno perché meno impattanti mentre per le colate basta una riprofilatura del versante con un po' di sistemazione idraulica per la raccolta delle acque. E per mitigare questi interventi che sono stati pensati oltre a dei percorsi con funzione di riprofilatura e sostegno anche delle torri di avvistamento per uccelli (figura 8.6) che garantiscano ulteriormente l'utilizzazione del luogo e il rilancio turistico della zona.

CAPITOLO N. 9

INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO SULLA DIGA DI ACERENZA

9.1 Interventi sui fossi convergenti sull'invaso

Sono presenti numerosi piccoli fossi che confluiscono all'interno dell'invaso (figura 9.1) e, che soprattutto nel periodo invernale, trasportando acqua tendono ad erodere le relative sponde causando dissesti più o meno gravi.

Nel caso specifico della diga di Acerenza tali dissesti interessano le zone adiacenti le opere accessorie (scarico di superficie ausiliario in sinistra). Risulta quindi fondamentale prevedere degli interventi di difesa spondale al fine di assicurare il funzionamento in sicurezza dello sfioratore.

Naturalmente bisogna considerare che nel momento in cui l'invaso sarà in funzione alcuni tratti dei suddetti alvei saranno completamente inondati (tratti in giallo nella figura 9.2), per cui una prima distinzione degli interventi da porre in essere deve tener conto proprio di tale condizione.

Pertanto relativamente agli interventi di difesa spondale che ricadono nelle zone inondabile si pensa a tecnologie di opere più resistenti come getti in c.a., materassi in pietrame, massi litoidi (figura 9.3), mentre nelle zone più a monte è possibile agire con delle opere di ingegneria naturalistica come i rivestimenti con grata viva (figura 9.3 rielaborata da Ligato et al. 2004).

La progettazione delle due tipologie di interventi prevede in ogni caso una conoscenza delle aree con particolare interesse alle caratteristiche plano altimetriche (geometria, pendenza) che permettono di dimensionare correttamente gli elementi portanti. Si riporta di seguito il profilo plano-altimetrico dell'alveo più prossimo allo sfioratore ausiliario (figura 9.4).

9.2 Progettazione rivestimenti con massi litoidi

Il progetto prevede la realizzazione di nuove protezioni spondali da realizzarsi con scogliera di pietrame di grossa pezzatura parzialmente rinverdita con talee di salice inserite nelle fessure. Le pietre verranno



Figura 9.1: Fossi in erosione presenti sulla sponda sinistra dell'invaso di Acerenza.

poste in opera realizzando un piede di fondazione per evitare lo scalzamento da parte della corrente per poi proseguire la massiciata in blocchi di pietrame per uno spessore di circa 1,00 m, inclinati e ben accostati. I blocchi avranno pezzatura media non inferiore a $0,6 \text{ m}^3$ e peso ($15 \div 20 \text{ q}$) in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento inserendo le pietre di dimensioni maggiori nella parte bassa dell'opera.

9.2.1 Rivestimenti con pietrame

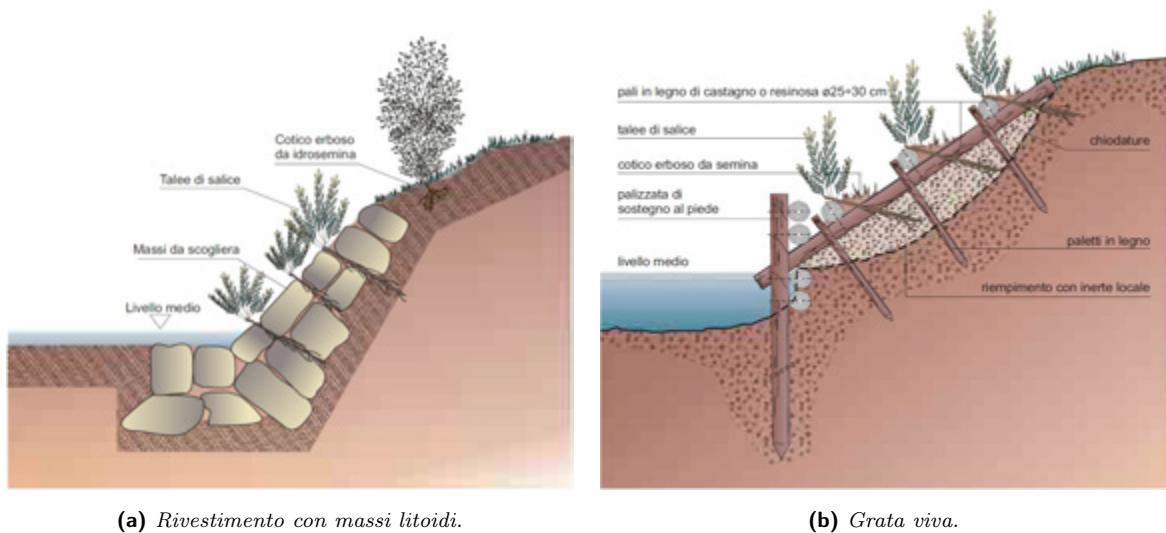
Si tratta di difese con materiali inerti naturali caratterizzate dall'essere permeabili ed in grado di subire assestamenti senza danni. La differenza tra rivestimenti in pietrame sciolto e scogliere dipende dimensioni del materiale lapideo utilizzato e da una diversa modalità di messa in opera.

Le scogliere sono costituite da massi caratterizzati da grandi dimensioni, che vengono posti in opera singolarmente, mentre le pietre usate per le gettate (riprap) sono decisamente più piccole e sono scaricate alla rinfusa.

La scelta delle dimensioni degli elementi che formano i rivestimenti in materiale sciolto deve essere fatta in funzione delle sollecitazioni meccaniche a cui verranno sottoposte in esercizio:



Figura 9.2: Individuazione tratti di fosso sommersi.



(a) Rivestimento con massi litoidi.

(b) Grata viva.

Figura 9.3: Tipologie di intervento di sistemazione del fosso

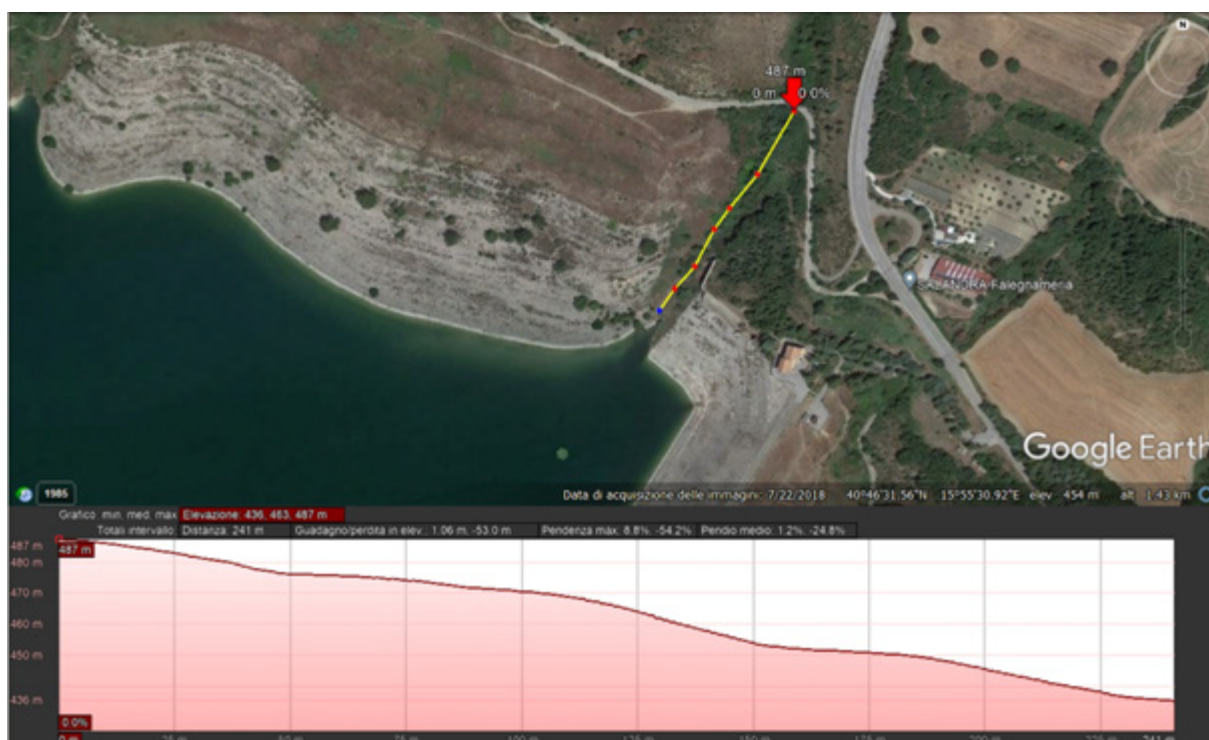


Figura 9.4: Profilo plano-altimetrico del fosso nei pressi dello sfioratore ausiliario.

1. sforzi di trascinamento dovuti alla corrente
2. sottopressioni idrauliche

Le dimensioni degli elementi lapidei saranno maggiori rispetto a quelle che la corrente è in grado di trascinare a valle in occasione di piene caratterizzate da portate di adeguato tempo di ritorno. I blocchi che si impiegano sono classificati per categoria (tabella 9.1), senza che esista una specifica normalizzazione.

I rivestimenti in pietrame possono essere realizzati con pietrame recuperato in alveo, in tal caso si

Definizione	Peso <i>kg</i>
tout-venant	0 ÷ 100
massi di prima categoria	100 ÷ 100
massi di seconda categoria	1000 ÷ 3000
massi di terza categoria	3000 ÷ 7000
massi di quarta categoria	7000 ÷ 15000

Tabella 9.1: Categorie dei massi

deve evitare che abbia forma eccessivamente arrotondata, il pietrame spigoloso ha una mobilità inferiore e resiste meglio al trascinamento della corrente. In alternativa al pietrame naturale di fiume o di cava, si possono anche usare prismi di calcestruzzo, con risultati più scadenti sotto il profilo estetico.

Questo tipo di difese se realizzate correttamente richiedono un notevole dispendio di pietrame e si giusti-

ficano solo quando vi sia pietrame di facile ed economica reperibilità. Le regole generali di progettazione di protezioni con pietrame sciolto, prevedono uno spessore minimo di 0,30 m e, in generale, il rapporto tra questo e la dimensione media del pietrame va da 1,5 a 2,0. Se la costruzione è fatta in presenza d'acqua lo spessore del rivestimento deve essere raddoppiato.

La stabilità al piede può essere garantita sia dall'aumento della profondità del rivestimento (Dy) che dalla sua estensione in senso orizzontale (Dx), in funzione della profondità dell'erosione (Dz) prevista (figura 9.5 rielaborata da Ligato et al. 2004).

In alcuni casi, al fine di aumentare la resistenza all'azione di trascinamento esercitata dalla corrente, gli

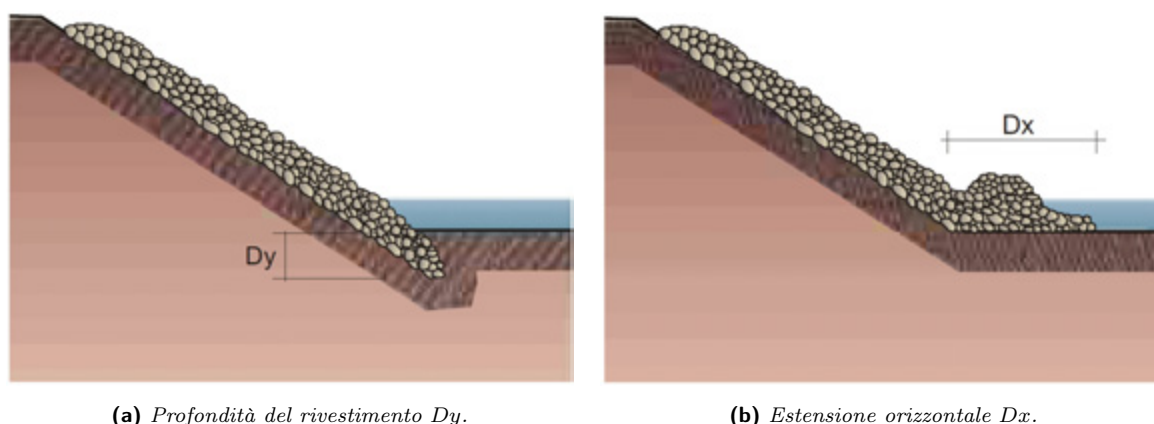


Figura 9.5: Caratteristiche geometriche dei sistemi di protezione con pietrame sciolto

spazi vuoti tra i massi vengono intasati con malta cementizia.

L'adozione di questa soluzione comporta però degli svantaggi in quanto rende il rivestimento simile a quelli in calcestruzzo. In alcuni casi i massi che formano una scogliera vengono ancorati tra loro con delle funi di acciaio a mezzo di ganci, anch'essi in acciaio, passanti attraverso fori praticati nei massi stessi: questa tecnica fornisce alla struttura una resistenza sicuramente maggiore all'azione di trascinamento esercitata dalla corrente, ma i costi crescono in maniera non trascurabile e l'impiego di questa tecnica non è molto frequente.

Per migliorare l'impatto ambientale delle scogliere si possono inserire materiali vivi usando tecniche diverse. La messa a dimora di talee di specie adeguate o l'inerbimento, previo intasamento con terreno delle fessure.

Quando la protezione con scogliere o gettate riguarda una parte a fiume, senza interessare cioè l'arginatura maestra, nella sezione iniziale del rivestimento è necessario immergere adeguatamente il rivestimento stesso nell'ammasso protetto per evitare che possa prodursi un aggiramento della testa. Per rivestimenti di sponda estesi in senso longitudinale, è importante provvedere anche ammorsamenti intermedi.

Infine come per altri rivestimenti anche quelli in materiali sciolti debbono essere posti in opera avendo l'accortezza di realizzare un filtro rovescio o impiegando i geotessili, per evitare fenomeni di erosione.

9.2.2 Metodologia di analisi

In letteratura sono disponibili varie formule di calcolo per la valutazione della stabilità di materiali di assegnata granulometria soggetti all'azione di trascinamento della corrente (si veda Menegazzi e Palmeri 2007).

Questi procedimenti si basano sulla determinazione dei valori critici (in generale desunti da dati sperimentali) delle velocità o delle tensioni tangenziali (intesi come valori che corrispondono alle condizioni di moto incipiente per il materiale considerato) e sul confronto con i valori reali di tali grandezze.

Per quanto riguarda il fondo dell'alveo, la condizione di stabilità si realizza quando $\tau_{cr} \geq \tau_0$ ovvero quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella esercitata dalla corrente.

La tensione tangenziale sul fondo dell'alveo può essere espressa con la formula:

$$\tau_{cr} = \gamma \cdot R \cdot i \quad (9.1)$$

dove γ [kg/m³] è il peso specifico dell'acqua, R [m] è il raggio idraulico della sezione e i [m/m] è la pendenza del fondo.

L'analisi delle condizioni critiche di moto incipiente è effettuata mediante l'utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento, secondo la teoria di SHIELDS.

Secondo tale teoria, la tensione tangenziale critica, sul fondo dell'alveo, è pari a:

$$\tau_{cr} = (\gamma_S - \gamma) \cdot d \cdot \Phi(Re) \quad (9.2)$$

dove τ_{cr} [kg/m²] è la tensione tangenziale critica, γ_S [kg/m³] è il peso specifico del materiale costituente la scogliera, γ [kg/m³] è il peso specifico dell'acqua, d [m] è il diametro del granulo e $\Phi(Re)$ è un parametro adimensionale individuato da Shields e dipendente dalle caratteristiche dei granuli e del letto fluviale e dal numero di REYNOLDS.

Fra le diverse formulazioni del parametri di SHIELDS, nel caso in oggetto, in cui la dimensione del materiale è dello stesso ordine di grandezza del tirante idrico h , il valore di Φ può essere espresso nella seguente maniera:

$$\Phi = 0,006 \cdot \left[1 + 0,67 \cdot \left(\frac{d}{h} \right)^2 \right] \quad (9.3)$$

Le formule 9.2 e 9.3 sono state ricavate sperimentalmente facendo riferimento al movimento di particelle isolate posate sul fondo di un alveo naturale, in cui la tipologia di un rivestimento formato da massi incastrati tra loro e assestati con mezzi meccanici non è contemplata.

Per le verifiche di stabilità delle sponde, la condizione di moto incipiente va espressa considerando le componenti attive del peso e della spinta idrodinamica in relazione alla pendenza della sponda α .

Per tali verifiche viene normalmente utilizzata la seguente espressione (LANE, 1953):

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \cdot \cos(\alpha) \cdot \left[1 + \frac{\tan^2(\alpha)}{\tan^2(\phi)} \right]^{0,5} \quad (9.4)$$

dove $\tau_{cr}(0)$ è la tensione critica sul fondo e ϕ l'angolo d'attrito interno del materiale.

La stabilità del sistema di protezione può essere giudicata sulla base di un confronto fra la tensione tangenziale ottenuta dal calcolo e quella massima ammissibile caratteristica dell'opera.

9.2.3 Verifica sulla scogliera di sponda

Per la realizzazione della scogliera da realizzarsi sulle sponde della sezione più a valle (figura 9.6) si prevede l'utilizzo di massi ciclopici aventi una pezzatura minima compresa fra $0.6 \div 0.8 \text{ m}^3$. Le relazioni richiamate nel paragrafo precedente tengono conto della pezzatura del pietrame in funzione del diametro o, più precisamente della mediana D_{50} .

Volendo esprimere l'ordine di grandezza dei massi tramite il loro peso, si consideri che, in generale, il volume di elementi di forma abbastanza regolare è compreso tra quello di un cubo di lati pari alla dimensione caratteristica D_{50} e quello di una sfera di pari diametro. Il rapporto tra questi due volumi è pari a 0,52, mentre il volume del masso caratteristico può essere assunto pari a circa l'80 % del volume del cubo, ovvero pari a:

$$V = 0,80 \cdot (D_{50})^3 \Rightarrow d = D_{50} = \left(\frac{V}{0,8}\right)^{0,33} = \left(\frac{0,6}{0,8}\right)^{0,33} = 0,91 \text{ m} \quad (9.5)$$

In considerazione del fatto che il pietrame da utilizzare potrebbe non avere una forma sferica abbastanza regolare, tale valore, a scopo cautelativo, è stato ridotto del 20 %, assumendo così un diametro $d = 0,73$. Ciò premesso, i parametri di calcolo stimati, tenendo conto di un tirante idrico di 2,0 m (a vantaggio di sicurezza), presi a riferimento per le verifiche di stabilità, assumendo sempre, laddove variabili, i valori più cautelativi ai fini della sicurezza, sono quelli mostrati in tabella 9.2.

Con un coefficiente di sicurezza superiore a 1,66.

Parametri		Valori	
Peso specifico dell'acqua	γ	1000	km^3
Peso specifico della scogliera	γ_S	2600	km^3
Pendenza delle sponde	α	11	°
Angolo di attrito interno del materiale	ϕ	60	°
Area sezione	A	55,77	m^2
Perimetro bagnato	P	34,29	m
Raggio idraulico	$R = \frac{A}{P} = \frac{55,77}{34,29}$	1,63	m
Pendenza dell'alveo	i	0,033	m/m
Parametro di Shields	$\Phi = 0,006 \cdot \left[1 + 0,67 \cdot \left(\frac{0,73}{3,76}\right)^2\right]$	0,078	–

Tabella 9.2: Parametri di calcolo

Risulta pertanto corretta l'ipotesi di utilizzo di massi ciclopici aventi una pezzatura minima compresa fra $0,6 \div 0,8 \text{ m}^3$.

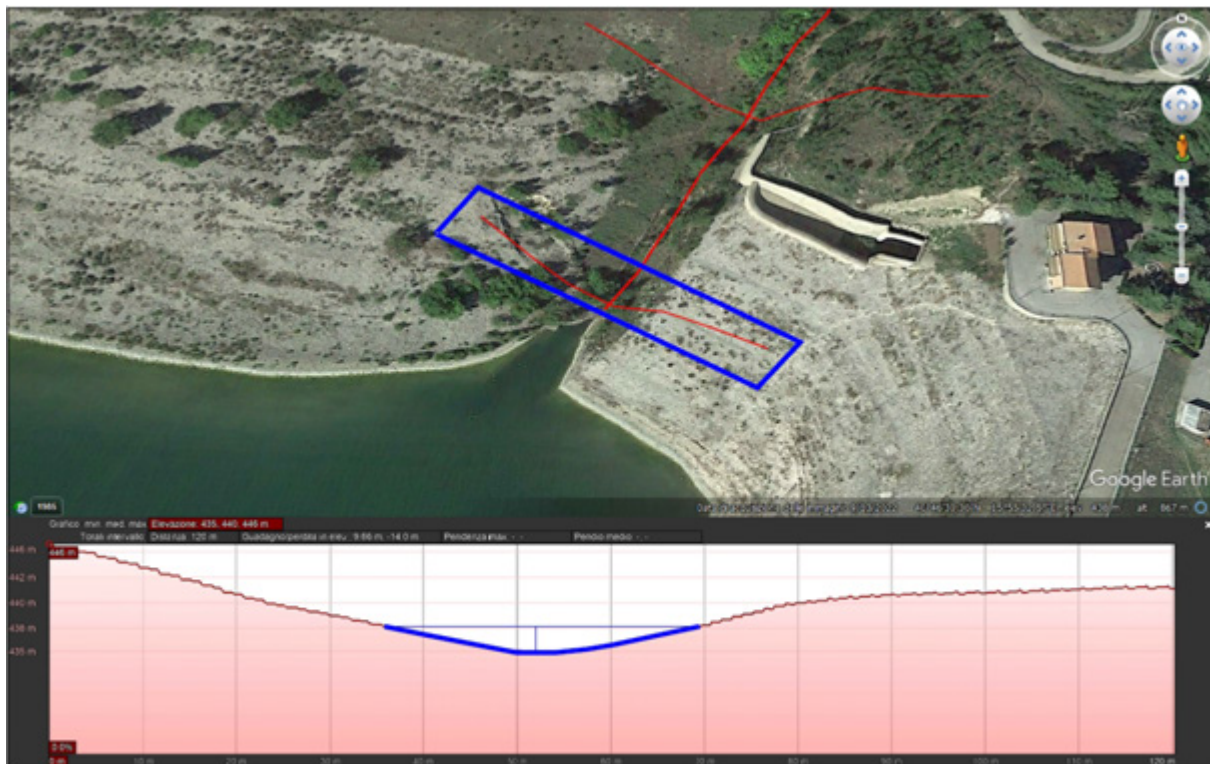


Figura 9.6: Sezione trasversale di valle.

9.3 Le grate vive

9.3.1 Generalità

Le grate vive (o grate a camera) in legname rappresentano una valida tecnica di sistemazione delle scarpate, anche nel caso in cui abbiano elevati valori di acclività (da 40° a 60°) e non siano possibili interventi di rimodellamento del pendio, per ridurre l'inclinazione, onde permettere l'impiego di altre tipologie.

La sua funzione consiste nel consolidamento di strati di terreno instabili con una spessore non maggiore a 50 cm circa, troppo ripidi per le fascinate e/o vimate vive di versante, per le gradonate vive e per le cordonate vive.

La struttura agisce quindi come sostegno del terreno fino a quando non si siano sviluppati gli elementi vivi ed i loro apparati radicali, che consolidano il versante. È anche idonea per la protezione di superfici erose con substrato particolarmente compatto, che non possono essere sistemate con un semplice rinverdimento con specie erbacee ed arbustive, anche se abbinato a biostuoie.

L'opera può comunque assumere dimensioni notevoli di sviluppo, sia in altezza che in larghezza.

La struttura della tipologia è costituita da una serie di pali verticali, aderenti alla scarpata e distanziati tra loro da 1.0 a 2.0 m (correnti). Su questi vengono fissati, mediante dei chiodi, dei pali orizzontali (montanti), a costituire maglie quadrate o rettangolari (tipicamente di 1,0 m x 1,0 m, 1,50 m x 1,50 m,

1,0 m x 2,0 m oppure 1,50 m x 2,0 m) le quali, in un secondo momento, saranno riempite con inerte terroso e con talee con capacità di riproduzione vegetativa e ramaglia.

Il tondame utilizzato è di legno idoneo e durabile - larice o altra resinosa, o castagno in genere scortecciato - , ha diametro compreso tra i 20 ÷ 25 cm. La grata viva può poggiare direttamente sul terreno (seppur con un fissaggio al piede - classicamente uno scavo in cui è interrato un palo orizzontale che fa da fermo al piede), oppure su opere di sostegno, quali palificate vive a doppia parete, muri in pietrame o scogliere. La grata viva necessita sempre e comunque di un fissaggio al piede.

Il campo di applicazione tipico sono le scarpate stradali di risulta, anche se non mancano applicazioni lungo i corsi d'acqua, dove è necessario tuttavia stare attenti al pericolo di svuotamento delle camere.

Un aspetto particolarmente importante per la grata viva sono gli ancoraggi al versante, che devono essere tanto più numerosi e di buona qualità, quanto più grande è l'opera, tanto più inclinato è il versante e tanto più instabile e profonda è la coltre superficiale che si vuole stabilizzare.

L'opera, addossata alla sponda in erosione, è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame, nella parte sotto il livello medio dell'acqua (per evitare lo svuotamento).

È necessario porre attenzione alla disposizione dei correnti, che devono risultare sfalsati tra di loro e non tutti terminanti sulla stessa linea verticale procedendo verso l'alto. A lavoro ultimato, l'intera superficie viene seminata/idroseminata ed in genere si effettua una piantagione di arbusti autoctoni nelle camere.

Prima di elevare la struttura, occorre che il terreno della scarpata sia ripulito dagli arbusti e pietrame e riprofilato. Le grate vive possono svilupparsi anche per altezza notevoli, purché le scarpate oggetto di risistemazione siano opportunamente sagomate. Su scarpate ripide (oltre 50°), è opportuno non elevare la grata oltre i 6,0 ÷ 8,0 m, altrimenti occorre che il profilo venga gradonato, per non pregiudicare la stabilità della struttura.

In letteratura, è riportata spesso la grata viva doppia (praticamente due grate vive, una sull'altra, collegate tra loro da pali che fungono da spessore), che, tuttavia, in conseguenza della sua complessità e del forte impiego di materiale legnoso, è molto spesso trascurata.

La grata viva risulta essere comunque un'opera impegnativa nella sua esecuzione, con forte impiego di manodopera. La funzione principale svolta dalle grate vive è la realizzazione di un consolidamento superficiale di scarpate e pendii molto acclivi, soggetti a fenomeni di erosione o fluidificazione.

Le grate vive non sono opere di sostegno, né sono in grado - in linea generale - di svolgere una funzione di contrasto delle spinte dei versanti. Queste strutture tendono a conseguire la stabilizzazione di formazioni detritiche acclivi (originate da configurazioni naturali o determinate da lavori di sbancamento), attraverso un miglioramento delle caratteristiche geotecniche (in termini di coesione e di angolo di attrito) della porzione più superficiale del terreno ed attraverso l'azione degli apparati radicali delle piante e/o talee che vengono messe a dimora.

Tale risultato viene ottenuto con la costipazione e il rinforzo delle superfici di scarpata mediante:

1. posa di antierosivi ed eventuali reti di ripartizione dei carichi;

2. posa in opera della struttura, volta a formare quadri in legname;
3. ancoraggio della struttura in legname al pendio;
4. messa a dimora del materiale vegetativo, che svilupperà un apparato radicale in grado di consolidare lo strato superficiale di terreno.

9.3.2 Applicabilità e suoi limiti

Il caso tipico di applicabilità delle grate vive, come detto, è quello della sistemazione delle scarpate a monte dello scavo di tracciati stradali o comunque su scarpate inclinate relativamente stabili e quiescenti. In generale sono utilizzate in pendii e/o sponde con acclività compresa tra 45° e 55°, nicchie di frana con difficoltà o impossibilità di rimodellamento del versante, zone di scavo con coltri poco profonde.

Nel 2004, in Alto Adige, sono state analizzate grate vive di diversa età (fino a 25 anni) in otto diverse stazioni (Stangl, Scarpatetti, Florineth - Boku, dicembre 2004).

Tale monitoraggio ha riguardato, in particolare, lo sviluppo del soprassuolo vegetazionale, lo sviluppo del loro apparato radicale e lo stato del legname, la forma dell'apparato radicale e dei getti delle talee.

I risultati di tale monitoraggio sono così riassumibili:

1. il campo di applicazione delle grate vive è quello di una stabilizzazione superficiale di versanti inclinati, che arriva a media profondità;
2. la semplice piantagione di vegetazione nelle camere della grata viva è risultata insufficiente se non abbinata alla realizzazione di gradonate alla base della camera stessa;
3. lo sviluppo di soprassuoli stabili e sufficientemente densi è molto spostato nel tempo, nel caso di impiego di specie alto arbustive ed arboree;
4. la rinnovazione naturale proveniente dalla vegetazione circostante risulta assai ridotta;
5. lo sviluppo dell'apparato radicale è molto influenzato, oltre che dalla specie impiegate (sorbi, salici, ontani), anche da fattori microstazionali e micromorfologici e da fattori esterni come, ad esempio, il morso degli ungulati, lagomorfi e roditori;
6. l'impiego dei frassini ha dimostrato uno sviluppo intenso e profondo dell'apparato radicale garantendo un alto grado di stabilizzazione;
7. diversi errori di esecuzione hanno influito modestamente sulla stabilità finale dell'opera;
8. le principali cause di fallimento dell'opera e di deformazione della stessa sono imputabili ad insufficiente assicurazione dell'opera attraverso i picchetti infissi nel versante, scarsa o assente sovrapposizione dei pali correnti orizzontale ed insufficiente assicurazione al piede, che hanno provocato i problemi nella parte centrale del versante sistemato;

9. la qualità del legname diminuisce fortemente già a 15 ÷ 25 anni dall'esecuzione con forte perdita di resistenza.

9.3.3 Vantaggi e svantaggi

I vantaggi sono così sintetizzabili:

1. immediata stabilizzazione del versante o della sponda;
2. l'effetto di stabilizzazione aumenta una volta che le specie vegetali inserite hanno cominciato a radicare;
3. le specie vegetali svolgono anche un'azione drenante, in quanto assorbono l'acqua necessaria al loro sviluppo;
4. possibilità di realizzazione in spazi limitati, senza possibilità di rimodellamenti morfologici consistenti;
5. limite di inclinazione raggiungibile molto elevato;
6. buon inserimento paesaggistico – ambientale.

Mentre gli svantaggi risultano essere:

1. Il legno col tempo marcisce, per cui, oltre a buone chiodature, è necessario che le talee e le fascine inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, in modo da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento del legno una volta che questo ha perso la sua funzione;
2. lunghi tempi di realizzazione e costi relativamente elevati;
3. tipologia non idonea in presenza di affioramenti rocciosi.

9.3.4 Caratteristiche di applicabilità dell'opera

In quanto opera di consolidamento superficiale di una scarpata, la grata è soggetta alle disposizioni del D.M. 11 marzo 1988, in materia di norme tecniche, riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Dalla tabella delle principali opere di sostegno (tratta dal Manuale della regione Toscana, 2000, e modificata da Palmeri, 2002), si evince un riassunto dalle caratteristiche di applicabilità della grata (tabella 9.3).

Dighe di Acerenza e Genzano

Tecnica	Impiego	Dimensioni consigliate	Efficacia tecnica	Efficacia ecologica	Vantaggi	Svantaggi	Costo
Grata a parete semplice o doppia rinverdata	Scarpate alte e acclivi, senza possibilità di arretramento del ciglio, soggette ad erosione o movimenti gravitativi superficiali	$H < 15$ $\beta' = 40 \div 55$	Media	Elevata	Unica opera possibile; materiali in loco; effetto immediato; adattabilità alla morfologia	Laboriosità dell'esecuzione; necessità di tronchi lunghi	Medio-alto

Tabella 9.3: Caratteristiche della grata viva.

9.3.5 Voce di capitolato

(Tratto da – *Linee guida per capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica* – Ministero Ambiente 2006 – *Rivista Palmeri* 2010) Consolidamento superficiale di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) con:

1. grata in tondame di larice, altra resinosa o castagno scortecciati con buone caratteristiche di resistenza, di diametro $20,0 \div 35,0$ cm e lunghezza $2,0 \div 5,0$ m, fondata su un solco in terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base o palificata viva di sostegno a doppia parete in legno al piede, con gli elementi verticali distanti $1,0 \div 2,0$ m e quelli orizzontali distanti da $0,40$ a $1,00$ m, chiodati ai primi con tondini di ferro acciaioso ad aderenza migliorata in modo da formare delle maglie quadrate o rettangolari (a seconda degli interassi che si scelgono, indicativamente $80 \div 50$ cm), con maggiore densità all'aumentare dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di $40^\circ \div 55^\circ$);
2. fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di diametro $8,0 \div 12,0$ cm e lunghezza circa $1,0$ m, o tondini di ferro acciaioso ad aderenza migliorata di dimensioni idonee per sostenere la struttura (minimo $20,0$ mm);
3. in appoggio ai tondami orizzontali, con eventuale supporto di una griglia metallica, biostuoia o geojuta per un miglior trattenimento del terreno, messa a dimora di talee e ramaglia e/o piantine di specie arbustive con buon radicamento, disposte a strati;
4. riempimento delle maglie con inerte terroso locale;
5. l'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni;
6. per proteggere la testata della grata da eventuali fenomeni di erosione può essere realizzata una canaletta di sgrondo.

La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname. L'altezza massima possibile per le grate vive non supera in genere i $15,0 \div 20,0$ m.

La grata spondale è in genere del tipo semplice, mentre, sui versanti, può in certi casi essere realizzata

in doppio strato, a seconda della profondità e forma dello scoscendimento. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname.

Inoltre, risulta necessario proteggere la testa della grata da eventuali infiltrazioni di acqua, che potrebbero creare problemi di erosione e portare allo scalzamento della struttura; a tale scopo si potrà realizzare una canalizzazione a monte.

9.3.6 Materiali impiegati

La grata viva viene realizzata mediante l'impiego di:

1. tondame in legno scortecciato (castagno, robinia, larice o altro legname con buone caratteristiche di resistenza) con $\phi = 20 \div 35$ cm e $L = 2 \div 5$ m, per la realizzazione dell'impalcatura principale;
2. inerte di riempimento;
3. chiodi zincati generalmente in ferro acciaioso, aderenza migliorata *FeB44k*, $\phi = 12$ mm, $L = 30 \div 40$ cm o 1.5 volte il diametro minimo del legno utilizzato;
4. picchetti in legno con $\phi = 8 \div 12$ cm e $L > 1,0$ m, o tondini in ferro di dimensioni idonee a sostenere la struttura; picchetti di ferro $\phi = 22 \div 32$ mm, L min. $60 \div 120$ cm;
5. talee legnose di salice L min. $60 \div 100$ cm, ramaglia e/o piantine di specie arbustive con buon radicamento;
6. eventuale rete metallica, per meglio trattenere il materiale di riempimento;
7. miscela di sementi idonee, con adeguata mescolanza di leguminose e graminacee;
8. arbusti autoctoni;
9. rete elettrosaldata di contenimento dell'inerte tra le camere.

9.3.7 Schema costruttivo

1. Scoronamento della zona ed eliminazione di eventuali massi instabili;
2. Realizzazione, ove necessario, di solchi verticali lungo la linea di massima pendenza nelle posizioni in cui verranno posti i montanti della grata viva; lo scavo dovrà essere eseguito solamente nei punti del versante nei quali il palo verticale appoggia su sporgenze determinando una eccessiva sporgenza dello stesso; realizzazione del piano di appoggio che può essere costituito da:
 - (a) un'opera di sostegno al piede come un muro in calcestruzzo o una scogliera o una terra rinforzata verde;
 - (b) una palificata viva di sostegno, soprattutto nel caso in cui esista una reale possibilità di scalzamento al piede;

- (c) una canaletta (scavo) al piede ove inserire un palo orizzontale, dietro al quale andranno inseriti ed inchiodati con tondini di ferro acciaioso i montanti (pali verticali); il palo orizzontale verrà poi interrato;
3. vengono posti in opera i pali verticali (montanti) ad una distanza, tra di loro, di $80 \div 150$ cm, ed ancorati e resi solidali col terreno:
 - (a) alla base (nello scavo), ponendoli dietro al palo orizzontale nella canaletta e chiodandoli;
 - (b) a monte, rendendoli solidali al terreno, con picchetti di fissaggio in legno o con tondini di ferro acciaioso infissi nel terreno;
4. nel caso in cui l'opera di contenimento al piede sia una palificata viva di sostegno, i montanti vengono chiodati sul tondame della palificata, con chiodi di tondino di ferro acciaioso;
5. successivamente, al tondame così ancorato, viene fissato trasversalmente altro tondame, in modo da formare delle maglie quadrate o rettangolari (a seconda degli interassi che si scelgono, indicativamente $80 \div 150$ cm) detti correnti; tale operazione può svolgersi calando i pali orizzontalmente con corte dall'alto (da parte di due operai); per facilitare le chiodature è opportuno fissare al punto prescelto il palo orizzontale con delle graffe di ferro acciaioso, per permettere la preforatura degli elementi con i trapani e il fissaggio dei chiodi stessi;
6. infissaggio dei picchetti di legno o in tondino di ferro acciaioso ad ogni incrocio; potrebbe rendersi necessaria la preforatura in roccia con fioretto ad aria compressa prima dell'inserimento del tondino di ferro acciaioso ed eventuale boiaccatura;
7. fissaggio dei picchetti infissi agli incroci con filo di ferro zincato di spessore minimo 1,50 mm alla struttura in legname della grata viva;
8. posa in opera della maglia elettrosaldada (eventualmente con ramaglia morta) alla base delle camere o posa in opera di una fila di talee con capacità di riproduzione vegetativa, sempre alla base delle camere, in corrispondenza del tondame trasversale;
9. riempimento delle camere della grata mediante materiale terroso e inerte, alternato a talee e ramaglia disposta a strati, ed eventuali piantine; tale riempimento viene effettuato con mezzo meccanico da valle o da monte, con rifinitura a mano ad opera degli operai; vista l'inclinazione del versante di risulta, a volte è opportuno completare l'opera con un inerbimento dell'intera superficie, accompagnato o meno da biostuoia o georete per trattenere il terreno riportato;
10. per proteggere la testata della grata viva da eventuali fenomeni di erosione, si può rivestire la testa della stessa posando e ancorando al terreno una striscia di biostuoia, al di sopra della quale può essere inserita una fila di talee;

11. in alternativa può essere realizzata una canaletta di captazione e di sgrondo delle acque provenienti da monte.

9.3.8 Verifiche generali

Nella grata semplice, gli elementi orizzontali (correnti o traversi) sono fissati nella parte frontale agli elementi verticali (montanti); i correnti, in legno o in ferro acciaioso, sono sostenuti, inoltre, per mezzo di picchetti interrati nella scarpata. Elementi verticali (montanti) e picchetti formano un angolo perpendicolare tra loro (si veda Menegazzi e Palmeri 2007). Nella figura 9.7, è illustrato uno schema della struttura.

Dopo una prima valutazione grafica, che ha messo in evidenza una relazione tra distanza di interasse e

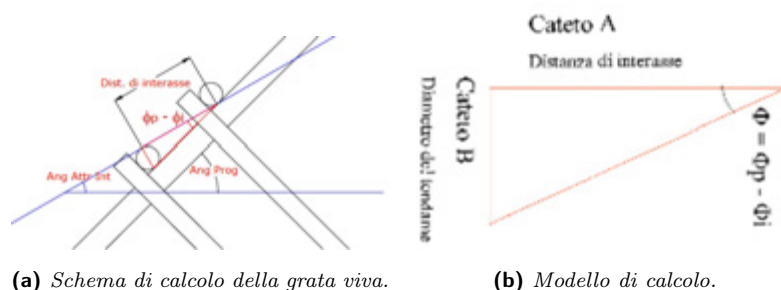


Figura 9.7: Metodologia di calcolo della grata viva.

differenze $\phi_p - \phi_i$, è stato considerato un triangolo rettangolo con le seguenti caratteristiche:

1. un angolo è uguale alla differenza tra l'angolo di progetto e l'angolo d'attrito interno del terreno;
2. il cateto opposto all'angolo suddetto (cateto B) è uguale al diametro del tondame;
3. l'altro cateto è la distanza esatta che definisce la costruzione della struttura, ossia la distanza tra le tangenti che l'angolo d'attrito interno stabilisce con gli elementi orizzontali.

Dopo aver definito l'angolo d'attrito interno, il progettista procederà con la definizione dell'angolo di progetto e della dimensione dei pali, quindi potrà calcolare la distanza tra gli elementi orizzontali (figura 9.7). Quindi si ha:

$$\tan(\Phi) = \tan(\phi_p - \phi_i) = \frac{CatA}{CatB} \quad (9.6)$$

dove:

1. angolo Φ : differenza tra l'angolo di progetto e l'angolo d'attrito interno del terreno;
2. angolo ϕ_p : angolo di pendenza del versante;
3. angolo ϕ_i : angolo di naturale declivio del terreno che per un materiale incoerente può essere assunto, pari all'angolo di attrito interno del terreno (in realtà è $1,50^\circ$ in meno rispetto a quest'ultimo);

4. *CatB*: cateto opposto all'angolo , pari al diametro del tondame;
5. *CatA*: cateto adiacente all'angolo , pari alla distanza tra le tangenti che l'angolo d'attrito interno stabilisce con gli elementi orizzontali.

Pertanto dalla relazione 9.6 si ha:

$$CatA = \frac{CatB}{\tan(\phi_p - \phi_i)} \quad (9.7)$$

ovvero:

$$Distanza\ interasse = \frac{Diametro\ tondame}{\tan(\phi_p - \phi_i)} \quad (9.8)$$

Poiché dalla trigonometria è noto che, per angoli piccoli, la tangente della differenza tra gli angoli è approssimabile alla differenza stessa degli angoli, si arriva alla seguente formula conclusiva:

$$Distanza\ interasse = \frac{Diametro\ tondame}{\phi_p - \phi_i} \quad (9.9)$$

9.4 Sfiatore ausiliario – Pali e paratie

La presenza costante e l'assenza di manutenzione sul fosso più a valle ha determinato un cedimento del terreno e la conseguente rotazione del muro adiacente lo sfioratore laterale ausiliario (figura ??).

Il suddetto muro pur se non direttamente collegato all'opera accessoria (presenza di giunto sismico)



(a) Vista dall'alto.



(b) Muro lesionato.

Figura 9.8: Sfiatore ausiliario.

pone in essere una situazione di rischio per il funzionamento dell'impianto. Pertanto oltre ad agire sulla messa in sicurezza delle sponde dei fossi in questo caso sarà necessario applicare una soluzione che miri al sostegno del terreno su cui i due manufatti sono fondati. A valle di alcune ipotesi progettuali risulta che la migliore è quella di realizzare una paratia di pali che chiaramente dovrà essere integrata nel territorio

circostante non impattando visivamente con l'ambiente che la diga crea. Di seguito viene introdotta la metodologia di calcolo per la realizzazione di una paratia di pali. Naturalmente per la progettazione vera e propria del sistema in oggetto è necessario avere conoscenze specifiche della zona in cui sorge il manufatto. Il posizionamento teorico della paratia menzionata viene meglio mostrato all'interno delle tavole grafiche allegato al presente lavoro.

9.4.1 Le paratie

Le paratie in micropali sono spesso declinate con il termine “berlinesi”, intendendosi appunto con queste un'opera di sostegno flessibile ottenuta con l'utilizzo di micropali, tirantati o meno.

Sono sistemi strutturali estremamente versatili, relativamente rapidi da realizzare, non richiedono grandi spazi operativi e possono, in generale, garantire il sostegno di scavi anche di significativa altezza.

Una variante a questa tipologia costruttiva è legata all'utilizzo di pali di medio/grande diametro al posto dei classici micropali. Se dal punto di vista concettuale nulla cambia, le differenze si hanno nelle potenzialità statiche che i pali di diametro maggiore possono offrire, in particolare nei confronti delle condizioni a lungo termine.

9.4.2 Elementi delle paratie

Le berlinesi sono realizzate a partire da una cortina di micropali (verticali), generalmente affiancati, e in funzione dell'altezza dello scavo che dovranno sostenere sono presenti elementi di contrasto (tiranti o puntelli). I micropali sono realizzati con le consuete metodologie che prevedono:

1. esecuzione della perforazione, generalmente rivestita;
2. inserimento dell'armatura metallica di rinforzo (solitamente un tubolare metallico di opportuna sezione);
3. realizzazione dell'iniezione all'interno del cavo di perforazione, e graduale rimozione del rivestimento.

Soprattutto nel caso di paratie che dovranno essere contrastate, particolare attenzione dovrà essere rivolta alla verticalità delle perforazioni, in modo da realizzare un fronte il più piano possibile. Dal punto di vista statico la principale sollecitazione a cui sono chiamati è quella flessionale/tagliante, associata all'assorbimento della spinta del terreno. Utilizzando pali di medio/grande diametro, le fasi costruttive saranno, rispetto l'elenco di cui sopra, opportunamente modificate in funzione della tecnologia di perforazione adottata. La resistenza dell'elemento in genere è quella propria di una sezione circolare in c.a., armata con barre longitudinali verticali, ad armatura trasversale solitamente ottenuta con una spirale.

I sistemi esterni di contrasto sono tipicamente ottenuti con:

1. uno o più allineamenti di tiranti;
2. uno o più allineamenti di puntoni.

che, in entrambi i casi, potranno essere attivi o passivi, permanenti o temporanei. Nel primo caso, le dimensioni del diametro di perforazione dipenderanno dallo spazio compreso tra i micropali, così come l'interasse tra i tiranti sarà un multiplo del passo dei micropali. Nel secondo caso (b, puntoni) non vi sono correlazioni “rigide” tra elemento verticale e sistema di contrasto. In tutti i casi va tenuto conto degli ingombri di questi sistemi, in quanto spesso vanno ad interessare spazi e zone interne allo scavo, riducendo così la fruibilità o le dimensioni dei locali.

9.4.3 Il calcolo delle paratie

Le paratie, in generale, sono opere che interagiscono fortemente col terreno che devono sostenere (a monte) e di cui, contemporaneamente, sfruttano la resistenza passiva (a valle). Dalla letteratura tecnica si possono ricavare diverse metodologiche di calcolo, basate su assunzioni più o meno “forti” quelle a cui tipicamente si fa riferimento si basano sull'equilibrio limite, semplici da applicare ma limitanti a causa delle forti ipotesi di base. La possibilità, negli ultimi anni, di poter eseguire analisi numeriche sempre più raffinate in tempi ragionevoli ha permesso lo sviluppo di codici e di algoritmi che, seppur sempre con inevitabili semplificazioni, permettono di simulare in modo più realistico il comportamento dell'opera.

9.4.4 Metodi basati sull'equilibrio limite

Questi metodi si basano su 2 assunzioni: la prima riguarda la paratia, il cui comportamento è assunto pari a quello di un corpo rigido, capace solo di rototraslare rispetto al terreno. La seconda è relativa alla risposta del terreno, assunto pari a quella limite ricavabile dalle classiche teorie sulla spinta dei terreni (Rankine, Coulomb, etc.). Sotto queste ipotesi sono ben noti i metodi conosciuti come “*free earth support*” e “*fixed earth support*” (figura 9.9). Il primo assume che la porzione della paratia (tirantata) infissa nel terreno sia tale da permetterne lo spostamento verso valle. Ciò implica che le spinte che agiscono sull'elemento saranno pari a quella passiva nel tratto infisso, con risultante diretta verso monte (azione stabilizzante), e quella attiva su tutta l'estensione l'altezza della paratia, con risultante diretta verso valle (azione destabilizzante). Il secondo assume invece che l'infissione sia tale da bloccare lo spostamento della paratia verso valle, producendo quindi un'inversione nei diagrammi delle spinte.

A questi metodi si aggiunge il classico metodo di Blum (1942), per paratie a mensola, in cui si valuta l'infissione minima dell'elemento tale da garantire il soddisfacimento dell'equilibrio globale alla traslazione.

9.4.5 Cenni sui metodi numerici

L'analisi di opere di sostegno flessibili è oramai spesso condotta con metodi numerici: i codici di calcolo sono al giorno d'oggi molti, e si basano su modellazioni semplici (p.e. implementano i metodi basati sull'equilibrio limite) oppure più complesse (sfruttando p.e. il metodo degli elementi finiti, differenze finite, etc.). Queste ultime metodologie di calcolo, a differenza delle precedenti, permettono lo studio di opere anche complesse, come quelle vincolate su più livelli da tiranti e/o puntelli, soggette a carichi

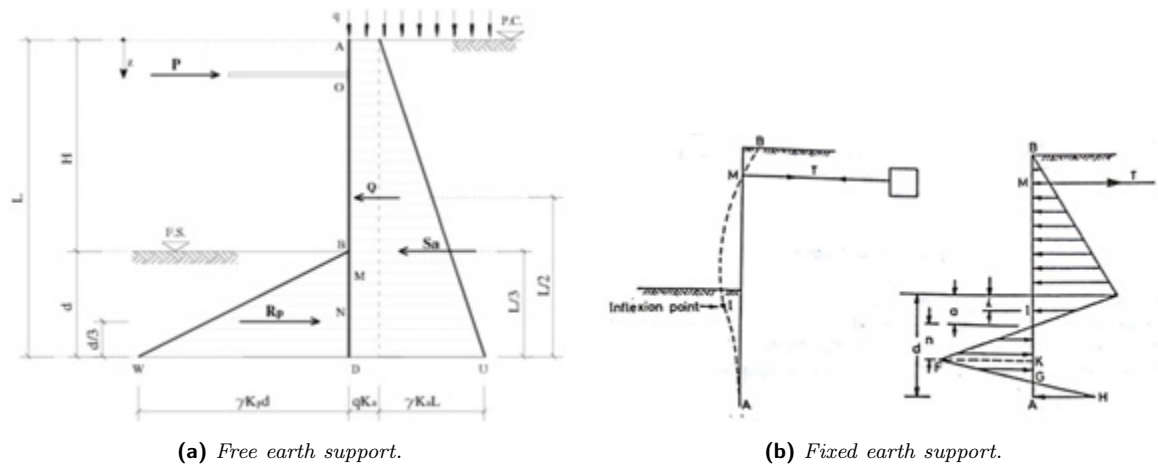


Figura 9.9: Schemi di calcolo dei pali.

puntuali o diffusi, tenendo altresì conto degli effetti delle fasi costruttive.

Molto sfruttato è il cosiddetto metodo SRM (*Subgrade Reaction Method*), in cui l'interazione col terreno è

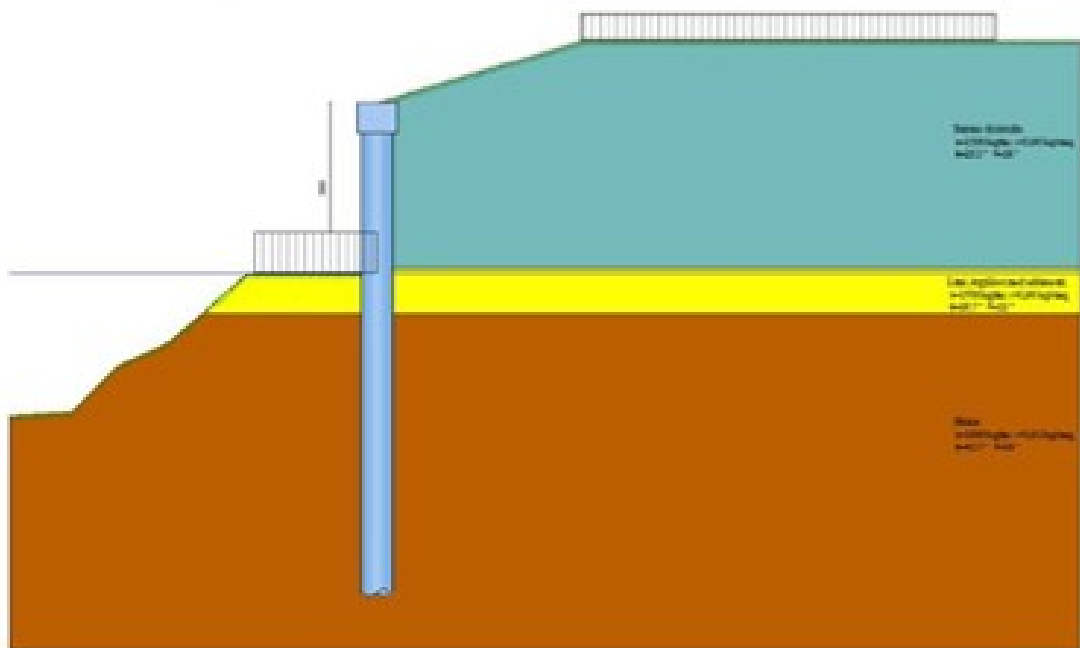


Figura 9.10: Esempio di metodo numerico di calcolo dei pali.

condensata nella definizione della rigidità di molle (tipicamente, in questi casi, a comportamento elastoplastico) distribuite lungo lo sviluppo della parete. Appare evidente come, seppure l'analisi appaia più completa e precisa rispetto quelle semplificate precedentemente descritte, va posta un'estrema attenzione ai parametri da cui derivare le proprietà di queste molle: tutto il comportamento del terreno (in termini di rigidità e resistenza) è sintetizzato in quel "numero", che governerà poi i risultati dell'analisi. I metodi

che si basano sulla descrizione del continuo (tramite solitamente modelli agli elementi finiti) permettono una miglior caratterizzazione del suolo e forniscono un maggior numero di informazioni, in particolare sugli effetti dello scavo rispetto le condizioni al contorno. In questo caso, tuttavia, le limitazioni implicite dell'algoritmo e la sensibilità dei risultati, legate p.e. alle dimensioni della mesh, piuttosto che alla caratterizzazione delle interfacce struttura-terreno, consigliano l'uso in parallelo di metodi alternativi, più semplici, al fine di verifica e di taratura di quello più complesso.

9.4.6 Aspetti progettuali e costruttivi delle paratie di pali

Le paratie in pali di medio/grande diametro rappresentano, per certi versi, un'evoluzione delle classiche "berlinesi". Dal punto di vista concettuale sono sostanzialmente identiche, ma le diverse dimensioni degli elementi principali le caratterizzano diversamente dal punto di vista progettuale e costruttivo (si veda Alessandrini et al. 2022).

Il calcolo di una paratia in pali di medio/grande diametro (tipicamente da 60cm a 120cm) è svolto con i metodi classici (o non) già sommariamente descritti. Le dimensioni significative della sezione permettono ovviamente di assorbire sollecitazioni (flessionali e taglianti) ben superiori a quelle dei semplici micropali, ma proprio in virtù di questa geometria non è inusuale che alla stessa paratia sia affidato il compito di trasferire al suolo anche i carichi verticali esterni, in analogia a quanto spesso avviene per i diaframmi. Inoltre, la realizzazione di pali secanti permette di ottenere una paratia con funzione di barriera impermeabile: infatti, la significativa resistenza raggiungibile dal singolo palo, sommata alla possibilità di ottenere spessori rilevanti di sovrapposizione tra pali contigui (c.d. interlock), fa sì che il risultato finale possa essere ottimale sia in termini statici che idraulici.

La costruzione di una paratia in pali di medio/grande diametro è caratterizzata dall'uso di attrezzature adeguatamente potenti per poter eseguire le perforazioni attese. Questo aspetto ha risvolti importanti, in particolare se si pensa alla logistica dei trasporti per portare nell'area di cantiere la perforatrice (anzi gli elementi che poi, assemblati, andranno a formare la perforatrice), alla necessità di movimentare/ sollevare questi elementi, alla possibilità di avere spazi di cantiere sufficienti per la movimentazione della macchina e di quelle ad essa ausiliarie.

Sono quindi sistemi strutturali che ben si prestano in ambienti aperti, agevoli da raggiungere, con spazi a disposizione ampi. Al contrario, realizzare opere di contenimento di questo tipo in zone fortemente urbanizzate, con aree di cantiere di limitata estensione, o di interferenza con manufatti esistenti, diventa a volte proibitivo, e in tali casi è opportuno pensare ad altre soluzioni.

Le opere di sostegno flessibili ottenute con pali di grande diametro rappresentano, oggi, una soluzione di intervento utile a realizzare interventi in modo rapido e semplice. La significativa rigidità e resistenza delle sezioni, unite alla possibilità di compenetrare i pali, permette di eseguire scavi di altezze importanti senza l'ausilio di elementi di contrasto con conseguente riduzione dei costi sui materiali e soprattutto riduzione dei tempi di esecuzione.

Tuttavia questa è una tecnica che ben si presta ad essere utilizzata in quei contesti in cui le aree di cantiere sono ampie, facilmente raggiungibili e meglio se prive di interferenze con manufatti esistenti. Laddove ciò non fosse, l'utilizzo di macchinari pesanti e di ampie dimensioni, unitamente alle altre attrezzature necessarie di cantiere, rende questa metodologia operativa impegnativa, richiedendo un livello di dettaglio importante non solo nel calcolo ma anche e soprattutto nella valutazione preliminare della logistica e gestione del cantiere, in modo che le fasi costruttive siano non solo ben definite ma anche certamente cantierabili.

9.4.7 Monitoraggio delle opere

Al fine di garantire il corretto funzionamento delle opere strutturali e la loro efficacia ed efficienza saranno realizzati a monte e a valle delle stesse dei fori di sondaggio opportunamente strumentati. Saranno quindi previsti due tipologie di strumentazione in foro (figura 9.11):

1. celle piezometriche tipo Casagrande per la misura delle pressioni neutre;
2. tubi inclinometrici per la misura degli spostamenti lungo la verticale.

Contestualmente alla realizzazione dei fori, saranno installati opportune mire topografiche per la misura degli spostamenti del terreno.

Tale strumentazione sarà realizzata prima dell'intervento e si dovrà tenere cura della loro piena operati-

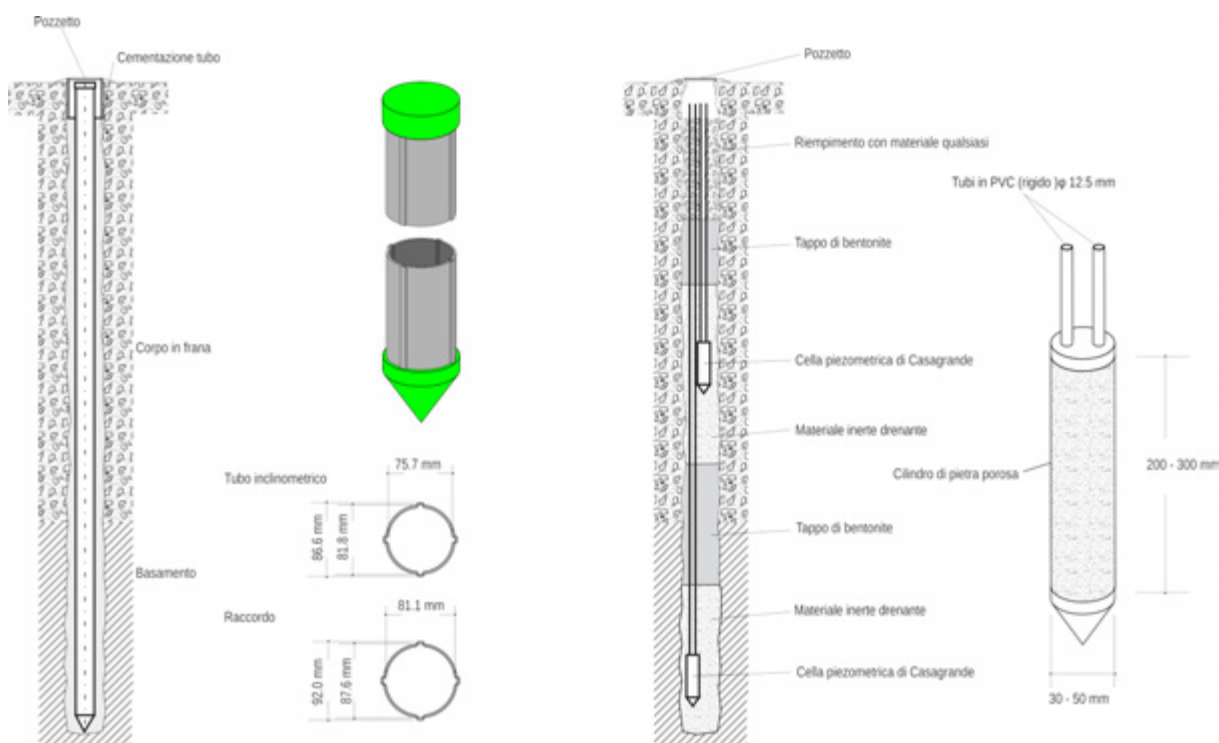


Figura 9.11: Schema installazione del tubo inclinometrico e delle celle piezometriche di Casagrande.

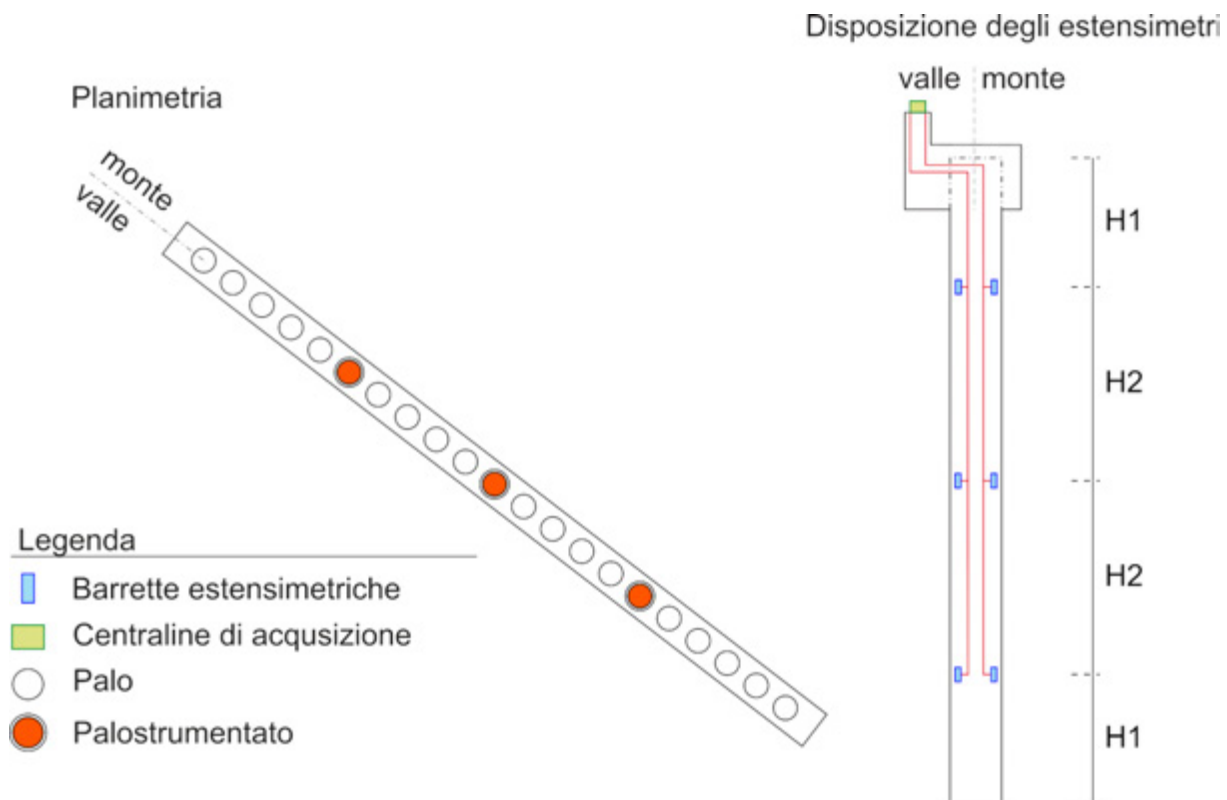


Figura 9.12: Schema di installazione degli estensimetri.

vità sia nelle fasi di cantiere e sia nelle fase di esercizio delle opere. La posizione della strumentazione sarà scelta in modo da essere accessibile anche in caso di massima regolazione dell'invaso. Successivamente alla realizzazione delle paratie verrà ampliata la strumentazione geodetica con l'installazione di mire sui cordoli delle paratie.

Il monitoraggio dovrà avvenire con le stesse modalità e tempistiche previste per la strumentazione di monitoraggio installata a servizio della diga di Acerenza e per come specificato nel Foglio di Condizione e Manutenzione. A seguito di particolari eventi climatici e/o sismici si dovranno effettuare misure anche se non previste.

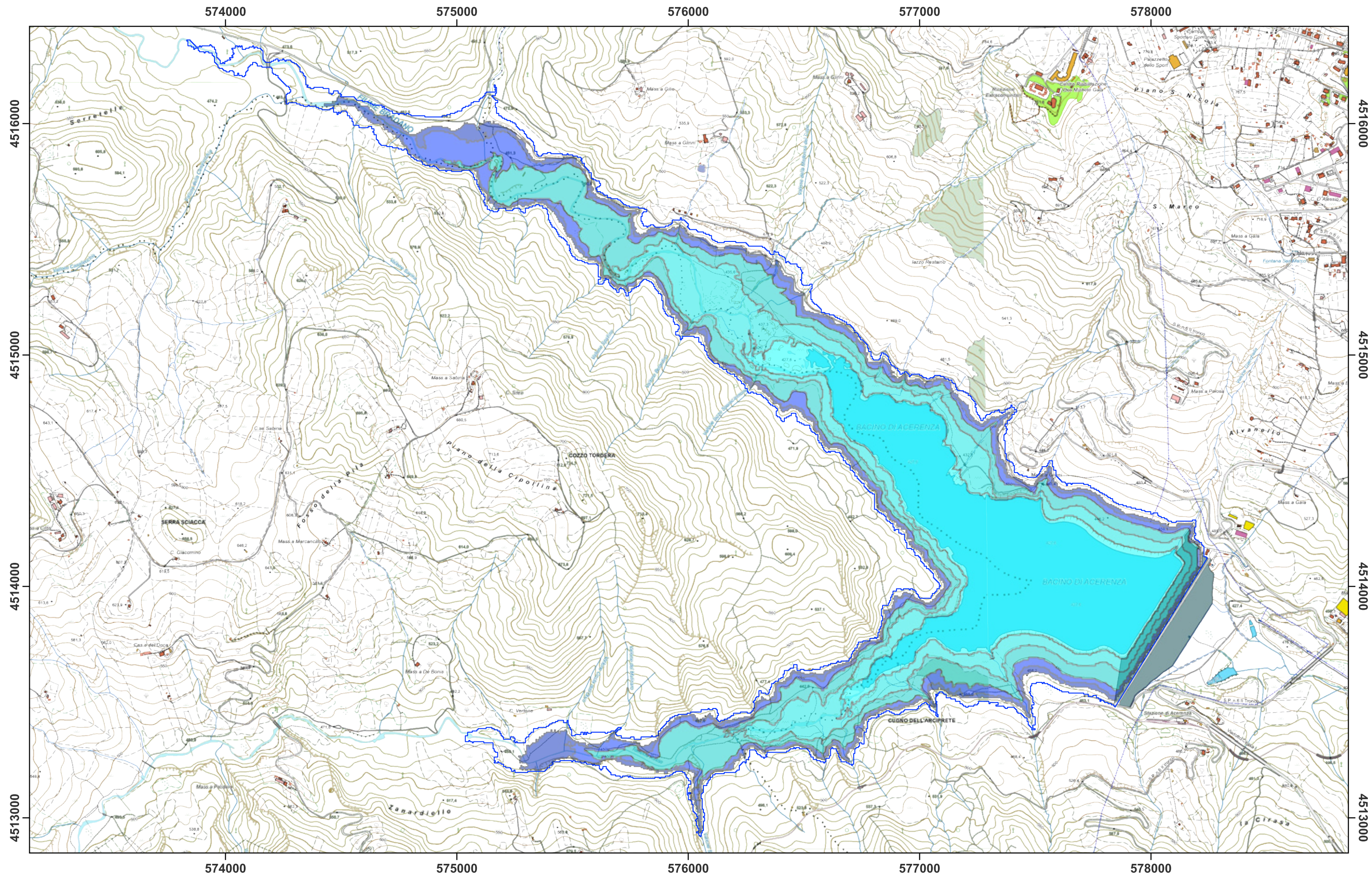
A completamento della strumentazione di monitoraggio, durante la fase di realizzazione dei pali, verranno installate due file di estensimetri, di cui uno lato valle e uno lato monte, costituiti tre coppie monte – valle (figura 9.12). La strumentazione estensimetrica dovrà essere collegata a una centralina di monitoraggio in tempo reale.

BIBLIOGRAFIA

- Alessandrini, F., D. Fedrigo, E. Michielin, F. Pedrini e D. Valusso (2022). *Paratie di pali: caratteristiche e criticità di utilizzo attraverso un caso studio*. URL: [http://Ingenio-web.it%20\(2022\)](http://Ingenio-web.it%20(2022)).
- Basili, R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M. M. Tiberti e E. Boschi (2008). “SThe Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy’s earthquake geology”. In: *Tectonophysics*.
- Boschi, E., E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, G. Valensise e P. Gasperini (2008). “Catalogue of Strong Italian Earthquakes, 461 b.C to 1997”. In: *Ann. Geofis.* 43, pp. 609–868.
- Bruno, M. C., T. S.. Pescatorei, S. Di Nocera e F. Matanoi (2012). *Progetto CARG. Carta geologica d’Italia. Foglio n. 470 - Potenza. scala 1:50000*. ISPRA. URL: <https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/>.
- Chieppa, V. (2019). “Le dighe in esercizio sperimentale”. In: *L’Acqua* 6, pp. 27–39.
- DISS Working Group (2018). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). DOI: [10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1](https://doi.org/10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1). URL: <http://diss.rm.ingv.it/diss/>.
- Gruppo di Lavoro CPTI (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV Bologna. URL: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>.
- Guidoboni, E., G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi e G. Valensise (2007). *CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500)*. INGV-SGA. URL: <http://storing.ingv.it/cfti4med/>.
- ITHACA Working Group (2019). *ITHACA (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory*. ISPRA. URL: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/>.
- Lazzari, Maurizio e Giovanni Palmentola (2008). “Il processo di antropizzazione del litorale jonico lucano in relazione allo stato di conservazione della morfologia costiera”. In: pp. 115–122.

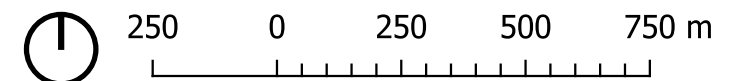
- Ligato, D., V. Anselmo, M. Comedini, L. Guerrieri, F. Pascarella e V. Sassanelli (2004). *Atlante delle opere di sistemazione fluviale*. A cura di Raccolta dati e Tecnologie del Sito ISPRA Dipartimento Difesa del Suolo Servizio istruttorie Piani di Bacino.
- Menegazzi, G. e F. Palmeri (2007). *Il dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica*. A cura di Regione Lazio.
- Perno, U., A. Azzaroli, P. Pieri, P. D. Rechichi, G. Richetti, S. Visco, C. Bergomi, W. Brugner, G. Cestari, V. Manganelli, G. Perella, A. Valdinucci e M. Valletta (1966). *Carta geologica d'Italia. Foglio n. 188 - Gravina in Puglia*. scala 1:100000. Servizio Geologico d'Italia. URL: <https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/>.
- Pondrelli, S., S. Salimbeni, G. Ekström, A. Morelli, P. Gasperini, G. Vannucci et al. (2006). "The Italian CMT dataset from 1977 to the present". In: *Phys. Earth Planet. In.* 159, pp. 286–868.
- Redini, R. et al. (1970). *Carta geologica d'Italia. Foglio n. 187 - Melfi*. scala 1:100000. Servizio Geologico d'Italia. URL: <https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/>.
- Rovida, A., M. Locati, R. Camassi, B. Lolli e P. Gasperini (2019). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). URL: <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.2..>
- Rovida, A., M. Locati, R. Camassi, B. Lolli e Gasperini P. (2020). "The Italian earthquake catalogue CPTI15". In: *Bulletin of Earthquake Engineering* 18.7, pp. 2953–2984.
- Santulin, M., A. Tamaro, A. Rebez, D. Slejko, F. Sani, L. Martelli, M. Bonini, G. Corti, M. E. Poli, A. Zanferrari, A. Marchesini, M. Buseti, M. Dal Cin, D. Spallarossa, S. Barani, D. Scafidi, G. Barreca, C. Monaco et al. (2017). "Seismogenic zonation as a branch of the logic tree for the new Italian seismic hazard map - MPS16: a preliminary outline". In: *Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata* 58.4, pp. 313–342.
- Santulin, M., A. Tamaro, D. Slejko, F. Sani, L. Martelli, M. Bonini, G. Corti, M. E. Poli, A. Zanferrari, A. Marchesini, M. Buseti, M. Dal Cin, D. Spallarossa, S. Barani, D. Scafidi, G. Barreca, C. Monaco e A. Rebez (2017). *Seismogenetic zonation as a branch of the logic-tree for the new Italian Seismic Hazard Map - MPS16*. work in progress. GNGTS.
- Snaebjornsson, J. Th. e R. Sigbjornsson (2008). "The duration characteristic of earthquake ground motions". In: a cura di International Association for Earthquake Engineering e Chinese Association of Earthquake Engineering.
- Trifunac, M. D. e A. G. Brady (1975). "A study of the duration of strong earthquake ground motion". In: *Bulletin of the Seismological Society of America* 65, pp. 581–626.

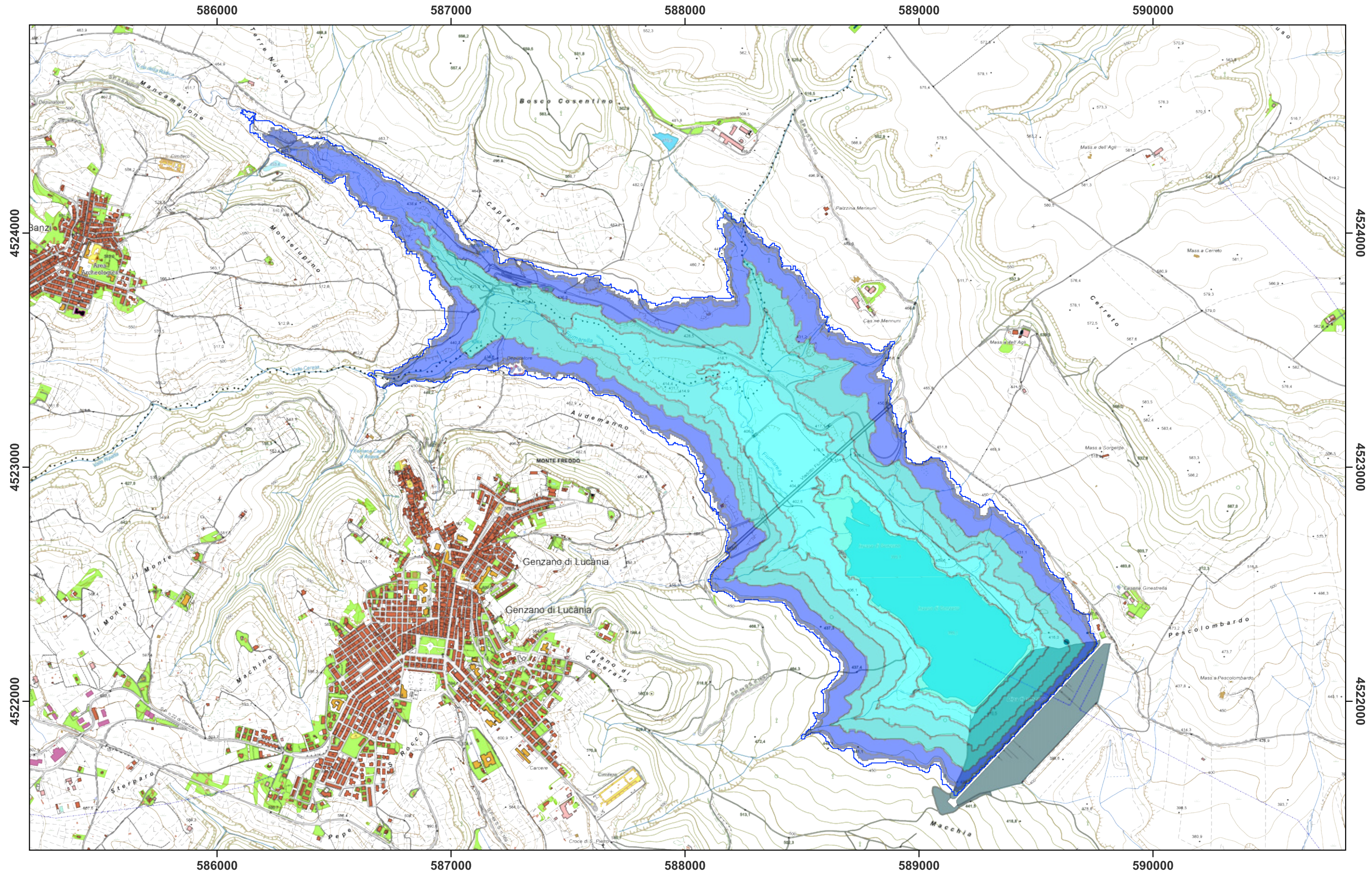
TAVOLE FUORI TESTO



LEGENDA

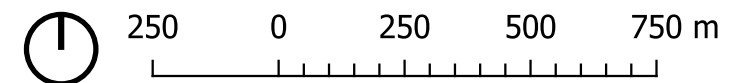
Quote invaso di Acerenza		450.00 m s.l.m.
		430.00 m s.l.m.
		440.00 m s.l.m.
		454.50 m sl.lm. - Massima Regolazione
		457.00 m. sl.m. - Massimo Invaso

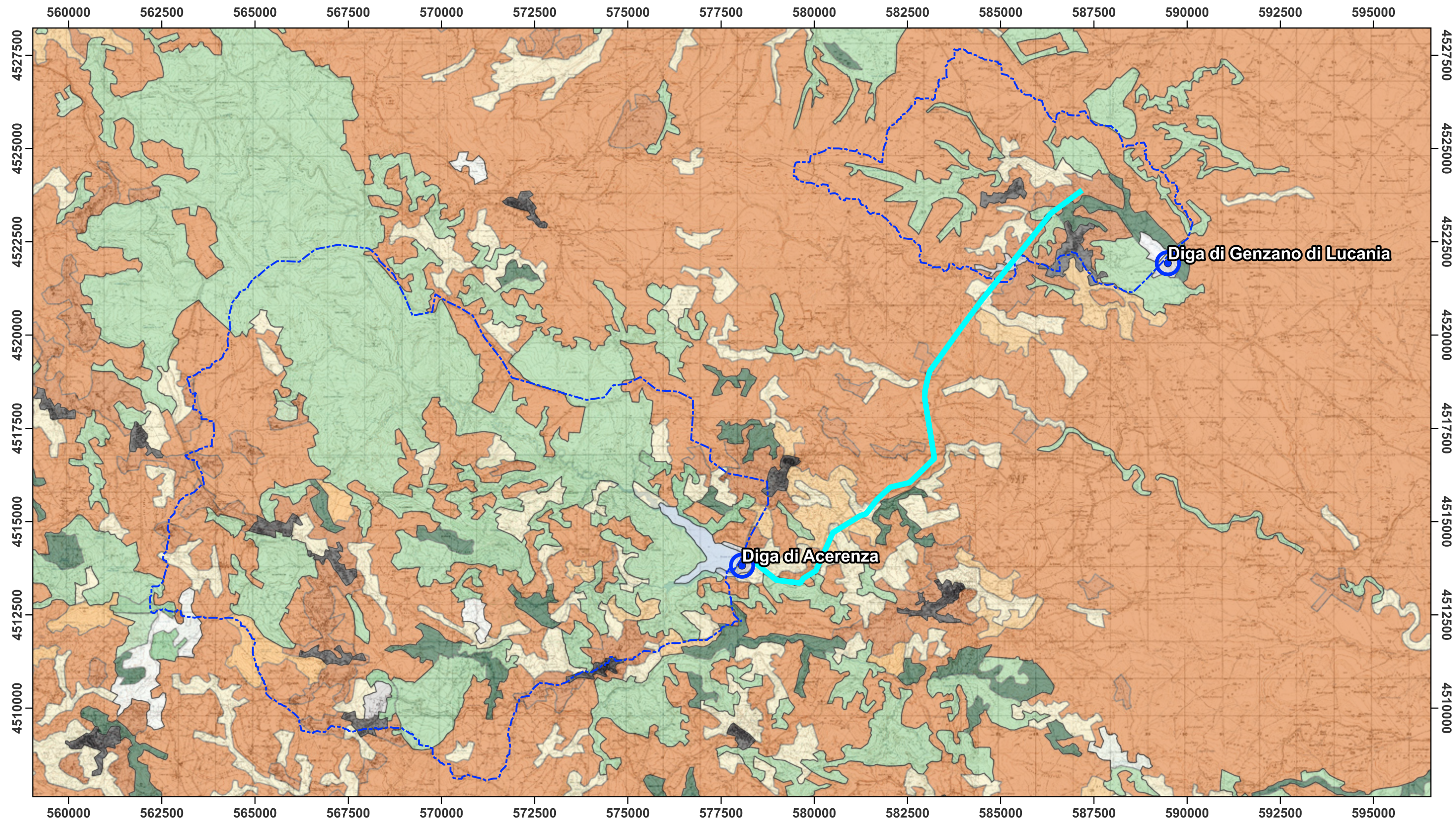




LEGENDA

Quote invaso di Genzano		430.00 m s.l.m.
		441.00 m s.l.m. - Massima Regolazione
		443.00 m s.l.m. - Massimo Invaso





LEGENDA

Corine Land Cover

Superfici Artificiali

- Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
- Zone residenziali a tessuto continuo
- Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado

Superfici Agricole Utilizzate

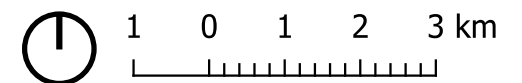
- Aree agroforestali
- Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
- Oliveti

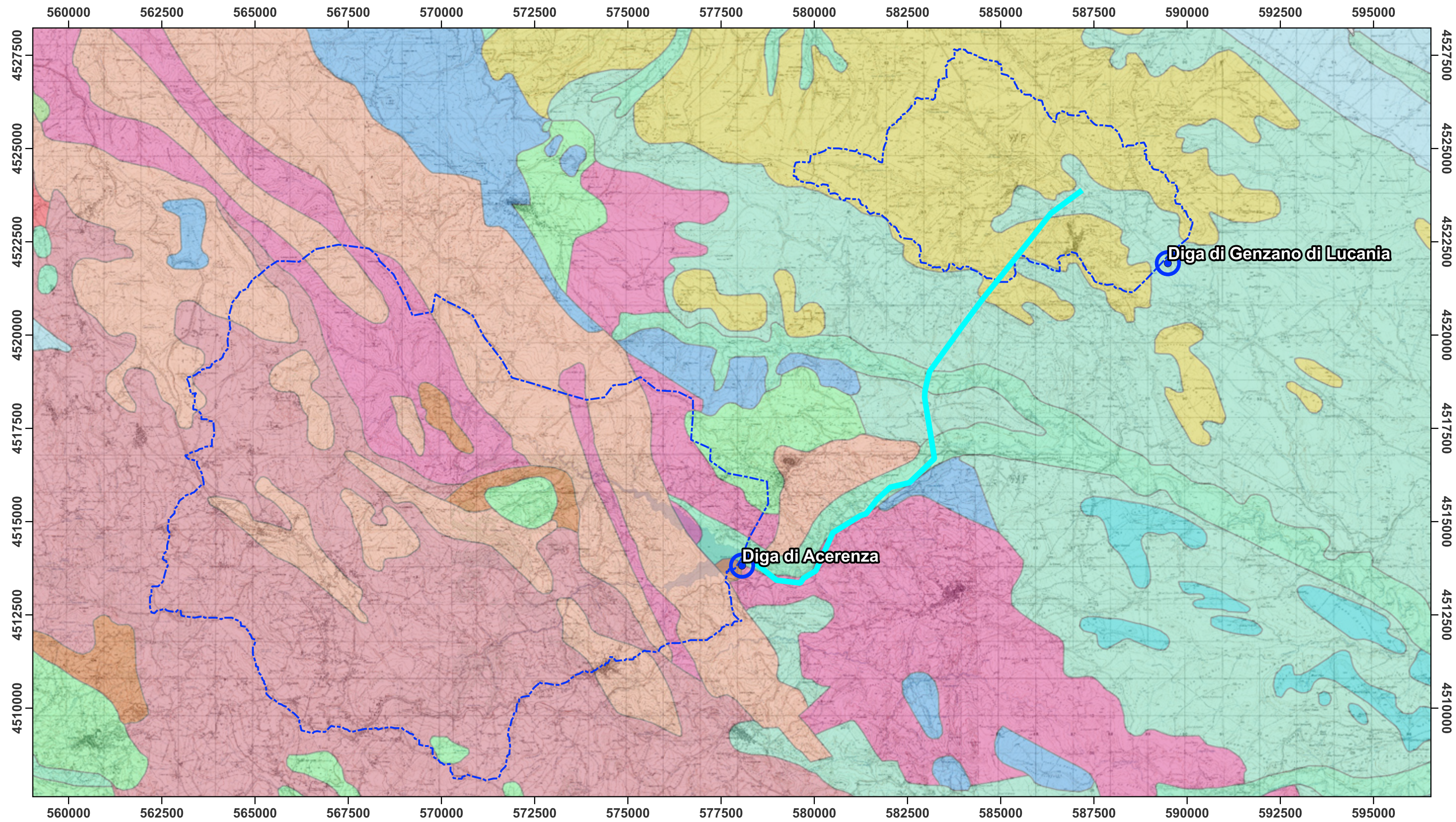
- Prati stabili (foraggiere permanenti)
- Seminativi in aree non irrigue
- Sistemi colturali e particellari complessi
- Vigneti

Territori Boschivi e Ambienti Semi-Naturali

- Aree a pascolo naturale e praterie

- Aree a vegetazione sclerofilla
- Boschi di conifere
- Boschi di latifoglie
- Boschi misti di conifere e latifoglie





LEGENDA

Complessi geologici

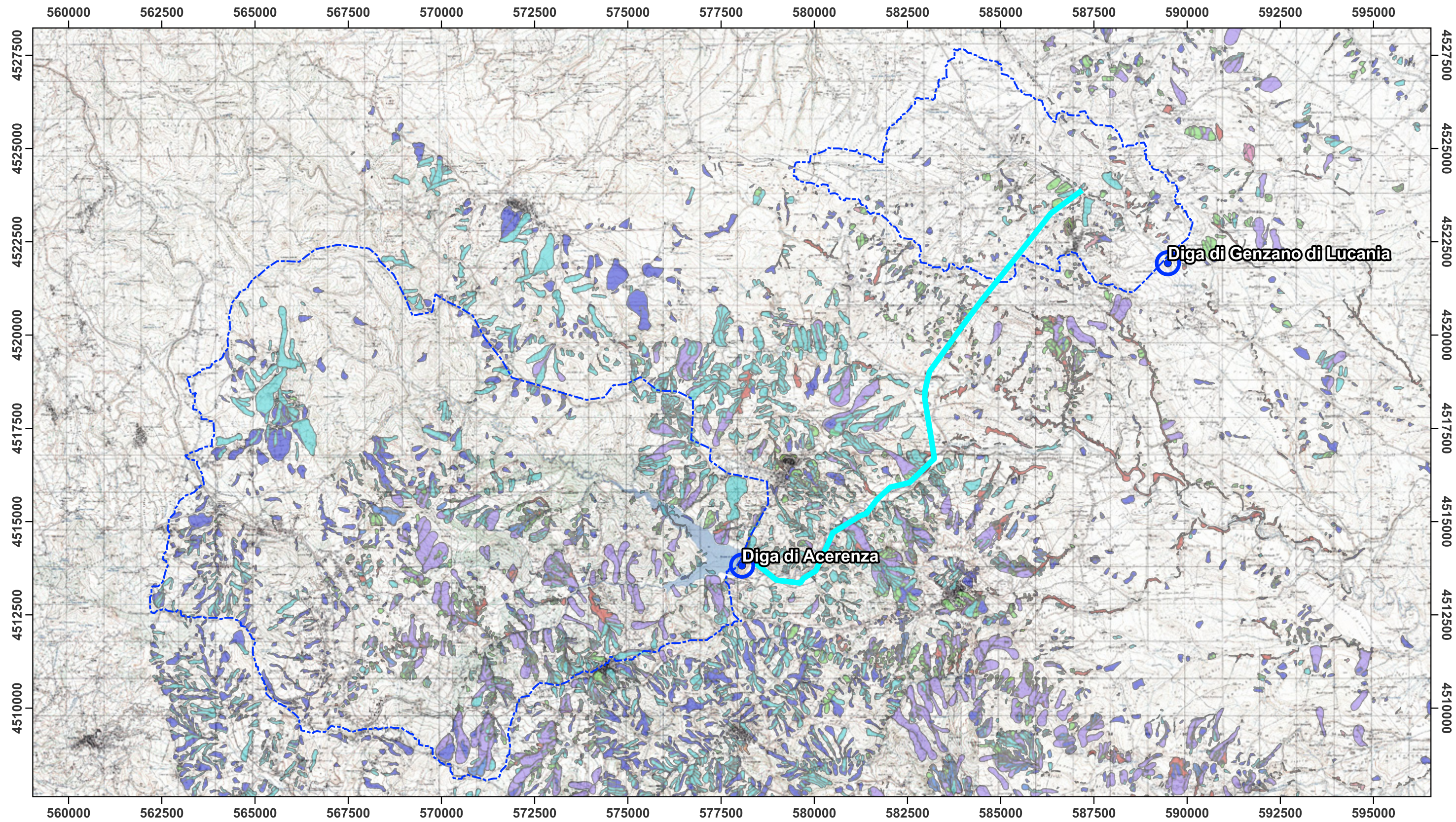
- Alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari. Olocene.
- Altre piroclastiti da flusso, Surges, Lahars.
- Argille subappennine. Pleistocene inf.
- Depositi alluvionali terrazzati. Pleistocene medio - superiore.

- Depositi lacustri terrazzati. Pleistocene medio - inferiore.
- Depositi vulcano - sedimentari.
- Detriti di falda, eluvioni, aree in frana. Olocene.
- Flysh Numidico. Langhiano - Oligocene superiore.
- Flysh Rosso. Oligocene - Cretacico superiore.

- Flysh Rosso. Oligocene - Cretacico superiore.
- Formazioni di Serrapalazzo - Faeto. Tortoniano inferiore - Langhiano superiore.
- Sabbie di Monte Marano e Conglomerato di Irsina. Pleistocene inf.
- Unità di Ariano. Pliocene medio - inferiore.



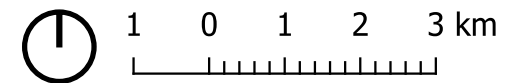
1 0 1 2 3 km

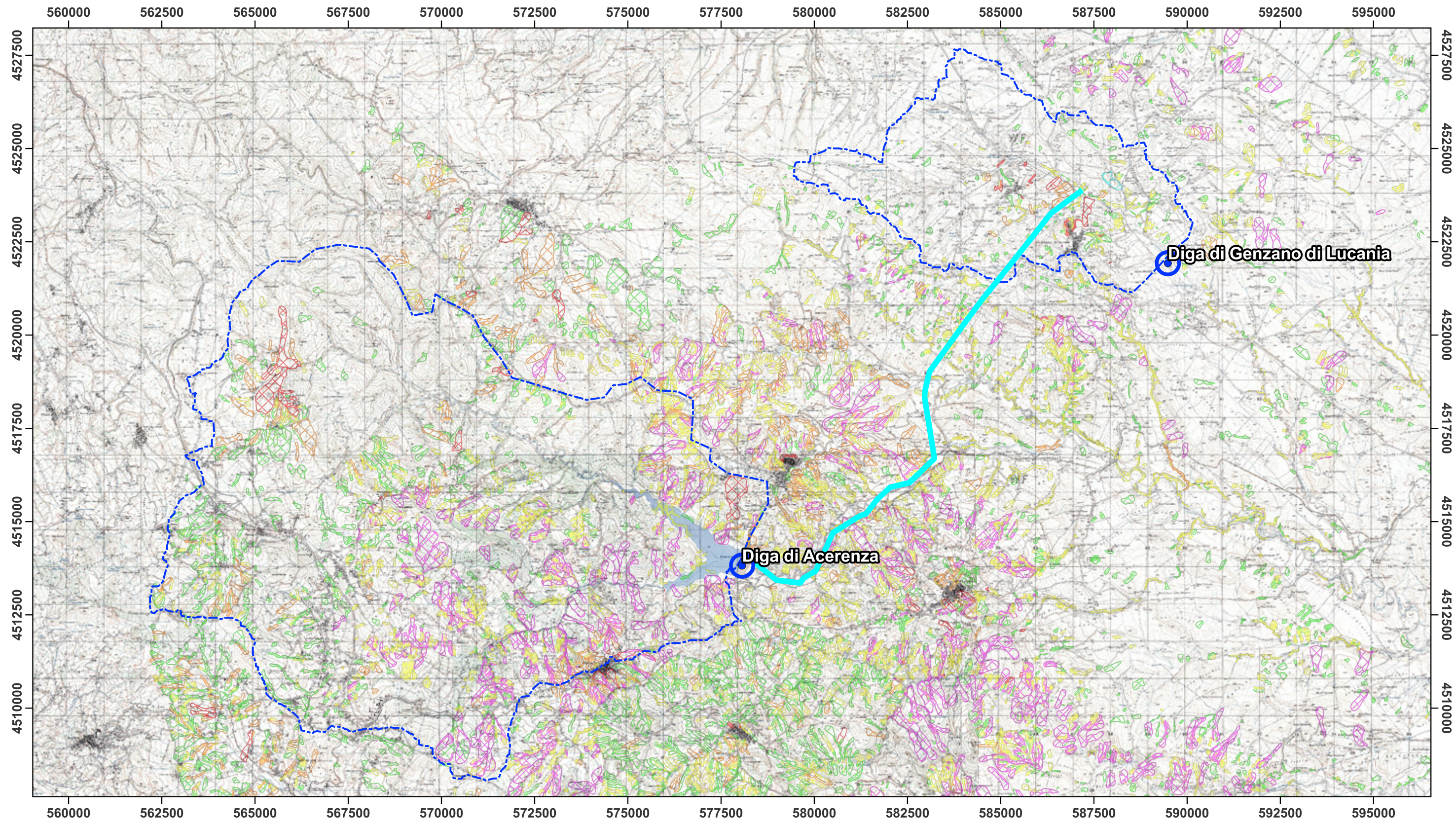


LEGENDA

Tipologia di movimento

	Aree calanchive		Crollo
	Aree soggette a frane superficiali		Espansione
	Aree soggette a verifica idrogeologica		Fenomeni retrogressivi
	Colamento lento		Frane complesse
	Colamento rapido		Scivolamento rotazionale
			Versanti soggetti ad arretramento diffuso

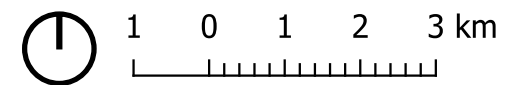


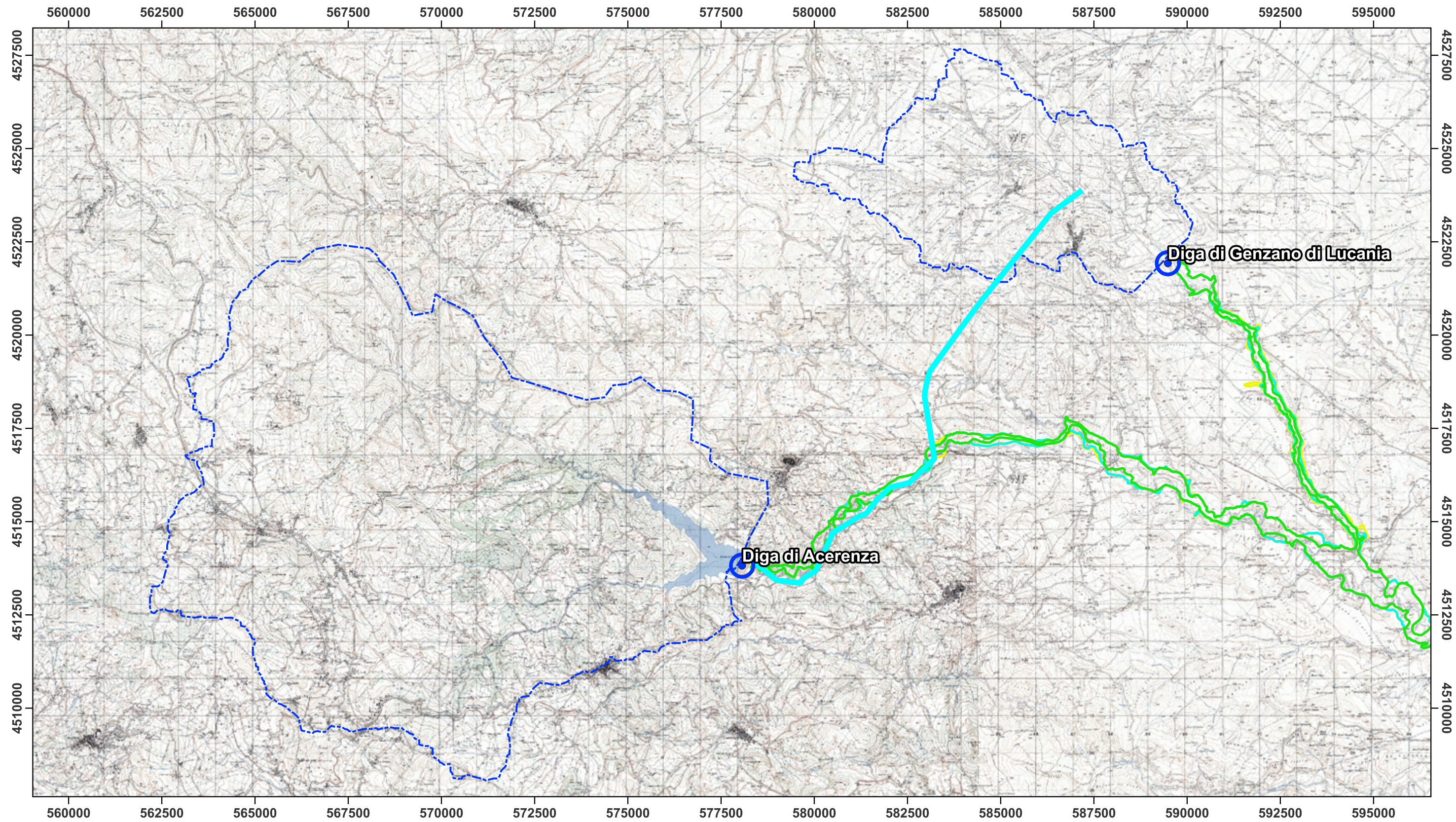


LEGENDA

Rischio da frana

-  ASV - Aree assoggettate a verifica idrogeologica
-  P- Aree pericolose
-  R1 - Area a rischio idrogeologico moderato
-  R2 - Area a rischio idrogeologico medio
-  R3 - Area a rischio idrogeologico elevato
-  R4 - Area a rischio idrogeologico molto elevato

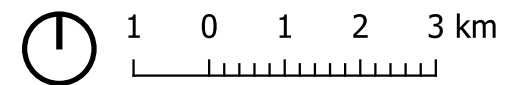


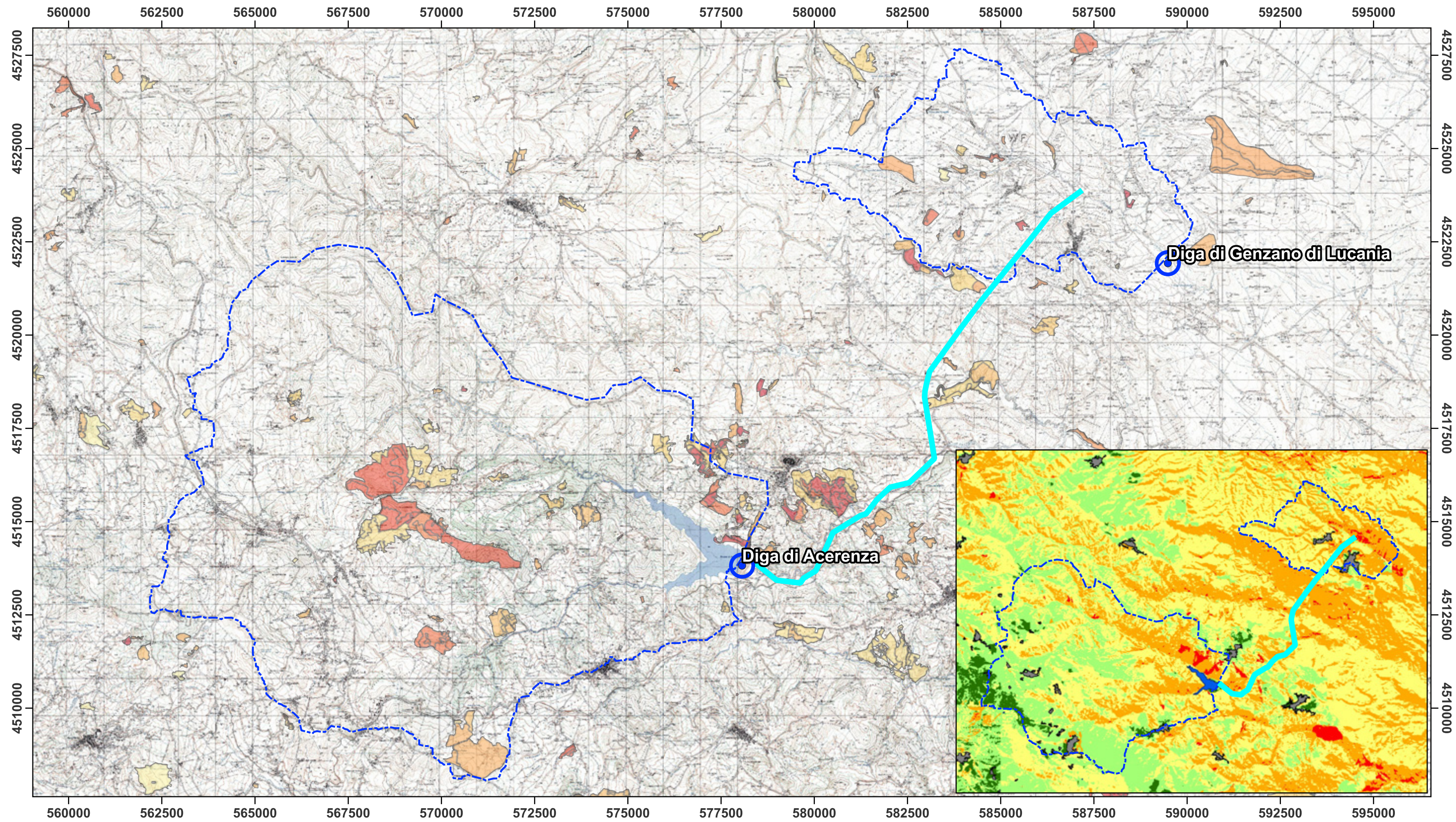


LEGENDA

Aree alluvionabili

- Tr = 30 anni
- Tr = 200 anni
- Tr = 500 anni





CRDI

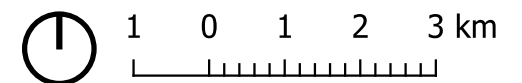
- estremamente basso
- basso
- moderato
- elevato
- estremamente elevato
- aree antropizzate
- laghi, invasi, specchi d'acqua

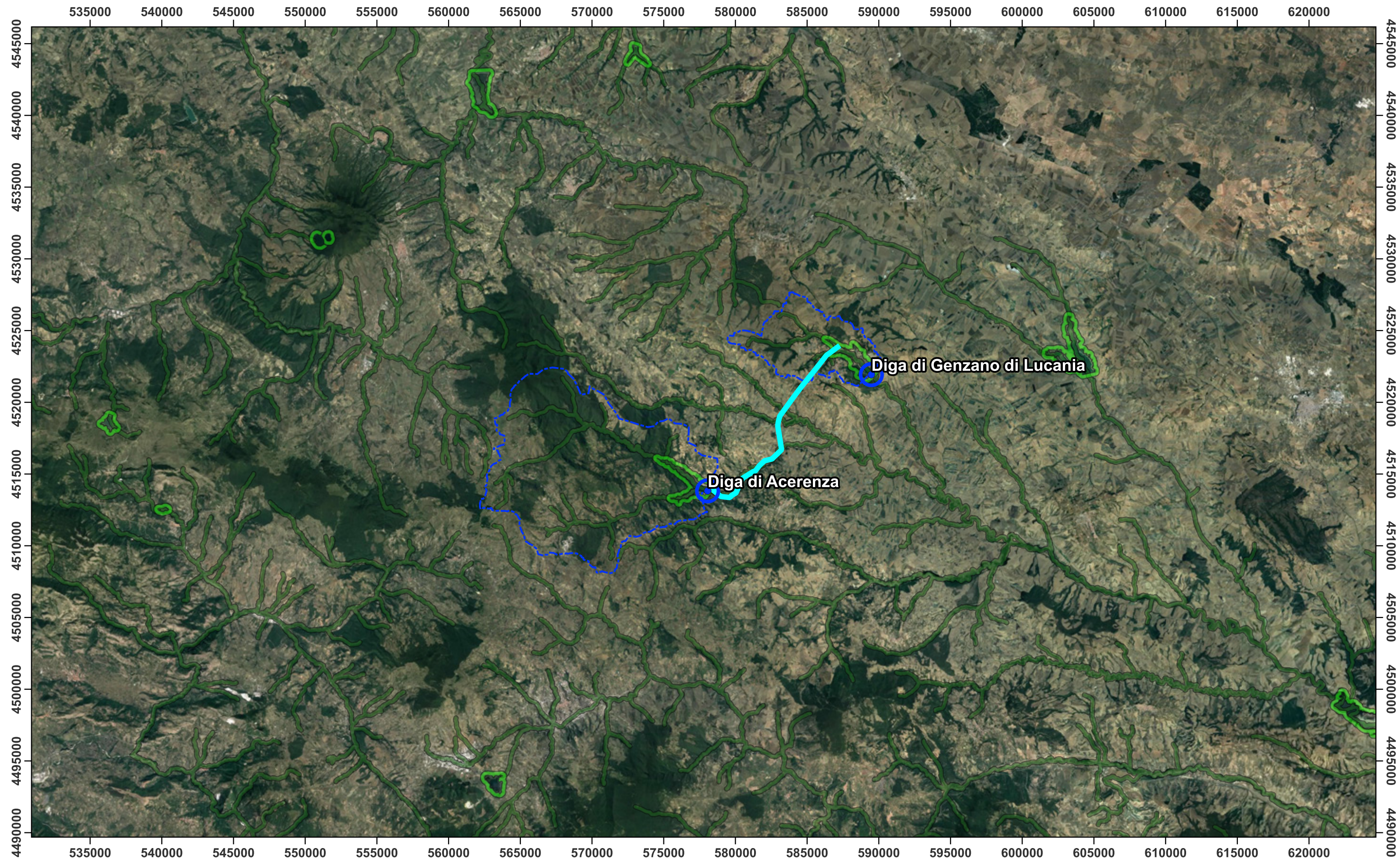
LEGENDA

Aree percorse dal fuoco

- | | |
|--|--|
| ■ 2005 | ■ 2010 |
| ■ 2006 | ■ 2011 |
| ■ 2007 | ■ 2012 |
| ■ 2008 | ■ 2013 |
| ■ 2009 | ■ 2014 |
| | ■ 2015 |

- | |
|---|
| ■ 2016 |
| ■ 2017 |
| ■ 2018 |
| ■ 2019 |
| ■ 2020 |



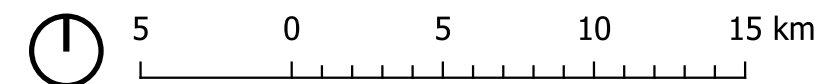


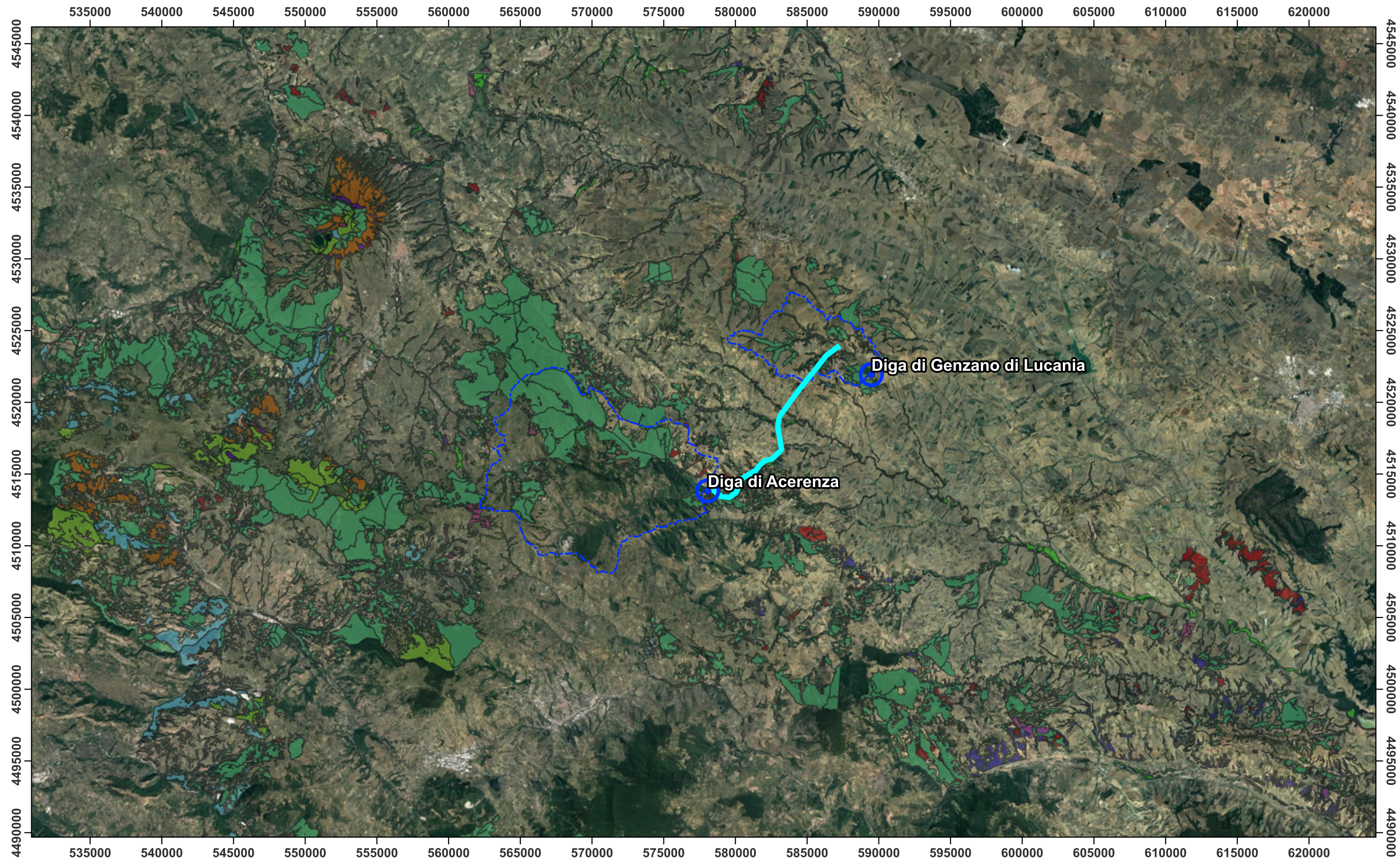
LEGENDA

Beni Paesaggistici (Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004)

 art. 142, let. b - laghi ed invasi artificiali

 art. 142, let. c - Fiumi e corsi d'acqua



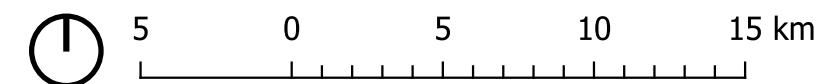


Beni Paesaggistici
Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004

art. 142, let. g - Foreste e boschi

- Altri boschi di latifoglie mesofile e meso-termofile
- Boschi (o macchie alte) di leccio
- Boschi di castagno
- Boschi di faggio
- Boschi di pini mediterranei

- Formazioni arbustive termomediterranee
- Formazioni igrofile
- Pinete oro-mediterranee e altri boschi di conifere montane e sub-montane
- Querceti mesofili e meso-termofili
- Rimboschimenti con specie esotiche



Università FEDERICO II di Napoli

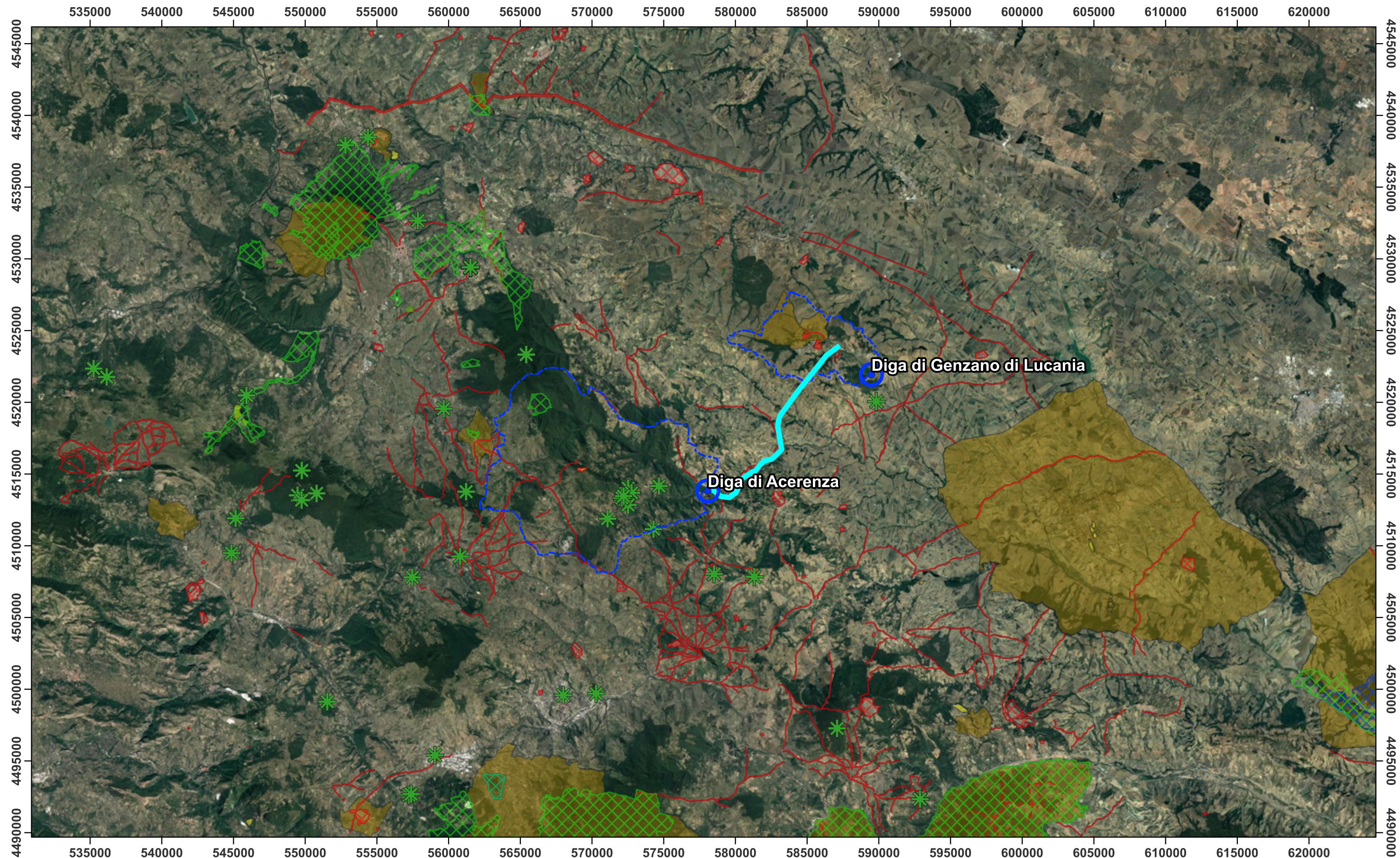
DIARC

R I S C A P E
Paesaggi a rischio. Il progetto di paesaggio nei territori vulnerabili
Marsigli, il livello a.a. 2021/2022

Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Meridionale

Beni paesaggistici

Tav. 10



Beni Paesaggistici
Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004

art. 10 - Beni culturali

- Beni archeologici - Tratturi
- Beni monumentali

art. 136 - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

art. 142

let. f - Parchi e riserve

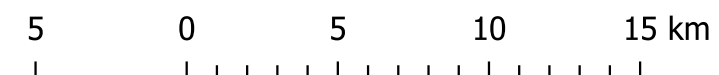
let. i - Zone Umide

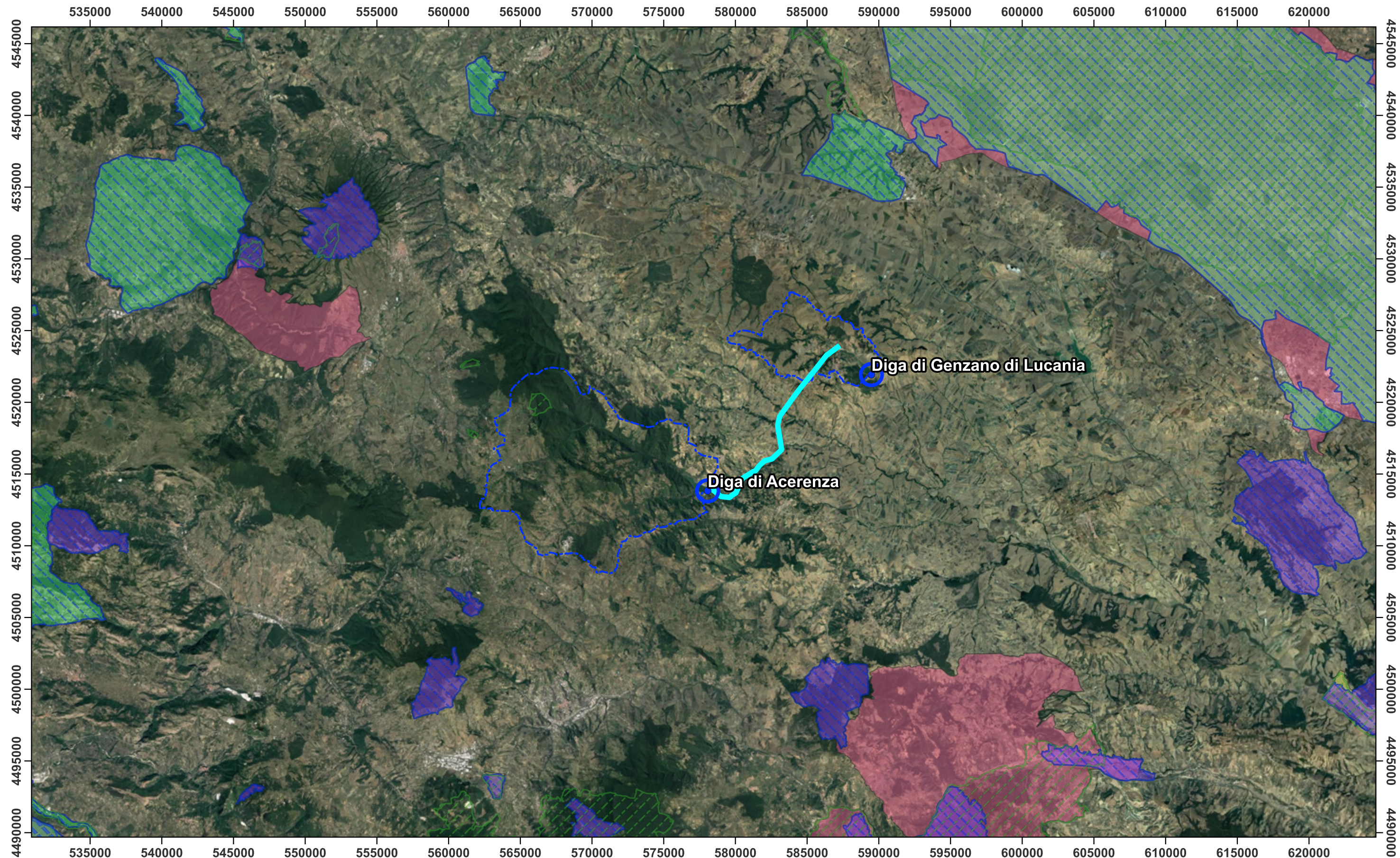
let. m - Open legis

art. 143

Alberi monumentali

Geositi





Protezione degli habitat e delle specie

Oasi W.W.F. Basilicata

IBA

EUAP

ZPS

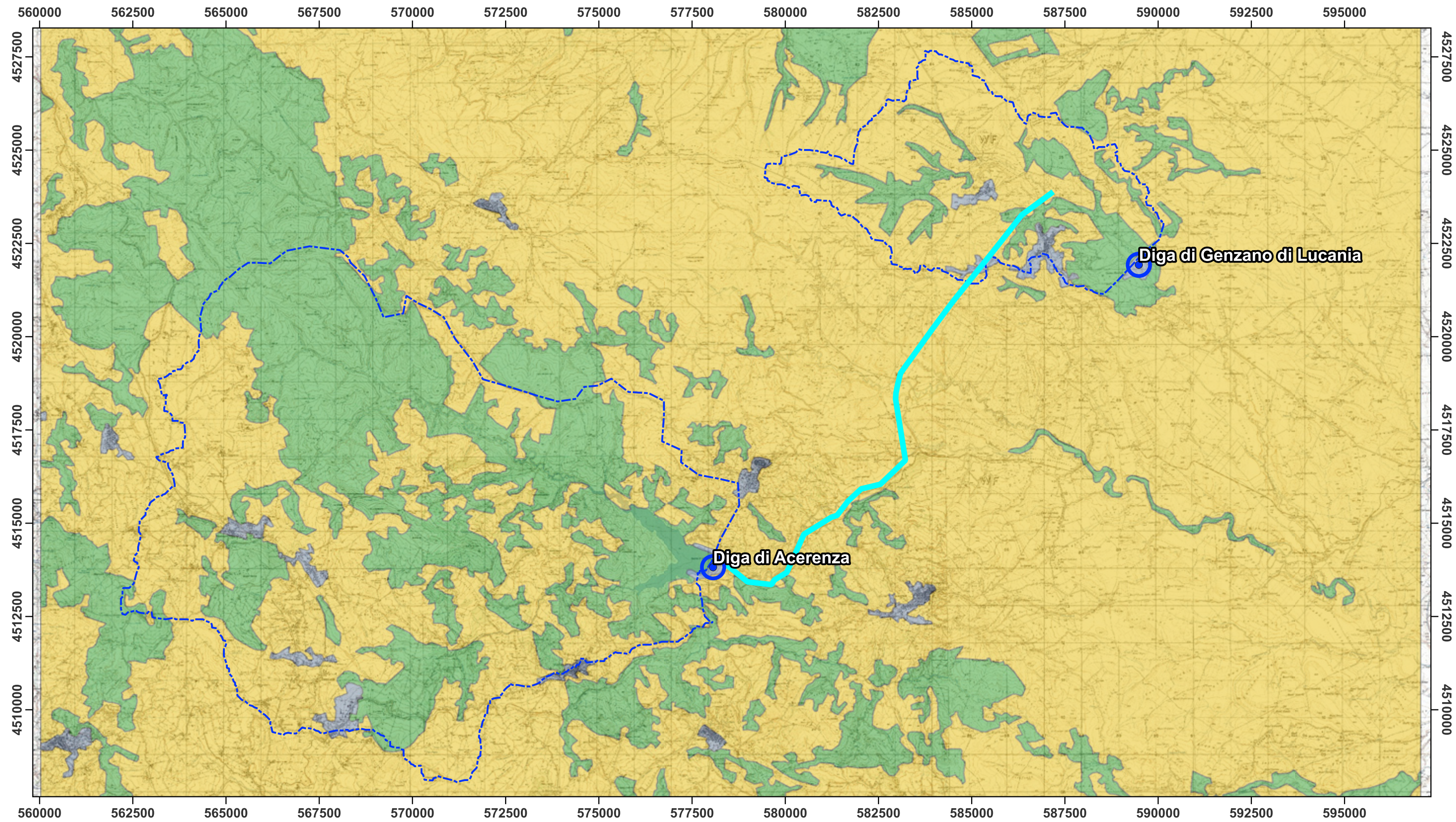
Rete Natura 2000

SIC

ZSC



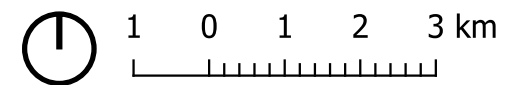
5 0 5 10 15 km

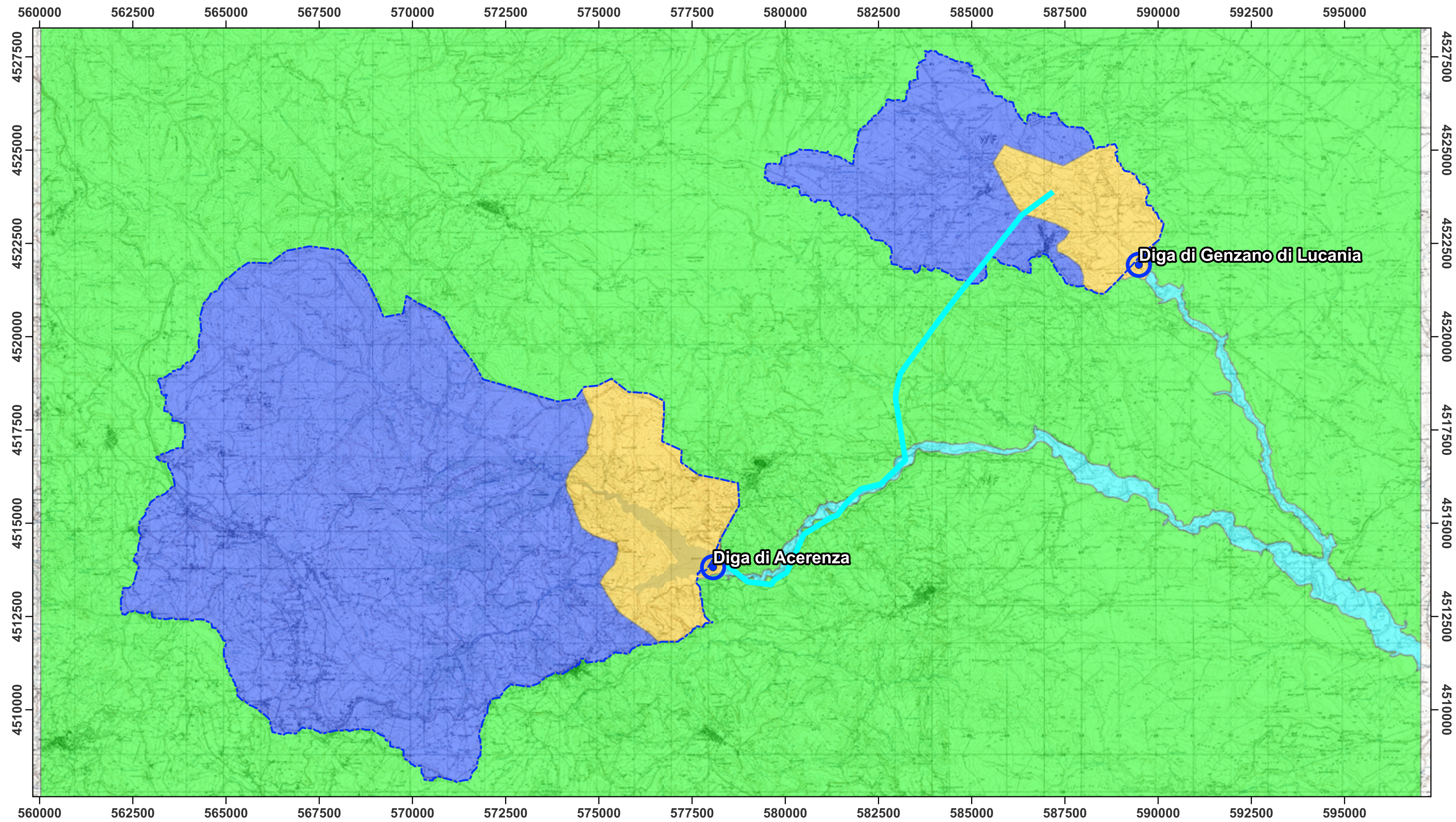


LEGENDA

Elementi Esposti

- E1 - Aree naturali
- E2 - Aree agricole
- E3b - Aree debolmente urbanizzate
- E3a - Aree urbanizzate

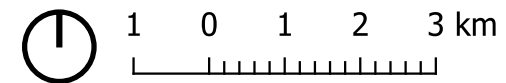


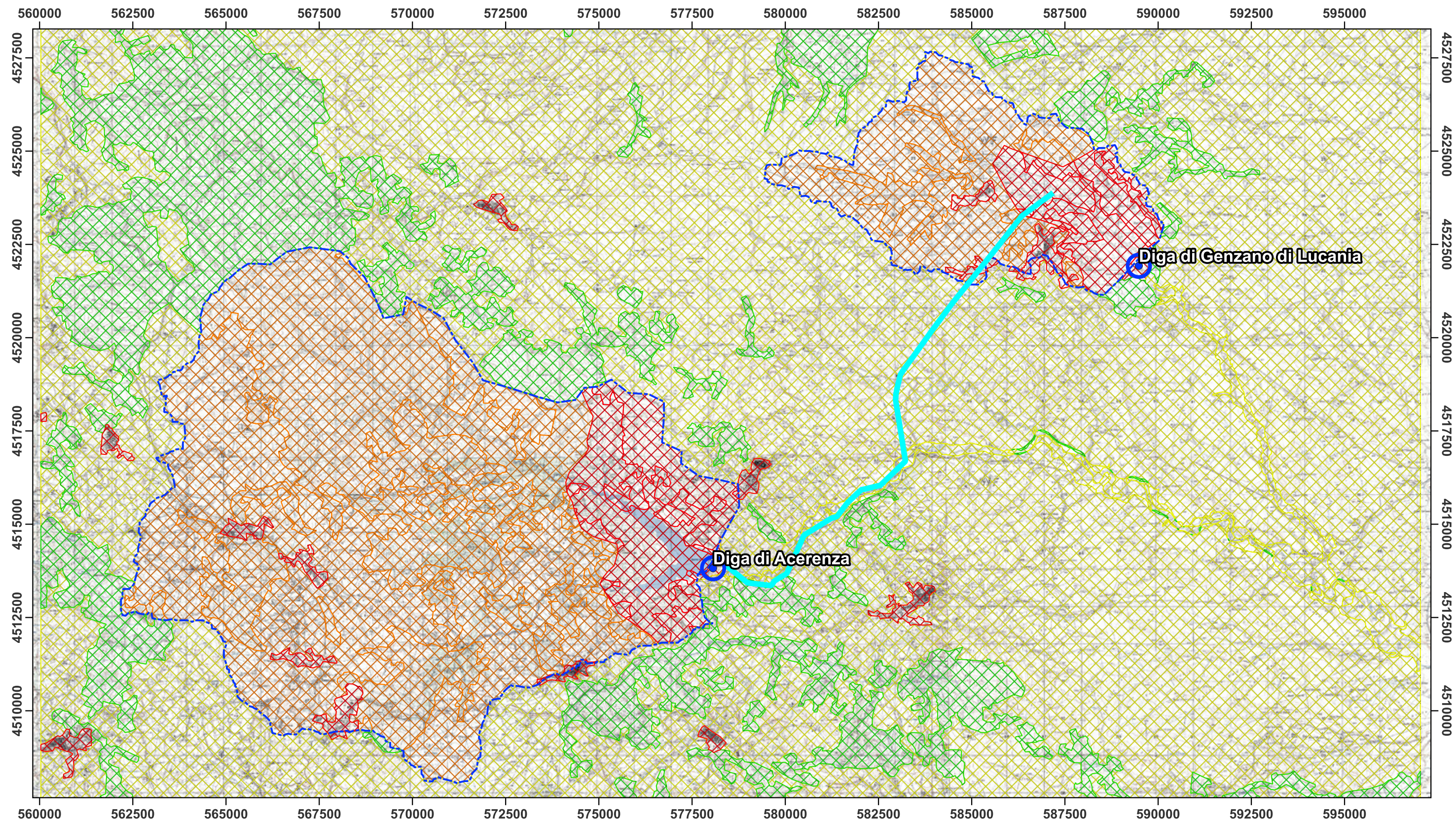


LEGENDA

Elementi funzionali alla Diga

-  D0 - Aree non di pertinenza
-  D1 - Affluente ricettore
-  D2 - Bacino idrografico
-  D3 - Invaso e corpo diga

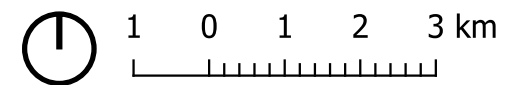




LEGENDA

Rischio

- R1 - Rischio basso
- R2 - Rischio moderato
- R3 - Rischio elevato
- R4 - Rischio molto elevato



AREE NON FUNZIONALI ALLA DIGA

Criticità				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate
D0.E2 <i>Aree agricole</i>	➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree agricole ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate ➤ Scarichi fuori norma ➤ Uso di sostanze inquinanti
D0.E3 <i>Aree Urbanizzate</i>	➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Salvaguardia della vita umana ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile perdita di vite umane	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Possibile perdita di vita umana ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Danneggiamento dei beni esposti ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Scarichi fuori norma ➤ Inquinamento termico ➤ Inquinamento acustico ➤ Gestione dei rifiuti

AFFLUENTE RICETTORE

Criticità				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate
D1.E1 <i>Aree naturali</i>				
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate ➤ Scarichi fuori norma ➤ Uso di sostanze inquinanti
D1.E2 <i>Aree agricole</i>				
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Salvaguardia della vita umana ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile perdita di vite umane	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Possibile perdita di vita umana ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Danneggiamento dei beni esposti ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Scarichi fuori norma ➤ Inquinamento termico ➤ Inquinamento acustico ➤ Gestione dei rifiuti
D1.E3 <i>Aree Urbanizzate</i>				

BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE

Criticità				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
D2.E1 Aree naturali ➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Dambreak	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate
D2.E2 Aree agricole ➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Dambreak	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate ➤ Scarichi fuori norma ➤ Uso di sostanze inquinanti
D2.E3 Aree Urbanizzate ➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Salvaguardia della vita umana ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Dambreak	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile perdita di vite umane	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Possibile perdita di vita umana ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Danneggiamento dei beni esposti ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Scarichi fuori norma ➤ Inquinamento termico ➤ Inquinamento acustico ➤ Gestione dei rifiuti

INVASO E CORPO DIGA

Criticità				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Dambreak	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate
D3.E1 <i>Aree naturali</i>				
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Dambreak	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile creazione di dighe naturali	➤ Fenomeni di liquefazione ➤ Frane sismo – indotte ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari	➤ Perdita aree boschive ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Perdita delle capacità di protezione dall'erosione	➤ Discariche abusive ➤ Cave abbandonate ➤ Scarichi fuori norma ➤ Uso di sostanze inquinanti
D3.E2 <i>Aree agricole</i>				
➤ Eventi alluvionali e di esondazione ➤ Interazione con fenomeni franosi ➤ Salvaguardia della vita umana ➤ Fenomeni di trasporto solido ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti ➤ Dambreak dovuto a onde di piena	➤ Fenomeni franosi superficiali ➤ Fenomeni franosi profondi ➤ Interazione con fenomeni alluvionali ➤ Danneggiamento dei manufatti e delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi ➤ Possibile perdita di vite umane ➤ Fenomeni di dambreak dovuti al rapido collasso dei fenomeni franosi	➤ Possibile perdita di vita umana ➤ Danneggiamento opere accessorie con possibili conseguenze a valle ➤ Interruzione delle infrastrutture lineari e interruzione dei servizi ➤ Danneggiamento degli edifici e dei manufatti presenti	➤ Danneggiamento dei beni esposti ➤ Danneggiamento delle infrastrutture lineari con possibile interruzione dei servizi	➤ Scarichi fuori norma ➤ Inquinamento termico ➤ Inquinamento acustico ➤ Gestione dei rifiuti
D3.E3 <i>Aree Urbanizzate</i>				

AREE NON FUNZIONALI ALLA DIGA

Tipologia di interventi					
Geologico			Ambientale		
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>	
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica ove strettamente necessari ➔ Pulizia di fossi e canali	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco ➔ Pulizia e gestione del bosco ➔ Interventi di rimboschimento	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica	
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica ove strettamente necessari ➔ Pulizia di fossi e canali ➔ Sistemazione dei cali e dei ricettori ➔ Corretto uso del suolo e rispetto dell'invarianza idraulica	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari e dei manufatti	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei manufatti e delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica	
➔ Manutenzione ed adeguamento della rete idrica e fognaria ➔ Corretta progettazione delle aree impermeabilizzate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di messa in sicurezza dei beni esposti ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei beni esposti ➔ Piani di protezione civile ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica ➔ Adeguamento piani urbanistici	

AFFLUENTE RICETTORE

Tipologia di interventi				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica ove strettamente necessari ➔ Pulizia di fossi e canali	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco ➔ Pulizia del bosco ➔ Interventi di rimboschimento	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
D1.E2 <i>Aree agricole</i>	➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica ove strettamente necessari ➔ Pulizia di fossi e canali ➔ Sistemazione dei cali e dei ricettori ➔ Corretto uso del suolo e rispetto dell'invarianza idraulica	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari e dei manufatti	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei manufatti e delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
D1.E3 <i>Aree Urbanizzate</i>	➔ Manutenzione ed adeguamento della rete idrica e fognaria ➔ Corretta progettazione delle aree impermeabilizzate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di messa in sicurezza dei beni esposti ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei beni esposti ➔ Piani di protezione civile ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica ➔ Adeguamento piani urbanistici

BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE

Tipologia di interventi				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica e gestione del trasporto solido ➔ Pulizia di fossi e canali	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco ➔ Pulizia del bosco ➔ Interventi di rimboschimento	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica e gestione del trasporto solido ➔ Pulizia di fossi e canali ➔ Sistemazione dei cali e dei ricettori ➔ Corretto uso del suolo e rispetto dell'invarianza idraulica	➔ Studio e monitoraggio ➔ Eventuale manutenzione e sistemazione post-evento ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari e dei manufatti	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei manufatti e delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
➔ Manutenzione ed adeguamento della rete idrica e fognaria ➔ Corretta progettazione delle aree impermeabilizzate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di messa in sicurezza dei beni esposti ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei beni esposti ➔ Piani di protezione civile ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica ➔ Adeguamento piani urbanistici

INVASO E CORPO DIGA

Tipologia di interventi				
Geologico			Ambientale	
<i>Idraulico</i>	<i>Geomorfologico</i>	<i>Sismico</i>	<i>Incendi</i>	<i>Inquinamento</i>
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica e gestione del trasporto solido ➔ Pulizia di fossi e canali	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di sistemazione dei versanti ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco ➔ Pulizia del bosco ➔ Interventi di rimboschimento	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
➔ Monitoraggio idro-climatico ➔ Interventi di ripristino officiosità idraulica e gestione del trasporto solido ➔ Pulizia di fossi e canali ➔ Sistemazione dei calì e dei ricettori ➔ Corretto uso del suolo e rispetto dell'invarianza idraulica	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di sistemazione dei versanti ➔ Messa in sicurezza delle infrastrutture lineari e dei manufatti	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico dei manufatti e delle infrastrutture lineari ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Realizzazione di percorsi taglia fuoco	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica
➔ Controllo degli afflussi e dei deflussi ➔ Manutenzione e gestione delle opere di regolazione idraulica ➔ Manutenzione ed adeguamento della rete idrica e fognaria ➔ Corretta progettazione delle aree impermeabilizzate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Studio e monitoraggio ➔ Interventi di messa in sicurezza dei beni esposti e dei versanti ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Ampliamento rete di monitoraggio sismico ➔ Adeguamento sismico delle opere accessorie alla diga e dei beni esposti ➔ Piani di protezione civile ➔ Ripristino post-evento delle infrastrutture danneggiate ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e monitoraggio ➔ Informazione e divulgazione ➔ Adeguamento piani urbanistici	➔ Attività di controllo e ispettiva ➔ Monitoraggio degli indicatori climatici (aria, acqua, suolo ...) ➔ Informazione e divulgazione ➔ Interventi di Bonifica ➔ Adeguamento piani urbanistici