



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

Contratto di Prestazione di Servizi DIATI – POLITO det. n. 327/06102026

Committente **Comune di Piateda (SO)**



TORINO, 23 OTTOBRE 2026

f.to: Vincenzo Andrea Riggio



**Politecnico
di Torino**

Data: 26/10/2026 18:43:02 CET

f.to: Daniele Martinelli



**Politecnico
di Torino**

Data: 26/10/2026 21:04:26 CET
Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture
Politecnico di Torino Corso Duca degli Abruzzi, 24 – 10129 Torino – Italia
tel: +39 011.090.7677 fax: +39 011.090.7699
vincenzo.riggio@polito.it www.polito.it



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

NOTA TECNICA

[a]

Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominata
"Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

NOTA TECNICA

ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA MINERARIA IN CONCESSIONE
DENOMINATO "VAL VEDELLO" (URANIO E MINERALI ASSOCIATI)

PROF. ING. VINCENZO RIGGIO (RESPONSABILE SCIENTIFICO)

PROF. ING. DANIELE MARTINELLI

DIATI - POLITECNICO DI TORINO



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

NOTA TECNICA

[b]

Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominat
Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI



Sommario

1. Oggetto, finalità e documentazione esaminata	1
2. Metodo di valutazione.....	6
3. Definizione dello stato di riferimento ambientale	15
4. Quadro del progetto e delle attività previste.....	22
5. Inquadramento storico ed economico della ricerca mineraria.....	28
6. Geologia, dissesto, geotecnica e viabilità	35
7. Gallerie, condizioni operative e sicurezza	42
8. Acque superficiali, sotterranee e quadro idrogeochimico.....	51
9. Radioattività ambientale e radioprotezione	61
10. Qualità dell'aria e clima acustico	70
11. Biodiversità, habitat e Valutazione di Incidenza	79
12. Acque di processo, materiali e gestione dei rifiuti	87
13. Monitoraggio ambientale, recupero e configurazione post-operam	98
14. Alternative progettuali e Opzione Zero	109
15. Coerenza e tracciabilità documentale.....	119
16. Questioni di chiarimento, integrazioni richieste e indicazioni per il prosieguo istruttorio.....	130



1. Oggetto, finalità e documentazione esaminata

1.1 Oggetto e finalità dell'incarico

La presente nota tecnica è predisposta nell'ambito dell'attività di supporto specialistico al Comune di Piateda relativamente all'istanza per il rilascio del permesso di ricerca mineraria denominato "Val Vedello", avente ad oggetto uranio e minerali associati. L'attività trae origine dall'esigenza dell'Amministrazione comunale di disporre di un supporto tecnico indipendente per l'esame della documentazione presentata dal proponente e delle successive integrazioni, con particolare attenzione agli aspetti ambientali, alla tutela della salute umana e degli ecosistemi e ai potenziali effetti delle attività previste sul territorio comunale.

L'incarico affidato al Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture del Politecnico di Torino prevede, in particolare, l'affiancamento tecnico all'Ufficio Tecnico comunale nella verifica degli elaborati prodotti da Futuro Energetico Italiano S.r.l., con specifico riferimento ai contenuti dello Studio di Impatto Ambientale e agli aspetti relativi alle matrici aria, acqua e suolo, al Radon e alla radioattività naturale. L'attività comprende inoltre il supporto alla formulazione di quesiti, richieste di chiarimento o integrazione e contributi tecnici utilizzabili dal Comune nell'ambito del procedimento autorizzativo e della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

La presente relazione deve pertanto essere letta come uno strumento tecnico di supporto all'istruttoria comunale. Essa non è finalizzata a sostituire le valutazioni delle autorità competenti né a formulare un giudizio autorizzativo autonomo sul progetto, ma a verificare se il quadro conoscitivo e progettuale disponibile sia sufficientemente definito, coerente e documentato per consentire una corretta valutazione degli effetti potenziali dell'intervento. In tale prospettiva, l'analisi non è stata orientata alla sola ricerca di elementi critici, ma anche all'individuazione degli aspetti già adeguatamente caratterizzati, delle misure progettuali e di monitoraggio già previste e delle questioni che, pur risultando rilevanti, possono eventualmente essere gestite attraverso chiarimenti, approfondimenti o specifiche prescrizioni.

Questa impostazione è coerente con l'oggetto stesso dell'incarico, che contempla l'analisi degli elaborati tecnici e specialistici, la valutazione dei potenziali percorsi di impatto sull'ambiente e sulla popolazione e la predisposizione di una nota tecnica contenente criticità, richieste di integrazione e raccomandazioni operative utilizzabili dal Comune nell'ambito della procedura di VIA.

Un'attenzione particolare è stata riservata alla distinzione tra le condizioni ambientali e territoriali preesistenti e gli effetti effettivamente riconducibili alle nuove attività di ricerca. Tale distinzione assume particolare importanza nel caso della Val Vedello, dove le attuali proposte si inseriscono in un sito già interessato, tra la seconda metà degli anni Settanta e i primi anni Ottanta, da un'estesa campagna di prospezione e ricerca mineraria. La presenza di infrastrutture, gallerie, piste, discariche minerarie storiche, drenaggi e anomalie radiogeochimiche non può quindi essere interpretata automaticamente né



come effetto del nuovo progetto né, al contrario, come condizione integralmente naturale. La definizione dello stato di riferimento e la ricostruzione dell'evoluzione del sito rappresentano per questo motivo uno degli elementi metodologici centrali della presente valutazione.

1.2 Perimetro della valutazione

L'analisi riguarda il programma di ricerca presentato dal proponente e le opere e attività ad esso funzionalmente connesse, comprendenti la sistemazione della viabilità di accesso, l'organizzazione del piazzale logistico, il recupero dei portali minerari, l'accesso e l'utilizzo di porzioni del reticolo sotterraneo esistente, l'esecuzione dei sondaggi, i sistemi di ventilazione, la gestione delle acque di perforazione e dei materiali derivanti dalle attività, il monitoraggio ambientale e le successive operazioni di recupero e messa in sicurezza.

Sono stati esaminati sia gli effetti potenzialmente determinati direttamente dalle attività previste sia le interazioni con condizioni pregresse del sito, con particolare riferimento alla stabilità dei versanti e delle opere sotterranee, alla circolazione idrica, alla qualità delle acque superficiali e sotterranee, alla radioattività naturale, al Radon, alla produzione e gestione dei residui di perforazione e alle interferenze con habitat e componenti naturalistiche.

Nel definire questo perimetro è stata mantenuta distinta la fase di monitoraggio preliminare già svolta nel corso del 2026 dalle attività oggetto del futuro permesso di ricerca. L'assenso civilistico comunale prot. 1912 del 27 febbraio 2026, rilasciato a Canoe Italia S.p.A., riguardava l'accesso temporaneo alle sole porzioni di galleria necessarie ai rilievi e monitoraggi ambientali propedeutici al SIA, senza scavi, opere, modifiche o installazioni permanenti; non costituiva autorizzazione mineraria, ambientale, tecnica o di sicurezza. Tale distinzione è rilevante perché le informazioni raccolte durante gli accessi preliminari costituiscono parte della baseline conoscitiva, ma non implicano alcuna preventiva valutazione comunale circa la fattibilità o la sicurezza delle successive attività operative.

Lo stesso atto comunale precisa inoltre che il Comune non ha assunto responsabilità relativamente alla sicurezza delle gallerie, alla stabilità delle opere o ai rischi strutturali, ambientali e radiologici, attribuendo al soggetto operante le valutazioni tecniche, organizzative e di sicurezza relative agli accessi autorizzati. Questi elementi vengono richiamati nella presente relazione non per anticipare conclusioni in materia di responsabilità, ma per mantenere distinta la titolarità catastale delle aree dalla gestione delle opere minerarie e dalle responsabilità connesse alle nuove attività di ricerca.

1.3 Documentazione considerata

Il corpus documentale utilizzato ai fini della presente valutazione comprende materiali di diversa origine, epoca e funzione. Per una maggiore chiarezza, essi sono stati distinti in quattro categorie: documentazione tecnica del proponente (DOC-001-DOC-018), elaborati di approfondimento prodotti



nell'ambito del presente incarico (DOC-019 e DOC-019A), documentazione storica (HIST) e atti amministrativi (ADM).

La documentazione del proponente comprende la documentazione tecnica relativa all'attuale progetto di ricerca. Essa include lo Studio di Impatto Ambientale, lo Studio per la Valutazione di Incidenza, la relazione paesaggistica, il Piano di Monitoraggio Ambientale, il Piano di gestione dei rifiuti di estrazione, gli elaborati relativi alla salute e sicurezza, il progetto di recupero e sistemazione della strada di accesso, le relazioni geologiche, archeologiche e paleontologiche, la caratterizzazione radiometrica, le analisi delle acque, la baseline della qualità dell'aria, la valutazione previsionale di impatto acustico, il programma dei lavori e i relativi elaborati cartografici. Tali documenti costituiscono la principale fonte per ricostruire il progetto proposto, le condizioni ambientali ante-operam assunte dal proponente, gli impatti attesi e le misure di mitigazione e monitoraggio previste.

A questa serie sono stati affiancati due elaborati di approfondimento predisposti nell'ambito della presente attività di supporto tecnico, identificati come DOC-019 e DOC-019A. Il primo, "Novazza - Val Vedello. Ricostruzione storica e screening preliminare della remuneratività dei giacimenti uraniferi delle Alpi Orobiche", è stato sviluppato per rispondere ai quesiti relativi alle ragioni del mancato sviluppo industriale del progetto minerario negli anni Ottanta e alla possibile motivazione tecnica ed economica della ripresa delle attività esplorative. Il secondo costituisce la relativa matrice parametrica di sensibilità economica e di analisi del cut-off, utilizzata come strumento di supporto quantitativo.

Tali elaborati non costituiscono quindi documentazione del proponente né atti amministrativi del procedimento, ma strumenti di analisi prodotti nell'ambito dell'incarico per integrare il quadro conoscitivo e fornire una risposta strutturata a specifiche questioni interpretative. La ricostruzione svolta indica che l'interruzione del progetto storico non risulta riconducibile all'esaurimento della mineralizzazione, ma a una combinazione di fattori economici, infrastrutturali, ambientali, autorizzativi e societari.

Lo screening economico sviluppato in DOC-019/DOC-019A è stato inoltre impostato con finalità esclusivamente esplorative e comparative. Esso non costituisce uno studio di fattibilità mineraria né una valutazione della futura redditività di un'eventuale coltivazione, ma consente di evidenziare quali variabili - in particolare tenore, consistenza della risorsa, OPEX, recovery e selettività - condizionino maggiormente la possibile economicità del progetto e, di conseguenza, quali informazioni una nuova campagna di ricerca dovrebbe essere in grado di aggiornare. Lo stesso DOC-019 esplicita che il modello ha natura parametrica e non incorpora una progettazione mineraria reale.

La documentazione storica, identificata con la sigla HIST, comprende gli atti e i documenti prodotti nel corso delle attività minerarie svolte tra gli anni Settanta e Ottanta, la documentazione relativa al successivo riassetto ambientale e, soprattutto, l'indagine ambientale del 1982, utilizzata nella presente analisi come riferimento diacronico per la ricostruzione delle condizioni ambientali del bacino della Val Vedello durante la fase storica di ricerca. Tale documentazione è stata utilizzata con particolare cautela:



i dati storici costituiscono un riferimento di grande valore per valutare la persistenza o l'evoluzione di determinate caratteristiche ambientali, ma non possono essere automaticamente assimilati a un "fondo naturale", poiché furono in larga parte raccolti quando il sito era già interessato dalle attività minerarie.

La documentazione amministrativa, identificata con la sigla ADM, comprende gli atti provenienti dal Comune di Piateda, dalla Regione Lombardia e dagli altri soggetti istituzionali coinvolti. Questi atti sono stati utilizzati principalmente per ricostruire il percorso amministrativo dell'istanza, i rapporti tra i diversi soggetti e il regime degli accessi, delle aree e delle opere esistenti. Di particolare rilievo è l'assenso comunale prot. n. 1912 del 27 febbraio 2026, dal quale emerge che le aree risultano catastalmente intestate al Comune ma che lo stesso Ente dichiara di non avere assunto formalmente la titolarità, la gestione o la presa in carico delle opere minerarie dismesse; il documento evidenzia inoltre la permanenza di una complessità giuridica circa il regime delle opere stesse.

Il diverso valore probatorio e conoscitivo delle fonti è stato tenuto in considerazione nel corso dell'intera analisi. Gli elaborati del proponente costituiscono il riferimento primario per la descrizione del progetto e delle valutazioni ambientali proposte; gli elaborati DOC-019 e DOC-019A rappresentano strumenti di approfondimento elaborati dal gruppo di lavoro; i documenti storici sono utilizzati per valutare l'evoluzione del sito nel tempo; gli atti amministrativi sono invece utilizzati per ricostruire titoli, posizioni e responsabilità formalmente espresse dalle Amministrazioni. In presenza di interpretazioni storiche o amministrative controverse, è stata attribuita prevalenza, per quanto possibile, agli atti primari rispetto alle ricostruzioni retrospettive.

1.4 Impostazione della relazione

Sulla base di questo insieme documentale, la relazione è stata organizzata secondo una progressione che parte dalla ricostruzione dello stato di riferimento, passa attraverso la descrizione del progetto e la valutazione delle singole componenti tecniche e ambientali e conduce infine all'individuazione delle questioni che necessitano ancora di chiarimento o integrazione.

L'obiettivo non è quindi quello di sovrapporre alla documentazione disponibile una seconda descrizione completa del progetto, quanto piuttosto di verificarne la capacità di sostenere, con evidenze coerenti e sufficientemente robuste, le conclusioni formulate circa fattibilità, impatti, mitigazioni e configurazione post-operam. In questo senso, la presenza di una richiesta di integrazione non viene considerata di per sé indice di incompatibilità del progetto, così come la disponibilità di un elaborato specialistico non viene assunta automaticamente come dimostrazione della completa risoluzione della relativa problematica.

La lettura proposta nei capitoli successivi mira pertanto a mantenere separati quadro conoscitivo, interpretazione tecnica, eventuale gap residuo e conseguenza istruttoria, così da fornire al Comune un documento utilizzabile non soltanto per individuare gli aspetti che richiedono approfondimento, ma anche per riconoscere quelli per i quali il livello di evidenza disponibile può essere considerato già adeguato.



Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominata
"Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Fonti principali richiamate nel capitolo: Offerta tecnico-economica per il supporto al Comune di Piateda (03/06/2026); assenso civilistico comunale prot. 1912 del 27/02/2026; DOC-019 "Novazza - Val Vedello. Ricostruzione storica e screening preliminare della remuneratività dei giacimenti uraniferi delle Alpi Orobie" e relativa matrice DOC-019A.



2. Metodo di valutazione

2.1 Impostazione generale dell'analisi

La valutazione della documentazione relativa al permesso di ricerca "Val Vedello" è stata condotta mediante un approccio integrato, finalizzato non soltanto alla verifica della presenza formale degli elaborati, ma soprattutto alla valutazione della loro capacità di descrivere in modo coerente il progetto, lo stato ambientale di riferimento, i potenziali fattori di impatto e le relative misure di prevenzione, mitigazione e controllo. In ragione dell'eterogeneità del corpus documentale e della presenza, nello stesso sito, di condizioni naturali, trasformazioni minerarie storiche e nuove attività proposte, l'analisi è stata impostata in modo da mantenere distinti il dato osservato, la sua interpretazione, l'eventuale conseguenza progettuale e la relativa rilevanza istruttoria.

Per ciascuna componente tecnica o ambientale è stata seguita una sequenza logica comune: ricostruzione dello stato conoscitivo disponibile, valutazione della qualità dell'evidenza, individuazione delle attività di progetto potenzialmente rilevanti, identificazione delle sorgenti e dei percorsi di impatto, definizione dei recettori, esame delle misure di mitigazione previste, valutazione dell'impatto residuo e verifica delle modalità di monitoraggio. L'eventuale richiesta di chiarimento o integrazione rappresenta quindi l'esito finale di questo percorso e non il punto di partenza dell'analisi.

stato conoscitivo → qualità dell'evidenza → attività di progetto → sorgente → percorso di impatto → recettore → mitigazione → impatto residuo → monitoraggio → eventuale integrazione

Questa impostazione consente di evitare due semplificazioni opposte. Da un lato, la presenza di una componente ambientale sensibile, di un'anomalia o di una condizione preesistente non viene considerata automaticamente come elemento di incompatibilità del progetto; dall'altro, la sola presenza di un elaborato specialistico non viene assunta come dimostrazione sufficiente della completa risoluzione della problematica affrontata. L'attenzione è stata posta sulla coerenza tra dati, interpretazione tecnica, scenario progettuale e conclusioni formulate.

2.2 Criteri di valutazione del livello di adeguatezza

Per rendere omogenea la lettura delle diverse componenti è stato attribuito a ciascun tema un livello di adeguatezza, inteso come misura della capacità della documentazione disponibile di sostenere una valutazione tecnica compiuta. La classificazione adottata non rappresenta un giudizio complessivo sul progetto, ma uno strumento operativo per distinguere ciò che risulta già sufficientemente documentato da quanto necessita ancora di consolidamento.

La categoria "Adeguatezza" è stata attribuita ai temi per i quali il quadro conoscitivo e progettuale consente di ricostruire con sufficiente chiarezza lo stato di fatto, le attività previste, i principali effetti attesi e le relative misure di gestione o monitoraggio. "Parzialmente adeguata" indica invece una situazione nella

quale la struttura dell'analisi è presente e sostanzialmente corretta, ma uno o più passaggi necessitano ancora di una verifica quantitativa, di una migliore definizione progettuale o di un approfondimento specifico.

La classificazione "Da chiarire" è stata utilizzata quando elaborati differenti, formulazioni non univoche o scenari alternativi ancora aperti impediscono di ricostruire con certezza quale configurazione debba essere assunta ai fini dell'istruttoria. In tali casi il problema è prevalentemente di riconciliazione o tracciabilità e non implica necessariamente la necessità di nuove campagne di indagine. Infine, la categoria "Non dimostrato" è stata riservata alle conclusioni o alle prestazioni progettuali per le quali, allo stato della documentazione esaminata, non risultano disponibili elementi tecnici o quantitativi sufficienti a verificarne la validità.

2.3 Attribuzione delle priorità istruttorie

Accanto al livello di adeguatezza è stata associata, ove necessario, una priorità istruttoria. Anche questa classificazione non costituisce una graduatoria della "gravità" degli impatti, ma misura la necessità di disporre di un'informazione sufficientemente consolidata prima delle determinazioni conclusive del procedimento.

Sono stati classificati "P1" gli aspetti che, per rilevanza tecnica, ambientale, sanitaria o amministrativa, richiedono un chiarimento o un consolidamento prima della conclusione dell'istruttoria. Rientrano in questa categoria, ad esempio, gli elementi che incidono sulla fattibilità delle attività previste, sulla sicurezza dei lavoratori, sulla quantificazione degli impatti, sulla gestione dei flussi di processo e dei rifiuti, sulla configurazione post-operam o sulla definizione degli obblighi del proponente. I temi "P2" sono rilevanti ma possono, in funzione della specifica questione, essere completati mediante approfondimenti di dettaglio, prescrizioni o condizioni operative. La categoria "P3" riguarda infine aspetti secondari o prevalentemente formali e di tracciabilità, che non modificano autonomamente la valutazione tecnica complessiva.

Un elemento può quindi risultare tecnicamente importante senza essere necessariamente P1, oppure presentare una carenza documentale classificata P1 anche in assenza di evidenze che dimostrino un impatto significativo. Questa distinzione è stata mantenuta per evitare che il livello di approfondimento richiesto venga confuso con un giudizio anticipato sulla compatibilità del progetto.

2.4 Struttura delle matrici e dei registri di valutazione

Per garantire tracciabilità e uniformità nell'esame di un corpus documentale ampio e progressivamente integrato, l'analisi è stata supportata da un insieme coordinato di matrici e registri. Ciascuno di essi risponde a una funzione specifica e consente di mantenere separati aspetti che potrebbero altrimenti essere impropriamente sovrapposti. In particolare, una differenza tra due elaborati non viene automaticamente qualificata come criticità ambientale; l'assenza di un dato non equivale alla

dimostrazione dell'esistenza di un rischio; una condizione storica non viene utilizzata, senza ulteriore verifica, per attribuire responsabilità amministrative attuali.

2.4.1 Evidence Matrix

La Evidence Matrix costituisce il nucleo centrale della valutazione. Per ciascun tema essa mette in relazione l'affermazione o la conclusione progettuale con le evidenze documentali disponibili, ne valuta la robustezza e individua gli eventuali elementi ancora necessari per considerare la questione sufficientemente dimostrata. La logica adottata è: tema o affermazione → evidenza disponibile → qualità dell'evidenza → valutazione → elemento mancante → eventuale quesito istruttorio.

La matrice non è stata utilizzata soltanto per registrare carenze o criticità. Essa consente anche di chiudere positivamente gli aspetti per i quali il livello conoscitivo risulta già adeguato e di distinguere le informazioni solide da quelle che richiedono ancora consolidamento. In questo modo, la valutazione non dipende dal numero di osservazioni formulate, ma dalla capacità delle evidenze disponibili di sostenere, tema per tema, le conclusioni del dossier.

2.4.2 Master Issue Register

Il Master Issue Register raccoglie e organizza le principali questioni tecniche e ambientali emerse dall'analisi, aggregandole per tema. La sua funzione è evitare la proliferazione di singole "criticità" derivanti dallo stesso problema di fondo e consentire di seguire l'evoluzione di ciascuna questione nel corso delle successive integrazioni documentali. Nuove evidenze vengono quindi ricondotte, ove possibile, a una voce già esistente; viene aperto un nuovo tema soltanto quando emerge una questione realmente distinta sul piano tecnico o istruttorio.

Questo approccio permette di mantenere stabile nel tempo l'architettura della valutazione e di comprendere se una nuova informazione chiuda una questione, ne modifichi la priorità oppure richieda un ulteriore approfondimento.

2.4.3 Data Gap Register

Il Data Gap Register raccoglie gli elementi conoscitivi o progettuali effettivamente mancanti o insufficientemente definiti. La sua funzione è diversa da quella del Master Issue Register: un tema può infatti essere importante pur disponendo di dati sufficienti, mentre un gap può riguardare un singolo passaggio quantitativo all'interno di un quadro altrimenti ben sviluppato.

Sono considerati data gap, ad esempio, l'assenza di una caratterizzazione geomeccanica adeguata dei tratti di galleria destinati all'uso operativo, il mancato collegamento quantitativo tra ventilazione, concentrazione residua di Radon e permanenza dei lavoratori, l'assenza di un bilancio completo delle acque di processo o la mancata definizione univoca del destino finale di determinati residui. La domanda cui il registro deve rispondere è quindi molto concreta: quale informazione manca per poter chiudere tecnicamente questo tema?

2.4.4 Historical-Current Baseline Matrix

Per le componenti per le quali la documentazione storica presenta un livello di dettaglio sufficiente è stata predisposta una Historical-Current Baseline Matrix, finalizzata al confronto tra le condizioni documentate durante le precedenti attività minerarie e quelle rilevate nelle campagne 2024-2026. La matrice non assume automaticamente che i dati siano direttamente confrontabili, ma verifica, per ciascun parametro, l'equivalenza della matrice ambientale, della localizzazione, dell'unità di misura, del metodo analitico, delle condizioni stagionali e del significato ambientale del punto di campionamento.

Sono stati definiti quattro livelli di comparabilità. La classe C1 identifica i dati sostanzialmente confrontabili in modo diretto; la classe C2 i dati confrontabili dopo normalizzazione o con specifiche cautele metodologiche; la classe C3 i casi nei quali il confronto è prevalentemente qualitativo o limitato all'ordine di grandezza; la classe C4 le situazioni nelle quali le informazioni disponibili non consentono un confronto metodologicamente affidabile. Tale classificazione è stata applicata, tra gli altri, ai parametri idrochimici, all'Uranio, al Radon nelle acque, ad alcuni radionuclidi specifici e alla radioattività gamma ambientale.

La matrice ha consentito inoltre di distinguere tre diversi stati di riferimento: una Baseline A storica, riferita al periodo 1980-1982 e quindi a un sito nel quale le attività di ricerca mineraria erano già in corso; una Baseline B ante-operam 2024-2026, assunta come riferimento principale per la valutazione degli effetti incrementali del nuovo progetto; e una Baseline C, relativa al corso d'opera e al post-operam, destinata a verificare le variazioni effettivamente associate alle nuove attività.

2.4.5 Consistency & Traceability Register

Il Consistency & Traceability Register è stato utilizzato per verificare la coerenza trasversale tra elaborati differenti e la tracciabilità delle informazioni utilizzate nelle valutazioni. La presenza di valori, formulazioni o scenari non perfettamente coincidenti non è stata considerata automaticamente una contraddizione. In ciascun caso si è verificato se la differenza derivasse da un aggiornamento, da un diverso livello di dettaglio, da differenti finalità dell'elaborato o da una reale incompatibilità tra le informazioni riportate.

Le differenze sono state quindi distinte in errore materiale, differenza di granularità, aggiornamento, apparente incoerenza e incoerenza sostanziale. Soltanto le divergenze in grado di modificare l'interpretazione tecnica, la descrizione dello scenario progettuale o una conclusione ambientale vengono portate nel corpo della relazione e, ove necessario, trasformate in specifiche richieste di riconciliazione.

2.4.6 Responsibility & Commitment Matrix

Le questioni relative a responsabilità, obblighi e impegni sono state trattate attraverso una Responsibility & Commitment Matrix, distinta deliberatamente dalla valutazione tecnica degli impatti. Per ciascuna opera o attività la matrice ricostruisce, nei limiti consentiti dalla documentazione disponibile, il soggetto che realizza l'intervento, la responsabilità durante l'esercizio, gli impegni dichiarati dal proponente, gli obblighi derivanti dal titolo o dalla normativa, la configurazione post-operam, l'eventuale soggetto gestore o manutentore e le garanzie previste.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La separazione è particolarmente importante nel caso della Val Vedello, dove coesistono infrastrutture minerarie storiche, aree catastalmente intestate al Comune, interventi pregressi di riassetto e un nuovo progetto di ricerca. La matrice evita quindi inferenze non supportate, quali l'automatica equivalenza tra proprietà dell'area e responsabilità tecnica dell'opera, oppure tra presenza di una passività storica e obbligo del nuovo proponente alla sua completa risoluzione.

2.4.7 Request for Clarification Matrix

La Request for Clarification Matrix rappresenta l'ultima fase del percorso analitico e traduce le questioni ancora aperte in richieste istruttorie concrete. Ogni richiesta viene costruita a partire da un'evidenza identificabile e collega il problema residuo alla relativa motivazione tecnica o normativa, specificando l'informazione o verifica richiesta, il risultato atteso e la priorità.

Una questione viene pertanto trasformata in richiesta di integrazione soltanto quando l'informazione non risulta già ricavabile dal corpus esaminato, è materialmente rilevante per la valutazione e può essere formulata in modo sufficientemente specifico da produrre una risposta verificabile. Questo criterio è stato adottato per limitare richieste generiche o ridondanti e concentrare l'istruttoria sui passaggi effettivamente necessari.

2.5 Relazione tra i diversi registri

Le matrici e i registri descritti non costituiscono strumenti indipendenti, ma livelli successivi della medesima analisi. Il flusso informativo parte dalla documentazione, identifica le evidenze rilevanti, le organizza in temi, verifica l'eventuale presenza di dati mancanti o incongruenze, considera il quadro normativo e le responsabilità e, soltanto al termine di questo percorso, formula le richieste di chiarimento o integrazione.

documentazione → evidenza → issue → data gap → coerenza/tracciabilità → responsabilità e requisiti → richiesta istruttoria

In termini operativi, la Evidence Matrix stabilisce ciò che risulta dimostrato; il Master Issue Register organizza le questioni aperte; i data gap individuati durante l'analisi sono consolidati nella Evidence Matrix, nel Master Issue Register e, quando richiedono un riscontro, nella Request for Clarification Matrix; il Consistency & Traceability Register verifica che i diversi documenti forniscano una rappresentazione coerente; la Responsibility & Commitment Matrix distingue gli obblighi tecnici e gestionali dei diversi soggetti; la Request for Clarification Matrix traduce infine soltanto le questioni ancora materialmente rilevanti in richieste da sottoporre al proponente o agli enti competenti. La Historical-Current Baseline Matrix opera trasversalmente a questo sistema, fornendo il riferimento temporale necessario per distinguere condizioni pregresse ed effetti incrementali del nuovo progetto.

L'adozione di registri separati è stata utilizzata anche per limitare il rischio di duplicazione. Una stessa evidenza può infatti avere rilevanza per più componenti ambientali, ma viene ricondotta a un unico



problema principale e richiamata, ove necessario, negli altri capitoli senza generare richieste istruttorie ripetitive.

2.6 Criterio di chiusura delle questioni

Una questione viene considerata chiusa quando le evidenze disponibili permettono di identificare con sufficiente certezza lo scenario progettuale, caratterizzare il potenziale impatto, valutare l'efficacia delle mitigazioni previste, definire un sistema di monitoraggio adeguato e, ove rilevante, individuare il soggetto responsabile dell'attuazione delle misure. La chiusura non richiede necessariamente che ogni dettaglio esecutivo sia già disponibile: alcune informazioni possono essere definite in una fase successiva, purché il loro rinvio non impedisca di dimostrare, nella fase corrente, la fattibilità tecnica e ambientale della soluzione proposta.

Analogamente, una questione non rimane aperta soltanto perché presenta una caratteristica ambientale anomala. Quando l'anomalia è adeguatamente caratterizzata, il suo comportamento è sufficientemente compreso e il progetto prevede misure idonee a controllarne gli effetti, il tema può essere considerato tecnicamente gestito. Tale criterio è particolarmente rilevante per un sito nel quale alcune anomalie geochimiche e radiologiche risultano documentate anche storicamente.

2.7 Distinzione tra stato preesistente ed effetti del nuovo progetto

Una particolare attenzione è stata riservata alla distinzione tra condizioni ambientali o territoriali già presenti e modificazioni potenzialmente attribuibili alle nuove attività di ricerca. Nel caso della Val Vedello questa distinzione è essenziale, poiché il sito conserva una rilevante eredità delle precedenti attività minerarie: gallerie, portali, piste di servizio, aree storicamente interessate da depositi di materiali, sistemi di drenaggio e anomalie radiogeochimiche documentate da decenni.

Ogni elemento è stato quindi valutato cercando di distinguere, per quanto possibile, le caratteristiche naturali e geologiche del sito, le trasformazioni conseguenti alle attività minerarie storiche, lo stato ambientale immediatamente precedente al nuovo progetto e le modificazioni prevedibili associate alle attività proposte. La baseline storica è utilizzata per ricostruire persistenza ed evoluzione dei fenomeni, mentre la baseline 2024-2026 costituisce il riferimento principale per la valutazione degli effetti incrementali del progetto.

In questa prospettiva, la presenza di un'anomalia attuale non viene automaticamente attribuita alle nuove attività, così come la sua preesistenza non viene utilizzata per escludere che il progetto possa modificarne intensità, distribuzione o modalità di trasferimento verso i recettori.

2.8 Valutazione dei percorsi di impatto

Per le principali componenti ambientali e sanitarie è stato utilizzato un approccio basato sul percorso di impatto, distinguendo sorgente, mezzo o meccanismo di trasferimento e recettore. L'esistenza di una sorgente potenziale non è stata considerata, da sola, sufficiente a dimostrare la presenza di un impatto

significativo; è stata invece verificata, ove possibile, la completezza della catena sorgente → mobilitazione o emissione → trasporto → esposizione → recettore → effetto.

Il criterio è stato applicato, ad esempio, alla radioattività naturale, distinguendo la presenza di radionuclidi nella matrice rocciosa dalla loro eventuale mobilitazione nelle acque, dalla dispersione del Radon e dall'esposizione dei lavoratori. Analogamente, per le acque è stata considerata la relazione tra drenaggi di galleria, circuiti di processo e corpi idrici recettori; per rumore e polveri sono stati analizzati il collegamento tra sorgenti operative, modalità di propagazione e recettori potenzialmente interessati. Questo approccio consente in particolare di distinguere i fenomeni confinati all'ambiente sotterraneo da quelli potenzialmente rilevanti per l'esterno e per la popolazione.

2.9 Utilizzo della documentazione storica

La documentazione storica è stata utilizzata con una duplice funzione. In primo luogo, ha consentito di ricostruire lo stato del sito durante le precedenti attività minerarie e di verificare la persistenza nel tempo di alcuni fenomeni, con particolare riferimento alla qualità delle acque, alla radioattività ambientale, al Radon, all'Uranio e alle condizioni geomorfologiche e idrogeologiche. In secondo luogo, gli atti storici sono stati utilizzati per ricostruire l'evoluzione delle opere minerarie, delle attività di manutenzione e degli interventi di riassetto successivi alla cessazione delle ricerche.

Nell'utilizzo di tali fonti è stata mantenuta una distinzione rigorosa tra fatto storico e responsabilità attuale. Un documento tecnico o amministrativo degli anni Ottanta può dimostrare l'esistenza di una determinata condizione, di un intervento o di una posizione assunta all'epoca, ma non viene utilizzato, in assenza della necessaria catena di atti, per attribuire automaticamente obblighi o responsabilità attuali. Analogamente, le ricostruzioni retrospettive sono state impiegate come elementi di contesto, attribuendo maggiore peso, ove disponibili, agli atti amministrativi e tecnici primari.

2.10 Valutazione della coerenza documentale

La verifica di coerenza documentale è stata condotta trasversalmente all'intero corpus. La presenza di valori differenti o formulazioni non perfettamente coincidenti non è stata automaticamente classificata come contraddizione. Si è verificato, caso per caso, se la differenza fosse riconducibile a un aggiornamento temporale, a un diverso livello di dettaglio, a differenti finalità dell'elaborato o a una reale incongruenza.

Questa impostazione è particolarmente importante in un procedimento nel quale lo Studio di Impatto Ambientale sintetizza numerose relazioni specialistiche e nel quale alcuni dataset sono stati progressivamente aggiornati nel corso delle campagne di monitoraggio. L'obiettivo non è quindi ottenere una uniformità meramente formale, ma garantire che i dati utilizzati nelle conclusioni siano tracciabili e che eventuali divergenze materialmente rilevanti siano riconciliate in modo esplicito.

2.11 Distinzione tra criticità tecnica, carenza documentale e responsabilità

Uno dei principi applicati nell'intera analisi è stato quello di mantenere separati aspetti che, pur potendo riferirsi alla stessa opera o attività, appartengono a piani differenti. Una criticità tecnica riguarda la possibile presenza di un rischio o di un impatto che deve essere valutato e gestito; una carenza progettuale o documentale riguarda invece l'assenza o insufficienza delle informazioni necessarie a dimostrare che tale rischio sia stato affrontato in modo adeguato; una incoerenza documentale concerne la corrispondenza tra dati, scenari e conclusioni riportati nei diversi elaborati; la responsabilità amministrativa o patrimoniale riguarda infine l'individuazione del soggetto cui competono gestione, manutenzione, ripristino o messa in sicurezza di una determinata opera.

Questi livelli non sono stati sovrapposti. La presenza di una strada storica in condizioni di dissesto, ad esempio, non consente da sola di stabilire chi ne sia responsabile o chi debba sostenerne la futura manutenzione; allo stesso modo, la presenza di concentrazioni elevate di Uranio in un drenaggio minerario non permette automaticamente di attribuirne la causa all'attuale progetto. La distinzione è essenziale anche per evitare che la valutazione dell'Opzione Zero diventi implicitamente una attribuzione di responsabilità non dimostrata.

2.12 Formulazione delle richieste di chiarimento e integrazione

Le richieste istruttorie sono state formulate soltanto dopo aver verificato se la questione potesse essere già risolta attraverso la documentazione disponibile, il confronto storico, la riconciliazione tra elaborati o la verifica del quadro normativo applicabile. L'obiettivo è stato quello di evitare richieste generiche e di concentrare l'attenzione sugli elementi effettivamente necessari per completare la valutazione.

Per ciascuna richiesta sono stati quindi individuati il dato o l'evidenza da cui la questione origina, il problema tecnico o interpretativo residuo, la relativa motivazione tecnica o normativa, l'informazione o verifica richiesta e il risultato atteso ai fini dell'istruttoria. La richiesta di integrazione non è pertanto utilizzata come semplice segnalazione di una criticità, ma come strumento per trasformare un elemento non ancora completamente dimostrato in una questione tecnicamente verificabile e suscettibile di chiusura.

2.13 Principio di proporzionalità della valutazione

L'analisi è stata infine condotta mantenendo un livello di approfondimento proporzionato alla natura del procedimento. La documentazione esaminata riguarda un permesso di ricerca mineraria e non un progetto di coltivazione industriale del giacimento. Questo non riduce la necessità di dimostrare la sicurezza e la compatibilità ambientale delle attività effettivamente previste, ma richiede di distinguere le informazioni indispensabili per autorizzare la fase di ricerca da quelle che sarebbero necessarie soltanto in presenza di una futura proposta di coltivazione.

Aspetti quali un moderno modello di risorsa, un piano minerario di produzione, il dimensionamento di un eventuale impianto industriale di trattamento o una valutazione economica di livello PEA/PFS possono



contribuire all'inquadramento del razionale esplorativo, ma non costituiscono oggetto diretto del progetto attualmente sottoposto a valutazione. Viceversa, devono risultare sufficientemente definiti nella fase attuale gli aspetti strettamente connessi alle attività proposte, quali la stabilità e sicurezza dei tratti di galleria utilizzati, l'accessibilità del sito, la gestione delle acque e dei residui, la radioprotezione, le interferenze ambientali, il monitoraggio e la configurazione di recupero e messa in sicurezza al termine delle attività.

Il criterio di proporzionalità è stato quindi applicato in entrambe le direzioni: evitando di richiedere anticipatamente livelli di progettazione propri di una futura fase di coltivazione, ma anche evitando di rinviare alla fase esecutiva elementi che risultano necessari per dimostrare già oggi la fattibilità tecnica e ambientale delle attività oggetto del permesso di ricerca.

3. Definizione dello stato di riferimento ambientale

3.1 Premessa

La corretta definizione dello stato di riferimento rappresenta uno degli elementi centrali della valutazione del progetto "Val Vedello". Il sito presenta infatti una caratteristica peculiare: le nuove attività di ricerca mineraria si inseriscono in un contesto già interessato, tra la seconda metà degli anni Settanta e i primi anni Ottanta, da un esteso programma di prospezione e ricerca uranifera, con realizzazione di gallerie, piste di accesso, piazzali, aree di deposito e sistemi di drenaggio.

Di conseguenza, lo stato ambientale rilevato oggi non può essere assimilato automaticamente a una condizione naturale indisturbata, così come le caratteristiche documentate negli anni Ottanta non possono essere considerate una baseline pre-mineraria in senso stretto. Parte delle infrastrutture e delle modificazioni territoriali erano infatti già presenti al momento delle indagini ambientali storiche.

Per evitare questa ambiguità, nell'ambito della presente valutazione sono stati distinti tre differenti livelli temporali di riferimento, ciascuno con una funzione specifica nell'interpretazione degli impatti.

Baseline	Periodo	Funzione	Utilizzo nella valutazione
Baseline A	1980-1982	Riferimento storico-diacronico	Verificare persistenza, ordine di grandezza ed evoluzione di fenomeni già presenti durante le precedenti attività di ricerca.
Baseline B	2024-2026	Stato ante-operam FEI	Costituire il riferimento principale per la valutazione degli effetti incrementali del nuovo progetto.
Baseline C	Corso d'opera e post-operam	Riferimento futuro di controllo	Verificare variazioni attribuibili alle nuove attività, efficacia delle mitigazioni e stabilità dopo il termine dei lavori.

Questa articolazione consente di separare in modo più robusto le condizioni pregresse del sito dagli effetti potenzialmente attribuibili al nuovo programma di ricerca. La baseline storica è quindi utilizzata per comprendere il comportamento di lungo periodo del sistema, mentre la baseline 2024-2026 costituisce il riferimento operativo per misurare gli effetti incrementali del progetto.

3.2 Baseline storica 1980-1982

La documentazione ambientale prodotta nel periodo delle precedenti attività minerarie costituisce un riferimento di particolare valore per la ricostruzione dello stato storico della Val Vedello. Le indagini svolte all'epoca comprendono un ampio insieme di informazioni relative a geologia, idrogeologia, qualità delle acque, radioattività ambientale, vegetazione, condizioni territoriali e potenziali percorsi di esposizione.

Tale documentazione consente oggi di ricostruire non soltanto la presenza di determinate anomalie ambientali, ma anche, per alcune matrici, la loro distribuzione spaziale e la variabilità temporale. È tuttavia necessario sottolineare che questa baseline non rappresenta uno stato "pristino": le campagne furono condotte quando le attività di ricerca mineraria erano già in corso e parte delle infrastrutture, dei drenaggi e delle trasformazioni territoriali risultavano già presenti.

Baseline A = stato ambientale storico durante la precedente fase di ricerca mineraria, non fondo naturale originario.

Il principale valore della Baseline A consiste pertanto nella possibilità di verificare se alcune caratteristiche osservate oggi costituiscano fenomeni recenti oppure presentino una continuità pluridecennale. Tale funzione è particolarmente rilevante per la qualità delle acque, per la firma radiogeochimica del sistema minerario e per alcune caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche del sito.

3.3 Confronto idrochimico di lungo periodo

Uno dei confronti più significativi riguarda le acque superficiali e i drenaggi minerari. La documentazione storica mostra che il Torrente Vedello e le acque associate al sistema minerario erano già oggetto di monitoraggio specifico. In particolare, per il Torrente Vedello è disponibile una serie stagionale che evidenzia una marcata variabilità naturale e idrologica dei principali parametri chimico-fisici.

Nei campionamenti storici il pH risulta generalmente compreso tra circa 7,4 e 7,9, mentre la conducibilità varia indicativamente tra 37 e 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le campagne attuali mostrano valori dello stesso ordine di grandezza: PT_S11, identificato nel progetto come Torrente Vedello, presenta valori di pH compresi approssimativamente tra 7,29 e 8,13 e conducibilità tra circa 42 e 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nelle diverse campagne disponibili.

La sovrapposizione degli intervalli non dimostra l'invarianza del sistema, ma evidenzia che la variabilità stagionale e idrologica costituisce una caratteristica importante del sito e deve essere considerata nell'interpretazione delle differenze tra singole campagne. La stessa cautela deve essere mantenuta per i drenaggi di galleria, che già nelle indagini storiche mostravano caratteristiche differenti rispetto ai corsi d'acqua esterni, coerentemente con una forte relazione tra circolazione idrica, fratturazione della roccia e mineralizzazione.

3.4 Uranio e persistenza delle anomalie

Il confronto diacronico è particolarmente rilevante per l'Uranio. La documentazione storica riporta concentrazioni elevate nelle acque direttamente associate alla miniera, con valori dell'ordine delle decine e, in alcune campagne, superiori a 100 µg/L. Le analisi moderne mostrano ancora una significativa eterogeneità spaziale: il SIA riporta valori fino a circa 66,1 µg/L presso PT_S06 e un massimo di 200,6 µg/L registrato a fine 2024 in corrispondenza del Livello 1.

Le anomalie uranifere nei drenaggi associati al sistema minerario presentano una continuità storica documentabile.

Questa evidenza non consente tuttavia di attribuire automaticamente l'intero fenomeno a un fondo geogenico indisturbato, poiché anche i dati storici furono raccolti in un sito già interessato da attività minerarie. Il confronto permette di dimostrare la persistenza del fenomeno, non di stabilirne da solo l'origine esclusiva.

3.5 Arsenico: necessità di una lettura separata

Il comportamento dell'Arsenico richiede una valutazione distinta. Le campagne recenti riportano valori significativi, con concentrazioni che nei settori più profondi possono raggiungere circa 21-26 µg/L. Il SIA associa la compresenza di Uranio e Arsenico all'interazione delle acque con zone localmente mineralizzate e a fenomeni di lisciviazione delle formazioni rocciose.

Questa interpretazione è compatibile con il contesto geologico del sito, ma la documentazione storica esaminata non fornisce, per l'Arsenico, una serie quantitativa altrettanto robusta e direttamente confrontabile con quella disponibile per l'Uranio. Di conseguenza, i due elementi non vengono trattati in modo equivalente: per l'Uranio è possibile documentare una persistenza pluridecennale dell'anomalia nei drenaggi minerari; per l'Arsenico la presenza attuale è ben documentata, mentre la sua attribuzione quantitativa al solo fondo geogenico richiede un'interpretazione idrogeochimica più specifica.

3.6 Radioattività nelle acque

La documentazione storica conferma che già negli anni Ottanta il sistema idrico minerario presentava radionuclidi appartenenti alla catena dell'Uranio. Le indagini comprendevano determinazioni di Uranio naturale, Ra-226, Pb-210, Po-210 e Rn-222 nelle acque. La presenza di questi parametri è rilevante perché consente di interpretare meglio gli attuali risultati di attività alfa totale.

La baseline recente evidenzia infatti una forte variabilità dell'attività alfa nelle diverse campagne. Nel 2025 diversi punti superano il valore di screening adottato negli elaborati del proponente; PT_S06 e PT_S11 raggiungono valori pari a circa 1,51 Bq/L, mentre nel maggio 2026 PT_S06 resta elevato con $1,76 \pm 0,14$ Bq/L, a fronte di una riduzione negli altri punti.

Il confronto non permette di equiparare direttamente l'attività alfa totale moderna alle concentrazioni dei singoli radionuclidi determinate storicamente. Consente tuttavia di riconoscere che l'attuale segnale alfa dei drenaggi minerari si inserisce in un sistema radiogeochimico storicamente caratterizzato dalla presenza di radionuclidi della serie dell'Uranio. Questo elemento costituisce anche una base razionale per indirizzare la successiva speciazione radiologica verso i radionuclidi storicamente documentati, evitando richieste analitiche indiscriminate.

3.7 Radon disciolto

Anche il Radon nelle acque mostra un'elevata variabilità spaziale e temporale. Le campagne recenti riportano, a titolo di esempio, valori compresi tra circa 4,9 e 33,2 Bq/L a PT_S06, fino a 98,6 Bq/L a PT_S07, fino a 65,2 Bq/L a PT_S09 e fino a 25,8 Bq/L a PT_S12. Nel Torrente Vedello, PT_S11, i valori disponibili passano da circa 6,2 Bq/L nel novembre 2025 a 0,1 Bq/L nel maggio 2026.

Tali oscillazioni sono coerenti con un sistema fortemente influenzato da condizioni idrologiche, tempi di residenza, degasamento e modalità di circolazione nelle fratture. La documentazione storica evidenziava già la presenza di Radon nelle acque minerarie; tuttavia, le differenze nei metodi analitici e nelle modalità di campionamento impediscono di utilizzare i dati storici e moderni come una serie quantitativa omogenea.

Il confronto è pertanto utilizzato soprattutto per dimostrare la persistenza del fenomeno e la sua forte eterogeneità, mentre eventuali valutazioni di trend richiedono il confronto tra campagne moderne condotte con metodiche e condizioni sufficientemente omogenee.

3.8 Radioattività gamma e ambiente esterno

Il confronto diacronico fornisce indicazioni utili anche per la radioattività gamma ambientale. Le misure storiche evidenziavano valori di fondo più elevati nelle aree minerarie rispetto ad alcune zone esterne, in coerenza con la presenza della mineralizzazione uranifera.

Le campagne recenti riportano all'esterno valori dell'ordine di circa 170-220 nSv/h, mentre in sotterraneo e in prossimità delle mineralizzazioni possono essere raggiunti valori significativamente superiori. Il confronto tra dati storici e moderni deve essere effettuato con cautela per le differenze nelle grandezze dosimetriche, nella strumentazione e nella geometria di misura. In termini di ordine di grandezza, tuttavia, non emergono elementi che indichino una modifica macroscopica del fondo gamma esterno rispetto al quadro storico disponibile.

Le condizioni radiologiche dell'ambiente esterno e quelle dell'ambiente minerario sotterraneo devono essere valutate separatamente.

3.9 Baseline ante-operam 2024-2026

La Baseline B rappresenta il riferimento principale per la valutazione degli effetti del progetto. Tra il 2024 e il 2026 sono state sviluppate campagne relative alla qualità delle acque, alla radioattività, al Radon, alla qualità dell'aria, al rumore, alle componenti biologiche e ad altre matrici ambientali contermini al sito.

La rete di monitoraggio delle acque comprende punti associati agli ingressi delle gallerie, drenaggi esterni, il Torrente Vedello e, dal 2026, alcune venute interne. Il Piano di Monitoraggio Ambientale prevede inoltre un'articolazione esplicita tra Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam, con l'obiettivo di seguire l'evoluzione delle diverse componenti ambientali durante l'intero ciclo delle attività.

Nel presente studio si ritiene tuttavia preferibile utilizzare l'espressione "stato ambientale ante-operam 2024-2026" piuttosto che "fondo naturale" o "Stato Zero naturale", salvo nei casi in cui l'origine naturale di una specifica componente sia effettivamente dimostrata. Questa terminologia risulta più appropriata per un sito interessato da precedenti attività minerarie e consente di mantenere distinta la nozione di baseline operativa dalla ricostruzione delle condizioni naturali originarie.

3.10 Baseline futura: corso d'opera e post-operam

La Baseline C non rappresenta uno stato già disponibile, ma il quadro che dovrà essere costruito attraverso il monitoraggio durante e dopo le nuove attività. Il suo obiettivo principale sarà verificare se le matrici ambientali mostrino variazioni ambientalmente significative rispetto allo stato ante-operam e se tali variazioni possano essere ragionevolmente associate alle attività di progetto.

La valutazione futura dovrà quindi essere basata, per quanto possibile, su confronti omogenei per localizzazione, periodo stagionale, metodologia analitica, condizioni idrologiche e meteorologiche e stato operativo del progetto. Questo aspetto è particolarmente importante per le acque, per le quali la variabilità stagionale storica e recente risulta significativa.

Il post-operam non dovrebbe pertanto essere interpretato esclusivamente come un periodo temporale prestabilito, ma come una fase di verifica della stabilità del sistema rispetto alla baseline ante-operam, con criteri di uscita collegati alla dimostrazione dell'assenza di variazioni persistenti riconducibili alle attività svolte.

3.11 Classificazione dei punti idrici ai fini interpretativi

Per rendere più robusta la lettura delle campagne idrochimiche e radiometriche, i punti della rete sono stati distinti funzionalmente in tre gruppi: punti di background esterno, non direttamente associati ai drenaggi minerari; punti del sistema minerario, comprendenti ingressi di galleria, drenaggi e venute interne; recettori a valle, con particolare riferimento al Torrente Vedello.

Classe	Funzione	Esempi / criterio
A - Background esterno	Descrive il contesto territoriale non direttamente associato ai drenaggi minerari.	Sorgenti e punti esterni selezionati in base alla reale indipendenza idrogeologica dal sistema minerario.
B - Sistema minerario	Descrive acque in ingresso/uscita dalle gallerie e venute interne.	PT_S06, PT_S07, PT_S09, PT_S12 e punti interni PT_S13/PT_S14.
C - Recettore a valle	Valuta l'integrazione dei contributi a valle del sistema.	PT_S11 - Torrente Vedello.

Questa distinzione è rilevante perché PT_S11 non deve essere considerato un punto di background puro. La documentazione storica mostra infatti che il Torrente Vedello riceveva già acque provenienti dal sistema minerario; anche le campagne moderne evidenziano una dinamica differente rispetto ai punti di fondo. La lettura più appropriata è pertanto basata sulla sequenza background → sistema minerario → recettore a valle, anziché su un confronto indistinto tra tutti i punti della rete.

3.12 Valutazione complessiva dello stato di riferimento

Nel complesso, il quadro conoscitivo disponibile consente di definire una baseline ambientale sufficientemente articolata per la valutazione del progetto. La disponibilità di una documentazione storica particolarmente estesa costituisce un elemento di notevole valore, poiché permette di evitare che caratteristiche persistenti del sito vengano interpretate come fenomeni recenti. Al tempo stesso, la baseline moderna 2024-2026 è sufficientemente ampia da rappresentare il riferimento operativo per il futuro monitoraggio.

Le principali cautele interpretative riguardano la non equivalenza tra baseline storica e fondo naturale originario, la significativa variabilità stagionale delle acque, la necessità di distinguere tra drenaggi minerari e recettori esterni, la diversa robustezza dell'interpretazione di Uranio e Arsenico e la non diretta comparabilità tra alcuni parametri radiologici storici e moderni.

Alla luce di queste considerazioni, lo stato di riferimento viene giudicato complessivamente adeguato come base istruttoria, con alcuni approfondimenti interpretativi che saranno sviluppati nei capitoli dedicati alle acque e alla radioattività.

Stato storico → stato ante-operam attuale → variazione durante il progetto → stabilità post-operam.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

È questa la sequenza temporale adottata nei capitoli successivi per distinguere le caratteristiche pregresse dagli effetti incrementali delle nuove attività di ricerca e per valutare, in prospettiva, l'efficacia delle misure di mitigazione e recupero previste dal progetto.

4. Quadro del progetto e delle attività previste

Il presente capitolo ricostruisce in forma unitaria il programma di ricerca mineraria "Val Vedello" sulla base degli elaborati progettuali esaminati. La finalità è fornire un riferimento descrittivo comune per le successive valutazioni specialistiche, distinguendo le attività effettivamente previste nell'ambito del permesso di ricerca dalle eventuali ipotesi di futura coltivazione mineraria, che non costituiscono oggetto del progetto attualmente sottoposto a valutazione.

4.1 Inquadramento generale del programma

Il progetto riguarda un programma di ricerca mineraria per uranio e minerali associati, sviluppato su un arco temporale pluriennale e finalizzato all'aggiornamento e alla validazione delle conoscenze geologiche e minerarie disponibili sul giacimento. La strategia di indagine proposta si basa sul riutilizzo, per quanto possibile, delle infrastrutture storiche esistenti e in particolare del reticolo di gallerie realizzato durante le precedenti campagne di ricerca. Il programma non prevede, allo stato della documentazione esaminata, l'avvio di attività di coltivazione mineraria, ma un insieme di lavori esplorativi costituiti prevalentemente da rilievi, acquisizione di dati geologici e geofisici e perforazioni a carotaggio continuo.

Il programma dei lavori è articolato in tre fasi successive. La Fase 1 è dedicata alla definizione e validazione dei corpi mineralizzati sulla base dei dati storici e delle nuove perforazioni; la Fase 2 prevede attività di infill, finalizzate ad aumentare il livello di conoscenza e la continuità dei corpi individuati; la Fase 3 è invece orientata all'esplorazione di ulteriori potenziali estensioni della mineralizzazione. Complessivamente sono previsti 156 sondaggi, per circa 21.340 m di perforazione a carotaggio continuo, ripartiti rispettivamente in 78 sondaggi per la fase di definizione/validazione, 55 per l'infill e 23 per la fase esplorativa.

Le perforazioni interessano quattro livelli del reticolo sotterraneo esistente e sono distribuite su 60 piazzole di perforazione, di cui 29 riferite alla prima fase, 22 alla seconda e 9 alla terza. Le lunghezze previste per i singoli sondaggi sono comprese indicativamente tra 60 e 350 m, con una profondità media prossima a 137 m. L'impostazione conferma la natura conoscitiva del programma: le attività proposte mirano a definire con maggiore attendibilità geometria, continuità e caratteristiche della mineralizzazione e non costituiscono, di per sé, un progetto di sfruttamento industriale del giacimento.

Elemento	Dato progettuale
Durata programma	3 anni
Sondaggi previsti	156
Metri complessivi di carotaggio	21.340 m
Piazzole sotterranee	60

Elemento	Dato progettuale
Fase 1	78 sondaggi – 9.420 m
Fase 2	55 sondaggi – 7.275 m
Fase 3	23 sondaggi – 4.645 m

4.2 Organizzazione logistica e piazzale esterno

La logistica generale delle attività è concentrata in un piazzale esterno esistente, destinato a svolgere la funzione di campo-base per il programma di ricerca. La documentazione prevede l'installazione di strutture temporanee a supporto delle operazioni, comprendenti moduli adibiti a ufficio, magazzino e manutenzione, tettoie per lo stoccaggio delle cassette contenenti i nuclei di perforazione e delle aste, un'area per il logging e la descrizione delle carote, servizi igienici e dispositivi di emergenza, oltre a un'area dedicata alla gestione temporanea dei rifiuti di cantiere.

Dal punto di vista funzionale, la documentazione di sicurezza distingue l'area esterna in comparti dedicati alla logistica, agli uffici e servizi e alla movimentazione dei mezzi, mentre l'intero sistema di gallerie interessato dalle operazioni viene trattato come area sotterranea separata. L'alimentazione elettrica delle principali attrezzature è prevista mediante un generatore mobile, destinato a essere spostato in funzione delle fasi operative e dei portali utilizzati. Il combustibile è previsto in serbatoio dedicato con sistema di contenimento, mentre l'acqua necessaria alle perforazioni viene accumulata in una cisterna esterna da circa 10 m³, rifornita mediante autobotte e trasferita alle postazioni sotterranee.

Il piazzale assume quindi una funzione prevalentemente temporanea e di servizio. Al termine delle attività il proponente prevede la rimozione delle infrastrutture provvisorie e il successivo riassetto dell'area, secondo modalità che verranno riprese nel capitolo dedicato alla configurazione post-operam.

4.3 Viabilità di accesso

Una componente significativa del progetto riguarda la sistemazione della viabilità di accesso all'area mineraria. Il progetto stradale prevede interventi di ripristino funzionale, risagomatura e consolidamento della pista storica di servizio che collega l'area del Lago di Scais con il settore minerario. La documentazione tecnica indica uno sviluppo complessivo del tracciato pari a circa 3.823 m, una piattaforma utile media di circa 3,50 m, pendenze medie dichiarate intorno al 13% e valori massimi locali fino al 20%. Sono inoltre previste piazzole di scambio distribuite lungo il percorso per consentire il traffico regolamentato dei mezzi d'opera e di soccorso.

Gli interventi non si limitano quindi a una semplice manutenzione superficiale, ma comprendono opere di regolarizzazione geometrica, sistemazione dei drenaggi, attraversamenti e interventi di consolidamento

e sostegno. La stessa documentazione attribuisce alla pista una funzione prioritaria durante la fase di cantiere e di servizio alle attività minerarie; la configurazione che essa assumerà al termine del programma, e in particolare l'eventuale permanenza nella rete viaria locale regolamentata, costituisce invece un tema da ricostruire in modo univoco nei successivi capitoli.

4.4 Recupero dei portali e accesso alle gallerie

Il progetto prevede il recupero e la riapertura di cinque portali minerari storici, attualmente occlusi o murati a seguito della cessazione delle precedenti attività. I portali sono identificati come Ribasso, Livello 1 Laterale, Livello 1 Centrale, Livello 2 e Livello 3. La documentazione indica che l'obiettivo è riutilizzare le gallerie esistenti evitando, per quanto possibile, la realizzazione di nuovi sviluppi sotterranei.

I lavori preliminari comprendono la rimozione del materiale che attualmente occlude gli imbocchi, il recupero delle aree antistanti e la successiva messa in sicurezza dei tratti di galleria necessari allo svolgimento delle attività. I materiali rimossi in corrispondenza dei portali sono previsti in deposito temporaneo e, ove ritenuto idoneo, potranno essere successivamente utilizzati per interventi di ricolmatura o sistemazione interna. Di fronte ai portali è inoltre previsto il recupero della strada esistente e la predisposizione di piccoli spazi di manovra necessari al trasferimento delle attrezzature e alla logistica delle perforazioni.

4.5 Postazioni di perforazione e modalità operative

Le attività di sondaggio sono previste esclusivamente in sotterraneo e utilizzano postazioni già impiegate durante le precedenti campagne minerarie. La documentazione specifica che, in linea generale, non sono previsti nuovi scavi di adattamento delle piazzole, salvo operazioni di pulizia e gli eventuali interventi di stabilizzazione necessari per garantire condizioni operative sicure.

Le perforazioni saranno eseguite a carotaggio continuo con diametro NQ e recupero wireline. Le carote saranno catalogate, sottoposte a logging geologico e geotecnico, tagliate e campionate secondo il programma di controllo qualità previsto. Le cassette contenenti i nuclei assumono una funzione conoscitiva e vengono conservate per le successive attività di caratterizzazione e modellazione. Il Piano di gestione dei rifiuti stima un fabbisogno complessivo di circa 5.335 cassette, destinate, una volta completate le attività di logging e caratterizzazione, a essere stoccate nei traversi esistenti del livello di Ribasso.

Un elemento rilevante ai fini della successiva valutazione di sicurezza è rappresentato dalla necessità di verificare, prima dell'impiego operativo di ciascuna postazione, le condizioni dell'ammasso roccioso. La documentazione riconosce infatti che non è attualmente disponibile una caratterizzazione completa mediante parametri quali RQD o MRMR e prevede verifiche locali, con eventuale ricorso a bullonature, reti, spritz-beton o centine qualora emergano condizioni di instabilità.



4.6 Sistema di ventilazione

La permanenza prolungata degli operatori nelle gallerie richiede un sistema di ventilazione forzata. Il progetto prevede un ventilatore assiale Zitron ZEL 7-37/2, con potenza complessiva dichiarata di 111 kW, suddivisa su tre motori da 37 kW. Il ventilatore è previsto all'interno dei portali utilizzati nelle diverse fasi operative, anche con l'obiettivo di limitare la propagazione del rumore verso l'esterno.

Il sistema è integrato con tubazioni flessibili e dispositivi mobili di compartimentazione destinati a convogliare l'aria verso le aree effettivamente occupate. La ventilazione assolve una duplice funzione: garantire condizioni compatibili con la permanenza degli operatori in presenza di Radon e assicurare la qualità dell'aria nelle aree in cui siano presenti apparecchiature o motori che possano contribuire alla produzione di gas o contaminanti. La verifica quantitativa della capacità del sistema di garantire concentrazioni e dosi accettabili sarà trattata nel capitolo dedicato alla radioprotezione.

4.7 Gestione delle acque di perforazione

Il progetto prevede un sistema di gestione delle acque sostanzialmente a circuito chiuso. L'acqua viene trasferita dalla cisterna esterna alle postazioni mediante pompe dedicate. Durante la perforazione, i fluidi di ritorno sono raccolti e inviati a un sistema di trattamento articolato, secondo la documentazione, su tre stadi principali: separazione primaria mediante decanter centrifugo, filtrazione a membrane UF/NF e osmosi inversa.

L'obiettivo è separare progressivamente solidi grossolani, micro-particolato, colloidali e specie disciolte, comprese componenti metalliche e radionuclidi. Durante l'esercizio sono previsti controlli delle portate in ingresso e uscita e analisi con frequenze differenziate per solidi sospesi, pH, conducibilità, attività alfa e beta totale e radionuclidi specifici.

Il sistema viene descritto in modo sufficientemente strutturato sotto il profilo concettuale; restano tuttavia da verificare, nei capitoli successivi, il bilancio quantitativo complessivo delle correnti e il destino finale dei residui prodotti dalle diverse fasi di trattamento.

4.8 Gestione dei materiali e dei rifiuti

Le attività determinano differenti flussi di materiali, che la documentazione distingue in funzione della loro origine e delle relative caratteristiche. Le carote destinate alla caratterizzazione geologica vengono trattate come campioni e conservate per finalità conoscitive. Diversamente, i detriti e i fanghi derivanti dalla perforazione e dal trattamento delle acque sono soggetti alle procedure previste nel Piano di gestione dei rifiuti.

Per i materiali potenzialmente caratterizzati da presenza di NORM è prevista una gestione specifica comprendente tracciabilità, caratterizzazione radiometrica e, ove necessario, deposito in contenitori dedicati. Il Piano di gestione dei rifiuti contempla al momento differenti possibilità per il destino finale di

alcuni residui, comprese la ricollocazione in settori dedicati della miniera, il conferimento ad area autorizzata o il trasferimento presso impianti specializzati. Questo elemento non viene approfondito nel presente capitolo descrittivo e sarà ripreso nella sezione dedicata alla gestione dei rifiuti e delle acque di processo.

4.9 Monitoraggio ambientale e sicurezza operativa

Il progetto associa alle attività minerarie un Piano di Monitoraggio Ambientale articolato nelle fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam. Sono previste attività su acque superficiali e sotterranee, radioattività, Radon, qualità dell'aria, rumore, flora, fauna e componenti biologiche.

Per le attività in sottoterraneo sono inoltre previste misure specifiche di sicurezza, tra cui monitoraggio radiologico, controllo delle condizioni di ventilazione, uso di dosimetri personali e dispositivi di protezione individuale. La documentazione di sicurezza tratta preliminarmente l'area sotterranea come zona sottoposta a maggiore controllo radiologico e prevede la successiva classificazione definitiva sulla base dei dati acquisiti in corso d'opera. Questi aspetti saranno oggetto di valutazione nei capitoli specialistici successivi.

4.10 Recupero ambientali e configurazione finale

Al termine delle attività il proponente prevede una serie di interventi di recupero e messa in sicurezza. Gli elaborati richiamano il riassetto e la riqualificazione del piazzale logistico, lo smantellamento delle postazioni temporanee, la sistemazione delle piazzole di sondaggio, la messa in sicurezza dei tratti di galleria interessati e la sistemazione definitiva dei portali, con mantenimento di cancelli destinati a consentire la ventilazione e il possibile transito della chiroterofauna.

La documentazione precisa inoltre che ulteriori interventi potranno essere definiti nel corso del procedimento autorizzativo. La configurazione post-operam non coincide quindi necessariamente con il ripristino integrale delle condizioni precedenti all'intervento: alcune strutture potranno essere rimosse, altre ripristinate e altre ancora mantenute in una configurazione permanente di sicurezza o servizio. Questo tema avrà particolare rilievo nella successiva valutazione del post-operam e delle responsabilità future.

4.11 Sintesi del quadro progettuale

Nel complesso, la documentazione consente di ricostruire con buona chiarezza la struttura generale del progetto. Il programma può essere letto come una sequenza funzionale che comprende il recupero della viabilità, l'allestimento del campo-base, la riapertura dei portali, la verifica e messa in sicurezza delle aree sotterranee, l'installazione dei sistemi di ventilazione e servizio, l'esecuzione dei sondaggi, la gestione delle acque e dei residui, il monitoraggio e infine il recupero e la messa in sicurezza finale.



**Viabilità → campo-base → portali → aree sotterranee → ventilazione e servizi → sondaggi → gestione
acque e residui → monitoraggio → recupero finale**

Il progetto presenta quindi un livello di definizione significativamente superiore a quello di una semplice proposta esplorativa preliminare, soprattutto per quanto riguarda il programma delle perforazioni, la logistica e i principali sistemi di servizio. Restano tuttavia alcuni aspetti che non risultano ancora completamente chiusi in termini quantitativi o amministrativi, tra cui la caratterizzazione geomeccanica dei tratti sotterranei interessati, alcune verifiche di stabilità e accessibilità della viabilità, il dimensionamento prestazionale della ventilazione, il bilancio integrato delle acque e dei residui, il destino finale di alcuni flussi NORM e la configurazione post-operam delle opere destinate a permanere.

Tali elementi non vengono trattati in questo capitolo come criticità autonome, ma costituiscono i punti di raccordo con le successive sezioni specialistiche della relazione, nelle quali verranno valutati in relazione alla qualità dell'evidenza disponibile, alle misure di mitigazione previste e alle eventuali necessità di chiarimento o integrazione.

5. Inquadramento storico ed economico della ricerca mineraria

Il presente capitolo approfondisce il contesto storico ed economico nel quale si collocano le ricerche uranifere di Novazza e Val Vedello, con una duplice finalità: ricostruire le principali ragioni che condussero all'interruzione del programma minerario sviluppato da ENI/Agip Nucleare tra gli anni Settanta e i primi anni Ottanta e chiarire quale possa essere, oggi, il razionale tecnico di una nuova campagna esplorativa. L'analisi non è finalizzata a dimostrare la fattibilità di una futura coltivazione mineraria, che richiederebbe dati e livelli di progettazione non disponibili nell'attuale fase di ricerca, ma a distinguere il valore conoscitivo dell'esplorazione dalla successiva ed eventuale valutazione industriale della risorsa.

5.1 Finalità dell'approfondimento

Per rispondere ai quesiti emersi durante l'attività istruttoria sono stati predisposti, nell'ambito del presente incarico, due elaborati specifici: DOC-019, costituito dalla nota tecnica "Novazza - Val Vedello. Ricostruzione storica e screening preliminare della remuneratività dei giacimenti uraniferi delle Alpi Orobie", e DOC-019A, costituito dalla relativa matrice parametrica di sensitività economica e di analisi del cut-off.

Tali elaborati non fanno parte della documentazione prodotta dal proponente e non costituiscono atti del procedimento. Sono stati sviluppati come strumenti di approfondimento interno per verificare la coerenza di alcune interpretazioni storiche ed economiche e per fornire una risposta strutturata a due questioni distinte: perché il programma storico non raggiunse la fase di coltivazione e quali variabili una nuova fase di esplorazione dovrebbe oggi aggiornare per consentire una futura rivalutazione della risorsa.

L'approfondimento economico è stato quindi volutamente impostato come screening parametrico. Non costituisce una PEA, una PFS o uno studio di fattibilità mineraria e non assume come dimostrata la futura remuneratività del giacimento. Il suo impiego è limitato all'identificazione delle variabili che, nello spazio parametrico esaminato, incidono maggiormente sull'economicità potenziale.

5.2 Il programma minerario storico

Le mineralizzazioni di Novazza, in provincia di Bergamo, e Val Vedello, nel territorio di Piateda, furono oggetto di un programma di ricerca e sviluppo pre-industriale condotto dal gruppo ENI/Agip Nucleare tra gli anni Sessanta e i primi anni Ottanta. Le fonti ricostruite in DOC-019 riportano per Novazza risorse dell'ordine di 1.000-2.500 tU e per Val Vedello di circa 2.500-5.000 tU, con tenori indicativi compresi fra circa 0,05 e 0,10% U. Le stime italiane del 1987 indicavano complessivamente circa 4.800 tU di risorse ragionevolmente accertate e ulteriori 1.300 tU di risorse addizionali stimate.

Elemento storico	Ordine di grandezza / indicazione
Novazza	circa 1.000-2.500 tU
Val Vedello	circa 2.500-5.000 tU
Tenori indicativi	circa 0,05-0,10% U
Stime italiane 1987	circa 4.800 tU reasonably assured + 1.300 tU additional estimated
Centro Valve-Nova	capacità nominale indicativa di circa 260 tU/anno; non entrato in esercizio

Il programma storico non rimase confinato a una semplice fase di prospezione. Fu sviluppata l'ipotesi del progetto integrato Valve-Nova, basato sull'utilizzo congiunto delle risorse di Novazza e Val Vedello e sulla realizzazione di un centro locale di trattamento. Il passaggio dalla ricerca alla coltivazione industriale, tuttavia, non si concretizzò.

Le quantità e le classificazioni storiche devono essere lette con cautela: non sono direttamente equivalenti a una moderna risorsa definita secondo gli attuali standard internazionali di reporting. Mantengono però un valore conoscitivo, perché dimostrano che le mineralizzazioni erano state investigate e quantificate a un livello tale da sostenere, all'epoca, lo sviluppo di un progetto integrato.

5.3 Le ragioni del mancato sviluppo industriale

L'analisi delle fonti disponibili non individua una singola causa dell'abbandono del progetto. Emerge, al contrario, una sequenza nella quale fattori economici, tecnici, ambientali, territoriali e societari si sovrapposero progressivamente.

Già nel 1981 il progetto riferito alla sola Novazza risultava economicamente debole e venne quindi sviluppata la configurazione più ampia Valve-Nova. La ricostruzione storica associa questa scelta ai tenori relativamente modesti e ai costi connessi al trasporto e al trattamento del minerale. Parallelamente, la previsione dell'impianto di trattamento e delle strutture connesse determinò una crescente attenzione da parte delle amministrazioni locali e del territorio, soprattutto per le possibili ricadute chimiche e radiologiche, con conseguente aumento della complessità autorizzativa.

Un ulteriore elemento è rappresentato dalla contrazione delle risorse finanziarie disponibili. La documentazione richiamata in DOC-019 segnala l'interruzione dei lavori in Val Vedello successivamente al taglio di finanziamenti comunitari e, nello stesso periodo, l'elevato costo degli interventi necessari per garantire condizioni adeguate di sicurezza per popolazione e ambiente. A tali fattori si aggiunsero il deterioramento economico del settore Agip Nucleare e la successiva riorganizzazione del gruppo ENI, che nel 1983 portò alla soppressione di Agip Nucleare e allo smantellamento dei cantieri.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Nel complesso, la ricostruzione supporta quindi una lettura multifattoriale dell'interruzione del progetto. Non emergono elementi sufficienti per attribuire l'abbandono all'esaurimento geologico della mineralizzazione o alla dimostrazione della sua irrilevanza mineraria. Piuttosto, il programma si arrestò in un contesto caratterizzato da marginalità economica, costi crescenti di infrastrutturazione, sicurezza e trattamento, complessità territoriali e autorizzative, riduzione dei finanziamenti e ristrutturazione del settore nucleare di ENI.

In questa prospettiva, il referendum nazionale sul nucleare del 1987 non può essere considerato la causa iniziale dell'abbandono, essendo temporalmente successivo alla cessazione delle principali attività di ricerca e allo smantellamento del programma industriale.

5.4 Significato e limiti delle risorse storiche

Le stime storiche possono essere utilizzate come riferimento per comprendere l'ordine di grandezza della risorsa allora riconosciuta, ma non come dimostrazione della coltivabilità economica attuale. Il principale limite è rappresentato dalla mancanza di un modello tridimensionale moderno capace di integrare geometria dei corpi mineralizzati, continuità dei tenori, distribuzione spaziale dell'Uranio, diluizione mineraria e possibili scenari di selettività.

La nuova esplorazione assume quindi valore soprattutto nella misura in cui consente di trasformare un patrimonio informativo storico, necessariamente eterogeneo, in un modello geologico e di risorsa aggiornato. L'eventuale passaggio a una valutazione industriale richiederebbe un livello di confidenza e di progettazione molto superiore a quello necessario per l'attuale permesso di ricerca.

5.5 Impostazione dello screening economico

Per verificare in modo trasparente quali condizioni potrebbero modificare il quadro economico storico è stato sviluppato, nel DOC-019A, un modello parametrico semplificato pre-tax. Lo scenario base assume una recovery metallurgica del 90%, un CAPEX iniziale di 300 milioni di dollari, una vita mineraria di 18 anni e un tasso di sconto reale dell'8%. Sono quindi esplorati differenti valori di tenore, consistenza della risorsa, prezzo dell'U3O8 e OPEX.

Parametro	Intervallo / scenario di screening	Significato
Recovery	90%	ipotesi da verificare con test metallurgici
CAPEX iniziale	300 M\$	assunzione parametrica
Vita miniera	18 anni	produzione uniforme semplificata
Tasso di sconto	8% reale pre-tax	screening economico
Tenore U	0,04-0,15%	intervallo di sensitività

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Risorsa	4.000-15.000 tU	scenario storico e possibili upside
Prezzo U3O8	60-150 \$/lb	scenari, non previsione di mercato
OPEX	75-200 \$/t minerale	economic envelope

Le grandezze utilizzate non rappresentano una previsione di mercato né parametri progettuali definitivi. Sono scenari di sensibilità utilizzati per identificare quali combinazioni di risorsa, tenore e costo operativo potrebbero giustificare una futura analisi più approfondita.

5.6 Sensibilità a risorsa, tenore e costi operativi

Lo screening evidenzia una forte sensibilità del risultato economico alle dimensioni della risorsa e al tenore medio coltivabile. Assumendo un OPEX di 150 \$/t, una risorsa di 4.800 tU e un tenore medio dello 0,10% U, il modello individua un prezzo di break-even dell'ordine di 115 \$/lb U3O8. Nelle stesse condizioni di costo e tenore, ma ipotizzando una risorsa di 10.000 tU, il break-even si riduce a circa 89 \$/lb.

Risorsa	Tenore U	OPEX	Break-even U3O8	NPV @ 90 \$/lb
4.800 tU	0,05%	150 \$/t	~180 \$/lb	~-524 M\$
4.800 tU	0,075%	150 \$/t	~137 \$/lb	~-274 M\$
4.800 tU	0,10%	150 \$/t	~115 \$/lb	~-149 M\$
10.000 tU	0,10%	150 \$/t	~89 \$/lb	~+15 M\$

La stessa relazione può essere letta in termini di OPEX massimo sostenibile. A un prezzo assunto di 90 \$/lb, lo scenario di 4.800 tU al tenore dello 0,10% U consente un OPEX massimo dell'ordine di 90 \$/t per ottenere NPV pari a zero; portando la risorsa a 10.000 tU, mantenendo lo stesso tenore, tale soglia sale a circa 153 \$/t.

La lettura corretta di questi risultati non è quella di una previsione di redditività. Il risultato rilevante è piuttosto che, nello spazio parametrico analizzato, variazioni di tenore, consistenza della risorsa e OPEX producono variazioni molto significative della sostenibilità economica. In particolare, il tenore riveste un ruolo centrale perché un incremento del feed grade riduce direttamente la quantità di minerale da estrarre e trattare per ottenere la medesima quantità di uranio; analogamente, una risorsa più estesa consente di distribuire il peso del CAPEX su una maggiore quantità di prodotto.



5.7 Cut-off e selettività mineraria

Un ulteriore approfondimento ha riguardato la relazione tra cut-off grade, tenore medio del materiale alimentato al processo e quota della risorsa che rimane effettivamente coltivabile. Il modello non impone una relazione geologica reale tra questi parametri, poiché tale relazione potrebbe essere costruita soltanto disponendo di un block model tridimensionale. La matrice di cut-off utilizzata in DOC-019A ha pertanto valore esclusivamente didattico e di sensibilità.

Nello scenario parametrico considerato, la risorsa storica di 4.800 tU non raggiunge un NPV positivo a 90 \$/lb, OPEX 150 \$/t e CAPEX 300 M\$ neppure ipotizzando una selezione molto spinta. Con una risorsa di 10.000 tU, invece, il modello evidenzia una possibile finestra di selettività, soprattutto in presenza di porzioni del giacimento con tenori medi più elevati.

Il risultato metodologicamente più importante è che il parametro da ricercare non è il massimo cut-off possibile in senso astratto, ma il punto di massimo valore lungo una reale curva grade-tonnage. Per determinarlo sarebbe necessario un modello capace di associare, per ogni cut-off, tonnellaggio, tenore medio, uranio contenuto, diluizione, recovery mineraria e sequenza di coltivazione.

5.8 Perché una nuova esplorazione può avere oggi un razionale tecnico

Alla luce di quanto sopra, il razionale della nuova campagna non deve essere interpretato come dimostrazione preliminare della convenienza di una futura miniera. Il significato tecnico dell'esplorazione è piuttosto quello di verificare se le informazioni storiche abbiano sottostimato o definito con insufficiente precisione alcune variabili decisive: continuità tridimensionale dei corpi mineralizzati, distribuzione spaziale dei tenori, possibile presenza di settori a tenore superiore alla media storica, consistenza complessiva della risorsa, relazioni fra cut-off e tonnellaggio, condizioni geotecniche e idrogeologiche e risposta metallurgica del materiale.

Queste sono precisamente le variabili che il modello di sensibilità identifica come maggiormente capaci di modificare l'economic envelope. Il progetto FEI può quindi essere letto, sotto questo profilo, come una fase di acquisizione di conoscenza finalizzata a verificare se esistano le condizioni per sviluppare, in futuro, una valutazione mineraria più avanzata.

5.9 Limiti dell'analisi economica

I risultati dello screening devono essere utilizzati entro limiti ben definiti. Il modello non considera imposte, royalties, inflazione, sustaining CAPEX, costi di chiusura e post-closure, contingencies, costi finanziari, ramp-up, diluizione mineraria, perdite di estrazione, eventuali ricavi da sottoprodotti o vincoli temporali. Non distingue inoltre Novazza e Val Vedello come corpi minerari separati e non contiene una reale sequenza di coltivazione.



Una futura valutazione di livello PEA/PFS richiederebbe almeno un moderno resource model tridimensionale, la determinazione della curva grade-tonnage e del cut-off, dati di diluizione e recovery mineraria, test metallurgici, studi geotecnici e idrogeologici, uno schema di processo e di gestione dei tailings, un cronoprogramma di produzione e un closure plan capace di quantificare obblighi e costi di fine vita.

Tali elementi non sono tuttavia necessari per dimostrare oggi la fattibilità economica di una coltivazione, poiché la coltivazione non costituisce l'oggetto del procedimento corrente. Il principio di proporzionalità richiamato nel Capitolo 2 impone piuttosto che siano adeguatamente definiti gli aspetti necessari a valutare la sicurezza e la compatibilità ambientale delle attività di ricerca effettivamente proposte.

5.10 Implicazioni per la valutazione del progetto attuale

L'approfondimento storico-economico consente di formulare due conclusioni utili per il seguito della relazione. La prima è che l'interruzione del progetto storico non costituisce prova dell'assenza o dell'esaurimento della risorsa: la ricostruzione disponibile indica piuttosto una combinazione di condizioni sfavorevoli di natura economica, tecnica, autorizzativa, ambientale e societaria.

La seconda è che la ripresa delle attività esplorative non costituisce prova della futura remuneratività di una miniera. Lo screening mostra invece che la potenziale economicità dipende fortemente da informazioni che il programma di ricerca mira precisamente ad aggiornare, in particolare consistenza della risorsa, tenore, distribuzione spaziale della mineralizzazione, selettività e costi reali di sviluppo e trattamento.

Questa distinzione sarà rilevante anche nell'analisi dell'Opzione Zero. La mancata realizzazione della nuova campagna comporterebbe certamente la mancata acquisizione delle informazioni necessarie ad aggiornare il modello della risorsa; tale effetto rappresenta un mancato beneficio conoscitivo ed esplorativo, ma non può essere assimilato automaticamente a un impatto ambientale negativo.

5.11 Valutazione complessiva

Nel complesso, il quadro storico ed economico può essere considerato sufficientemente ricostruito per le finalità della presente relazione. Le evidenze disponibili supportano una lettura nella quale il programma degli anni Ottanta si arrestò prima della coltivazione industriale per una combinazione di fattori, senza che sia stata dimostrata l'assenza della risorsa geologica.

Lo screening parametrico mostra inoltre che dimensione della risorsa, tenore medio e struttura dei costi costituiscono variabili fortemente condizionanti. Questi risultati non permettono di anticipare una valutazione di fattibilità, ma aiutano a identificare con maggiore precisione il valore informativo della nuova campagna di ricerca.



Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominata "Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

L'attuale progetto presenta un razionale tecnico come programma di ricerca finalizzato all'aggiornamento della conoscenza della risorsa; la documentazione disponibile non consente invece, né richiede in questa fase, di concludere circa la futura fattibilità o convenienza economica di una coltivazione mineraria.

Questa distinzione consente di mantenere separato il giudizio sulla compatibilità delle attività di ricerca, oggetto del procedimento attuale, da una eventuale futura valutazione relativa allo sfruttamento industriale del giacimento.

6. Geologia, dissesto, geotecnica e viabilità

Il presente capitolo esamina il quadro geologico e geomorfologico dell'area di Val Vedello e la coerenza delle opere viarie previste con le condizioni di dissesto, drenaggio e accessibilità del sito. L'analisi è sviluppata distinguendo le caratteristiche naturali del contesto montano, le modificazioni riconducibili alle precedenti attività minerarie e gli effetti potenziali degli interventi oggi proposti. L'obiettivo non è stabilire in astratto la compatibilità geologica del progetto, ma verificare se il livello di caratterizzazione e di progettazione disponibile sia sufficiente a dimostrare la fattibilità e la sicurezza delle opere nei settori effettivamente interessati.

6.1 Inquadramento generale

L'area di progetto si inserisce in un contesto montano caratterizzato da versanti acclivi, depositi di versante e di frana, fenomeni di debris flow, ruscellamento concentrato e una circolazione idrica fortemente condizionata dal sistema di fratture e faglie che interessa il substrato roccioso. La relazione geologica predisposta dal proponente affronta il quadro attraverso il riferimento all'inventario IFFI, al PAI-PGRA, allo Studio geologico comunale, alla carta della fattibilità geologica e al sistema dei vincoli idrogeologici.

Dal punto di vista idrogeologico, il substrato roccioso presenta una permeabilità prevalentemente secondaria, controllata dalla fratturazione e dalle strutture tettoniche. Le gallerie storiche costituiscono inoltre vie preferenziali di drenaggio delle acque meteoriche e di fusione nivale, introducendo una componente antropica nella circolazione locale. Questa configurazione rende necessario distinguere i fenomeni geomorfologici e idrogeologici naturali del versante, le modificazioni già prodotte dalle attività minerarie storiche e gli effetti potenziali degli interventi oggi proposti.

6.2 Quadro storico e condizioni pregresse

La documentazione storica mostra che l'area era già caratterizzata, durante la precedente fase mineraria, da condizioni di instabilità, erosione, trasporto solido e interferenza tra infrastrutture di servizio e dinamica naturale dei versanti. La viabilità storica, le aree di deposito e le opere connesse alle attività minerarie hanno modificato localmente il drenaggio superficiale e la morfologia dei versanti, senza tuttavia poter essere considerate l'unica origine dei fenomeni di dissesto presenti nel bacino.

La lettura del sito deve quindi evitare due semplificazioni opposte. Da un lato, non è corretto attribuire ogni fenomeno di instabilità alle opere minerarie storiche; dall'altro, non è altrettanto corretto qualificare l'intero dissesto come esclusivamente naturale ignorando la presenza pluridecennale di piste, scavi, riporti e opere di regimazione. La condizione attuale è il risultato della sovrapposizione tra una morfologia naturalmente dinamica e trasformazioni antropiche storiche.

6.3 Progetto di recupero della viabilità

Il progetto prevede il recupero della pista storica di accesso mediante un insieme di interventi più articolato di una semplice manutenzione ordinaria. La viabilità si sviluppa per circa 3.823 m e presenta una piattaforma utile media di circa 3,50 m. La documentazione dichiara una pendenza media del 13% e pendenze massime locali fino al 20%, con piazzole di scambio previste ogni 100-200 m circa.

Parametro	Dato progettuale	Osservazione
Sviluppo tracciato	circa 3.823 m	sedime storico oggetto di recupero funzionale
Larghezza piattaforma	circa 3,50 m	sezione utile media
Pendenza media dichiarata	13%	da leggere insieme al profilo altimetrico
Pendenza massima locale	20%	rilevante per transito e frenatura
Piazzole di scambio	ogni 100-200 m	larghezza complessiva 4,50-5,00 m circa

Le lavorazioni comprendono pulizia e decespugliamento della piattaforma, risagomatura, realizzazione o ripristino di opere di sostegno, compensazione geometrica mediante scavi e riporti e regimazione idraulica delle interferenze con il reticolo superficiale. Nei tratti a maggiore pendenza o con instabilità del ciglio di valle sono previste gabbionate metalliche riempite con pietrame locale; nei punti di attraversamento idraulico sono previsti il ripristino di tombinature e, nei settori a maggiore energia del deflusso, radieri o guadi in calcestruzzo armato.

Il progetto stradale risulta quindi tecnicamente strutturato e supera la nozione di semplice ripristino superficiale della pista. Esso configura un recupero funzionale con componenti geotecniche, idrauliche e strutturali distribuite lungo il tracciato.

6.4 Dissesti e sezioni critiche

Le osservazioni acquisite in fase di riesame confermano la necessità di passare dalle sole sezioni tipo a una rappresentazione sito-specifica delle opere di sostegno e protezione. Per le gabbionate dovranno essere indicati, lungo il tracciato reale, progressive, numero, sviluppo, altezza, geometria, fondazione e sezione trasversale locale del versante, in modo da rendere verificabile la corrispondenza tra fenomeno di dissesto, opera prevista e criterio di dimensionamento.

Lo stesso livello di definizione è richiesto per eventuali opere paramassi, paravalanghe o altre misure di protezione. La documentazione dovrà distinguere le opere effettivamente necessarie dalle tratte presidiate mediante procedure operative o limitazioni stagionali, motivando la scelta rispetto ai fenomeni attesi e alla Classe di fattibilità geologica 4.

Il quadro geologico e geomorfologico disponibile individua condizioni differenziate lungo il tracciato e riconosce la presenza di settori caratterizzati da maggiore criticità. L'aspetto istruttorio principale non

riguarda quindi l'esistenza o meno di fenomeni di dissesto, già noti e documentati, ma il livello di dettaglio con cui il progetto dimostra la compatibilità delle opere con tali fenomeni.

Particolare attenzione deve essere riservata alle sezioni nelle quali si combinano elevata pendenza longitudinale, instabilità del ciglio, attraversamenti torrentizi, accumuli detritici, aree potenzialmente interessate da debris flow o caduta massi e tornanti con allargamento della piattaforma. In questi settori una valutazione generale di fattibilità deve essere integrata con verifiche locali coerenti con la tipologia e con i carichi delle opere previste.

La relazione geologica presentata fornisce un modello geologico di sintesi e riconosce le principali criticità. Per i tratti maggiormente sensibili sarà tuttavia necessario dimostrare in modo quantitativo la stabilità delle opere previste, la compatibilità con i carichi di esercizio e la capacità del sistema di regimazione di mantenere la propria funzionalità negli scenari di progetto. Il punto non è quindi che il tracciato risulti geologicamente incompatibile, ma che la compatibilità debba essere documentata con un livello di approfondimento proporzionato alle singole opere.

6.5 Regimazione idraulica e attraversamenti

La gestione delle acque meteoriche costituisce una componente rilevante del progetto stradale. La soluzione progettuale prevede una pendenza trasversale orientata verso valle per favorire il deflusso della quota di precipitazione non infiltrata e il ripristino o adeguamento degli attraversamenti esistenti. Nei punti a maggiore energia idraulica sono previste platee in calcestruzzo armato e opere specifiche di protezione.

Tali soluzioni sono coerenti, in linea generale, con la necessità di evitare la concentrazione incontrollata del ruscellamento sulla piattaforma. Resta però necessario verificare che il dimensionamento degli attraversamenti e delle opere di protezione consideri non soltanto la portata liquida, ma anche il trasporto solido e la possibilità di eventi impulsivi tipici di contesti montani ad elevata energia. Nei tratti interessati da debris flow, infatti, la capacità idraulica nominale di un manufatto non coincide necessariamente con la capacità di mantenere la funzionalità in presenza di materiale grossolano.

6.6 Geometria della strada e transito dei mezzi

La geometria della pista deve essere valutata in relazione ai mezzi effettivamente previsti. La documentazione indica una larghezza media di circa 3,50 m e piazzole di scambio con larghezze complessive dell'ordine di 4,50-5,00 m e sviluppo longitudinale di 10-15 m. Il progetto dichiara inoltre che i raggi di curvatura, gli allargamenti in tornante e la portanza della sovrastruttura sono stati impostati in funzione dei carichi dei mezzi d'opera.

Questo rappresenta un elemento positivo, ma il dossier non consente ancora di ricostruire in modo immediato, per tutti i punti critici, la compatibilità cinematica dei mezzi più gravosi con la geometria reale

del tracciato. La questione assume particolare rilievo in presenza di tornanti, pendenze elevate, carreggiate ridotte e traffico a senso unico alternato.

Una verifica mirata dovrebbe quindi considerare l'ingombro dinamico dei mezzi più gravosi, i raggi effettivi di sterzata, l'eventuale necessità di manovre multiple, la compatibilità tra pendenza e capacità di trazione/frenatura, la possibilità di incrocio nei tratti previsti e l'accessibilità per i mezzi di soccorso. Una swept-path analysis costituisce, sotto questo profilo, uno strumento tecnico appropriato per dimostrare la reale percorribilità del tracciato, pur non rappresentando di per sé un adempimento nominato dalla normativa.

6.7 Accessibilità complessiva del sito

La valutazione dell'accessibilità non può limitarsi alla sola pista mineraria oggetto di recupero. L'assenso comunale del 27 febbraio 2026 documenta infatti che la strada comunale di accesso alla Val Vedello risultava chiusa dal 2 gennaio 2026 a seguito di una frana al km 2+320 dal bivio in località Monno e che le condizioni nivo-meteorologiche possono rendere non praticabili gli accessi alle gallerie.

Il medesimo atto precisa che il Comune non garantisce l'accessibilità, non presta collaborazione operativa per sgombero neve, ripristini o apertura varchi e non assume obblighi di adeguamento della viabilità. Questi elementi non dimostrano una inaccessibilità permanente del sito, ma mostrano che la catena logistica è esposta a condizioni di interruzione reali.

La fattibilità operativa dovrebbe quindi essere verificata considerando l'intero percorso di accesso, dalla viabilità comunale alla pista di alta quota, includendo condizioni nivo-meteorologiche, frane e dissesti, tempi di ripristino e accesso in emergenza. La resilienza logistica assume particolare importanza anche per il trasporto di attrezzature, carburanti, acqua e rifiuti e per la possibilità di garantire interventi di soccorso in condizioni sfavorevoli.

6.8 Portanza e configurazione della sovrastruttura

La soluzione progettuale prevede il quasi totale reimpiego in sito dei materiali lapidei derivanti dalle operazioni di pulizia e regolarizzazione, con costipamento meccanico della piattaforma e realizzazione di una sovrastruttura compatibile con i carichi di progetto. Questo approccio presenta un vantaggio ambientale potenziale, in quanto riduce il fabbisogno di geomateriali esterni e i relativi trasporti.

La documentazione indica inoltre la stabilizzazione finale mediante rullo vibrante al fine di raggiungere i moduli di deformazione superficiale richiesti dai carichi previsti. Ai fini istruttori, il punto da consolidare riguarda la verifica che i materiali effettivamente presenti siano idonei al reimpiego e che le prestazioni della sovrastruttura siano dimostrate nei settori maggiormente sollecitati, in particolare in corrispondenza di tornanti, piazzole di scambio e opere di sostegno.

6.9 Rapporto tra recupero e trasformazione permanente

La documentazione utilizza frequentemente il termine “ripristino” o “recupero” della viabilità storica. Tale formulazione è in parte corretta, poiché il progetto insiste su un sedime preesistente, ma non descrive completamente la natura dell'intervento. Le opere previste comprendono infatti allargamenti locali, piazzole, gabbionate, sistemazioni idrauliche e consolidamenti che configurano una trasformazione funzionale e strutturale della pista.

Lo stesso progetto attribuisce alla viabilità una possibile funzione successiva alla fase mineraria, come viabilità promiscua regolamentata, destinata anche a fruizione pedonale e a veicoli leggeri fuoristrada. Ne deriva che, ai fini della valutazione ambientale e del post-operam, è necessario distinguere il sedime storico recuperato dalle nuove opere permanenti realizzate sul medesimo sedime.

La presenza di un sedime storico non consente tuttavia, da sola, di qualificare l'intero intervento come semplice ripristino. Ai fini istruttori il tracciato dovrebbe essere segmentato distinguendo almeno: viabilità comunale o VASP esistente; sedime viario storico oggi non pienamente funzionale; tratti coincidenti con sentieri o mulattiere; eventuali tratti di nuova realizzazione o con trasformazioni geometriche sostanziali. Per ciascun segmento dovranno essere indicati stato amministrativo, stato fisico ante-operam e natura delle opere previste.

La questione assume particolare rilievo nei settori ricadenti in Classe 4 di fattibilità geologica. Le Norme Geologiche comunali ammettono opere pubbliche o di interesse pubblico, tra cui strade e piste, a condizione che siano valutate puntualmente e, per le nuove opere, che ne sia motivata la non altrimenti localizzabilità. Qualora il proponente intenda ricondurre la viabilità mineraria a tale previsione, appare quindi necessario produrre una nota tecnico-amministrativa che motivi la qualificazione di interesse pubblico e la non altrimenti localizzabilità, senza confondere tale verifica con una dichiarazione di pubblica utilità in senso espropriativo.

Ai fini dell'istruttoria, la documentazione giustificativa, la qualificazione dei singoli interventi e la motivazione dell'eventuale interesse pubblico devono essere fornite dal proponente. Spetta invece alle amministrazioni competenti, ciascuna nell'ambito delle proprie attribuzioni e sulla base della disciplina urbanistico-geologica vigente, valutarne la rilevanza e la compatibilità. La presentazione della motivazione da parte dell'istante non equivale al riconoscimento dell'interesse pubblico; tale verifica resta distinta da qualsiasi dichiarazione di pubblica utilità. L'eventuale necessità di un chiarimento procedimentale alla Regione Lombardia dovrà essere valutata autonomamente dal Comune.

Se tale motivazione si fonda su valutazioni strategiche, minerarie o tecnico-economiche non integralmente presenti nella documentazione pubblica, è ragionevole richiedere almeno una sintesi non riservata degli elementi essenziali, sufficiente a consentire all'Amministrazione e all'autorità competente di verificarne il fondamento. La sovrapposizione del tracciato con la Gran Via delle Orobie e con la sentieristica minore non dimostra di per sé l'interesse pubblico della strada mineraria, ma documenta

un'interferenza con una funzione collettiva preesistente e impone di garantire continuità della fruizione, sicurezza degli utenti ed eventuali percorsi alternativi durante i lavori. Un eventuale beneficio pubblico permanente della viabilità potrà essere considerato solo se formalmente definito e garantito nella configurazione post-operam.

6.10 Proprietà, gestione e manutenzione

La futura permanenza della strada introduce un tema che non è esclusivamente geotecnico. La documentazione attuale non consente di ricostruire in modo univoco, per ciascun tratto, il soggetto cui farà capo la manutenzione successiva alla conclusione del permesso di ricerca.

L'atto comunale del 27 febbraio 2026 chiarisce che il Comune non ha assunto la titolarità o gestione delle opere minerarie storiche e non si obbliga ad attività di ripristino o adeguamento per consentire gli accessi preliminari. Questo non risolve automaticamente il regime della futura viabilità migliorata.

Qualora le opere vengano mantenute dopo la conclusione del progetto, dovranno essere individuati in modo esplicito il regime proprietario dei tratti, il soggetto gestore, gli obblighi manutentivi, la durata di tali obblighi e l'eventuale atto di presa in carico. La questione deve essere mantenuta distinta dalla fattibilità geotecnica, ma non può essere lasciata implicita.

6.11 Valutazione complessiva

La verifica finale della viabilità dovrebbe pertanto essere organizzata anche mediante una matrice tratto/opera che associ, per ogni sezione critica, classe di fattibilità, fenomeno di dissesto, opera prevista, dimensionamento, criterio di verifica e condizione di apertura all'esercizio. Tale integrazione rafforza, senza modificarne la priorità, la richiesta P1 già formulata sulla stabilità geotecnica e idraulica della strada.

Nel complesso, la componente geologica e viaria risulta ampiamente caratterizzata a livello generale e il progetto di recupero della pista presenta un grado di sviluppo significativo. Costituiscono elementi positivi la disponibilità di una relazione geologica dedicata, il riconoscimento dei principali fenomeni di dissesto, la previsione di opere specifiche di sostegno e regimazione, il riutilizzo del sedime storico, la presenza di piazzole di scambio e l'attenzione alla minimizzazione dei materiali importati.

Il quadro disponibile non supporta, allo stato attuale, una conclusione di incompatibilità geologica generale dell'intervento. Permangono tuttavia alcuni aspetti che richiedono un consolidamento istruttorio prima della chiusura della valutazione.

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Verifiche geotecniche delle sezioni critiche e delle opere di sostegno	da consolidare con verifiche quantitative locali	P1
Attraversamenti idraulici e debris flow	da verificare includendo trasporto solido e scenari impulsivi	P1



Compatibilità geometrico-cinematica con i mezzi	da dimostrare nei punti più vincolanti e per i mezzi di soccorso	P1
Resilienza dell'intera catena di accesso	da integrare considerando frane, neve e scenari di emergenza	P1
Regime post-operam e manutenzione	da definire per le opere destinate a permanere	P1

La valutazione complessiva della componente può pertanto essere definita come parzialmente adeguata, con priorità P1 per gli aspetti geotecnici, idraulici e di accessibilità che incidono direttamente sulla fattibilità e sicurezza delle attività previste. Le richieste istruttorie corrispondenti saranno ricondotte, nel Capitolo 16, alle verifiche delle sezioni critiche, degli attraversamenti, del transito dei mezzi e della futura gestione della viabilità.

7. Gallerie, condizioni operative e sicurezza

7.1 Inquadramento generale

Il progetto "Val Vedello" prevede il riutilizzo di una rete di gallerie minerarie realizzata durante le campagne storiche di ricerca e successivamente dismessa. Il reticolo sotterraneo esistente rappresenta quindi una delle principali infrastrutture sulle quali si basa il nuovo programma esplorativo.

La documentazione del proponente evidenzia che il complesso sotterraneo si estende per oltre 11 km e che, a seguito della cessazione delle attività nei primi anni Ottanta, i portali sono stati sigillati o parzialmente interrati. Lo stesso Studio di Impatto Ambientale descrive l'assenza di una sistematica messa in sicurezza geomeccanica dell'intero reticolo sotterraneo successivamente alla chiusura.

Le nuove attività non prevedono la realizzazione di nuove gallerie né ampliamenti sistematici di quelle esistenti, ma il recupero dei portali e l'utilizzo dei soli tratti necessari per raggiungere le postazioni di perforazione.

Questo elemento è centrale ai fini della valutazione: il progetto non determina la riattivazione operativa dell'intera rete storica, ma richiede comunque che i tratti effettivamente accessibili, attraversati o utilizzati siano preventivamente verificati e resi compatibili con la presenza continuativa di personale e attrezzature.

7.2 Recupero dei portali e riapertura del sistema sotterraneo

Il progetto individua cinque portali da recuperare:

- Ribasso;
- Livello 1 Laterale;
- Livello 1 Centrale;
- Livello 2;
- Livello 3.

Gli imbocchi risultano attualmente occlusi da terreno o materiale lapideo oppure sigillati a seguito della cessazione delle attività storiche.

La riapertura prevede la rimozione del materiale che impedisce l'accesso, il suo temporaneo accantonamento e, ove possibile, il successivo reimpiego per colmature o sistemazioni interne. Sono inoltre previste sistemazioni delle aree antistanti ai portali e l'installazione di cancelli di sicurezza.

La riapertura del portale costituisce tuttavia soltanto il primo passaggio. L'accessibilità fisica non equivale infatti alla dimostrazione dell'agibilità tecnica del tratto sotterraneo.

Per questo motivo il Programma dei lavori prevede, alla riapertura, una prospezione preliminare delle gallerie finalizzata alla verifica delle condizioni di stabilità e alla identificazione di eventuali masse rocciose instabili da disaggiare o consolidare.

7.3 Stato conoscitivo dell'ammasso roccioso

Uno degli aspetti più rilevanti riguarda il livello attuale di conoscenza geomeccanica.

La documentazione dichiara espressamente che, allo stato attuale, non sono disponibili studi sistematici dell'ammasso roccioso né parametri quali RQD o MRMR per le postazioni di perforazione previste.

Questa ammissione non comporta di per sé che le gallerie siano instabili, ma limita la possibilità di definire ex ante la tipologia e l'estensione degli eventuali interventi di consolidamento.

La strategia proposta è quindi adattativa: prima dell'utilizzo di ciascuna postazione, il proponente prevede una verifica locale delle condizioni della roccia e del rischio di distacco di blocchi.

In presenza di situazioni di instabilità sono contemplate differenti tecniche di sostegno, tra cui:

- disaggio manuale o meccanico;
- bullonature;
- reti metalliche o sintetiche;
- spritz-beton;
- centine metalliche.

La documentazione prevede inoltre controlli successivi mediante ispezioni visive e, ove necessario, sistemi di monitoraggio quali estensimetri e inclinometri.

L'impostazione tecnica è coerente con un approccio progressivo alla messa in sicurezza, ma il punto istruttorio consiste nel definire in modo più preciso il perimetro entro cui tale procedura verrà applicata e i criteri utilizzati per dichiarare una tratta idonea all'accesso e all'esercizio.

7.4 Tratti utilizzati e perimetro della responsabilità tecnica

Poiché il progetto non interessa l'intero reticolo storico, risulta necessario distinguere almeno:

- gallerie semplicemente esistenti ma non interessate dal progetto;
- tratti percorsi per raggiungere le piazzole;
- tratti utilizzati per installazioni o servizi;
- postazioni di perforazione;
- settori eventualmente consolidati;
- settori destinati a rimanere interdetti.

Questa distinzione ha una funzione tecnica prima ancora che amministrativa.

Non sarebbe infatti necessario dimostrare la stabilità dell'intero reticolo di oltre 11 km se parti dello stesso restano escluse dalle attività e permanentemente interdette. È però necessario dimostrare la sicurezza dei percorsi effettivamente utilizzati e delle aree la cui stabilità può influenzare tali percorsi.

Il perimetro delle verifiche geomeccaniche dovrebbe quindi essere esplicitamente collegato al layout operativo del progetto.

7.5 Postazioni di perforazione

Le perforazioni sono previste esclusivamente in sotterraneo.

Le piazzole individuate erano già state utilizzate nelle precedenti campagne minerarie e, secondo la documentazione, presentano dimensioni tali da consentire l'installazione delle carotatrici senza realizzazione di nuove camere o ampliamenti significativi.

Questo rappresenta un elemento favorevole perché limita le nuove modificazioni dell'ammasso.

L'assenza di nuovi scavi non elimina tuttavia le sollecitazioni indotte dalle attività operative. Vibrazioni, movimentazione dei mezzi, perforazione e presenza continuativa del personale richiedono che le condizioni della volta e delle pareti siano verificate prima dell'installazione delle attrezzature.

Il progetto riconosce espressamente questo problema e prevede l'eventuale consolidamento delle aree operative.

La questione residua riguarda quindi soprattutto la formalizzazione di una procedura di accettazione della postazione che definisca, per esempio:

- ispezione iniziale;
- classificazione geomeccanica;
- eventuali interventi;
- verifica successiva;
- autorizzazione all'uso;
- frequenza delle ispezioni durante l'attività.

7.6 Drenaggio e presenza di acqua in galleria

Le gallerie svolgono anche una funzione di drenaggio preferenziale delle acque del massiccio roccioso.

Il Programma dei lavori prevede che, durante la prospezione preliminare, venga verificata l'efficienza dei sistemi di raccolta e collegamento delle acque tra i diversi livelli e verso il livello inferiore di scarico.

L'acqua rappresenta un fattore di rischio operativo sotto più profili:

- accumuli locali che possono ostacolare il transito;
- deterioramento di fondi e strutture;

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

- rischio elettrico;
- possibili irruzioni improvvise;
- trasporto di materiale fine o fango.

La documentazione di sicurezza prevede l'interdizione delle aree con accumuli non controllati e procedure specifiche per fenomeni di inrush di acqua o fango.

La verifica del sistema di drenaggio deve quindi essere considerata parte integrante della riattivazione delle gallerie, non soltanto un aspetto ambientale.

7.7 Ventilazione

La ventilazione costituisce uno dei principali sistemi di sicurezza operativa.

Il progetto prevede un ventilatore assiale Zitron ZEL 7-37/2 con potenza complessiva di 111 kW, destinato all'immissione di aria esterna verso le aree di lavoro mediante tubazioni flessibili. Il sistema sarà integrato da sbarramenti mobili per limitare le dispersioni verso settori non utilizzati e massimizzare il ricambio nelle aree operative.

La ventilazione deve rispondere a più esigenze contemporaneamente:

- contenimento delle concentrazioni di Radon;
- mantenimento di condizioni respirabili;
- eventuale diluizione dei gas prodotti da motori o apparecchiature;
- gestione del microclima;
- mantenimento di condizioni compatibili con permanenze prolungate.

La documentazione presenta quindi un sistema tecnicamente definito sotto il profilo impiantistico, ma non consente ancora di ricostruire in modo completo il rapporto tra portata erogata, geometria della galleria, lunghezza del circuito, perdite di carico, numero di operatori, sorgenti emissive e concentrazione residua nelle postazioni.

Questa verifica quantitativa sarà particolarmente importante per il Radon e verrà ripresa nel Capitolo 9.

7.8 Monitoraggio dell'atmosfera di galleria

Il sistema di sicurezza prevede un monitoraggio continuo delle condizioni atmosferiche in sotterraneo.

Le squadre operative saranno dotate di strumentazione multigas portatile e la documentazione prevede l'evacuazione immediata delle aree in caso di superamento delle soglie di allarme preimpostate.

È prevista inoltre la disponibilità di gas monitor in dotazione al preposto e di autorespiratori o dispositivi di autosalvataggio per gli operatori.

Il sistema appare quindi strutturato secondo una logica multilivello:



ventilazione preventiva → monitoraggio → allarme → evacuazione → dispositivi di emergenza.

Dal punto di vista operativo è un'impostazione robusta, purché le soglie di allarme, le modalità di taratura degli strumenti e le procedure di evacuazione vengano definite nel DSS e nei piani operativi prima dell'avvio delle lavorazioni.

7.9 Comunicazioni e controllo delle presenze

La gestione delle comunicazioni assume particolare importanza per la configurazione del sito e per la complessità del reticolo sotterraneo.

La documentazione prevede l'utilizzo di un sistema radio tipo Leaky Feeder o equivalente, finalizzato a garantire le comunicazioni tra superficie, tunnel principali, vie di fuga e piazzole di perforazione. Sono inoltre previsti telefoni satellitari come sistema di back-up in caso di indisponibilità delle reti ordinarie.

È previsto anche un sistema di registrazione delle presenze con controllo degli ingressi e delle uscite dal sottosuolo.

Per le aree eventualmente non servite temporaneamente dalla copertura radio, il personale dovrà comunicare preventivamente percorso, orario di ingresso e orario massimo previsto di rientro.

Queste misure rappresentano un punto positivo della documentazione, soprattutto considerando l'isolamento del sito e la possibile difficoltà di accesso da parte dei soccorsi esterni.

7.10 Vie di fuga ed evacuazione

La documentazione di sicurezza prevede l'identificazione e la segnalazione delle vie di fuga, oltre alla definizione di percorsi alternativi per i casi in cui una tratta principale risulti ostruita.

Sono inoltre previsti sistemi di illuminazione di emergenza, lampade individuali e un presidio di superficie con funzione di controllo e attivazione dei soccorsi.

Il Piano di Emergenza definitivo dovrà includere planimetrie con vie di esodo, attrezzature antincendio, punti di coordinamento e ulteriori elementi logistici.

L'impostazione risulta adeguata a livello programmatico, ma la reale efficacia delle vie di fuga potrà essere verificata soltanto dopo l'ispezione fisica delle gallerie e la definizione del perimetro operativo finale.

Di conseguenza, il Piano di Emergenza definitivo non dovrebbe essere considerato un documento completamente separato dalla verifica geomeccanica: la praticabilità e stabilità dei percorsi costituiscono una sua condizione preliminare.

7.11 Emergenze e soccorso

La documentazione prende in considerazione un insieme ampio di possibili scenari di emergenza, comprendente:

- distacchi o collassi locali;
- atmosfere pericolose;
- infortuni;
- irruzioni d'acqua o fango;
- eventi sismici;
- eventi meteorologici intensi;
- isolamento del sito per neve, ghiaccio o frane.

Sono previste dotazioni di primo soccorso, barelle per evacuazione in spazi confinati, autorespiratori, strumenti di monitoraggio, illuminazione di emergenza e sistemi satellitari.

La documentazione indica inoltre la disponibilità di aree destinate all'atterraggio dell'elisoccorso e prevede il coordinamento preventivo con i servizi di emergenza esterni.

Si tratta di un aspetto positivo, soprattutto perché il rischio di isolamento logistico non viene ignorato ma esplicitamente inserito nella pianificazione.

7.12 Sicurezza radiologica degli operatori

Il rischio radiologico costituisce un elemento specifico del lavoro in sotterraneo e verrà approfondito nel Capitolo 9.

Ai fini del presente capitolo è sufficiente rilevare che il progetto prevede:

- dosimetria personale;
- monitoraggio delle concentrazioni di Radon;
- ventilazione forzata;
- controllo della permanenza negli ambienti sotterranei;
- classificazione radiologica delle aree;
- presenza di un Esperto di Radioprotezione.

Il Documento sui rischi salute e sicurezza classifica preliminarmente l'area di sottosuolo come area soggetta a controllo radiologico rafforzato e rimanda la classificazione definitiva alle misure che saranno effettuate durante l'attività.

La presenza di concentrazioni significative di Radon già rilevate nelle campagne preliminari giustifica quindi l'inserimento della ventilazione e della dosimetria tra le condizioni necessarie per l'utilizzo continuativo delle gallerie.

7.13 Rapporto con il Documento di Sicurezza e Salute

La documentazione richiama correttamente la necessità di predisporre il Documento di Sicurezza e Salute (DSS) relativo alle attività minerarie.

Il DSS dovrà integrare in modo operativo aspetti quali:

- stabilità delle opere;
- armature e sostegni;
- ventilazione;
- atmosfere nocive;
- irruzioni d'acqua;
- comunicazioni e allarmi;
- evacuazione e salvataggio;
- manutenzione delle attrezzature;
- coordinamento delle attività simultanee.

Questo costituisce il livello nel quale le misure oggi descritte prevalentemente in termini programmatici dovranno essere trasformate in procedure operative, responsabilità, frequenze di controllo e criteri di intervento.

7.14 Posizione del Comune e responsabilità operative

L'assenso rilasciato dal Comune per le attività preliminari di monitoraggio precisa che il Comune non assume responsabilità in ordine alla stabilità, agibilità o sicurezza delle gallerie e che ogni valutazione tecnica e organizzativa ricade sul soggetto operante.

Questo elemento è rilevante perché separa chiaramente la disponibilità catastale o l'assenso civilistico dall'assunzione di responsabilità tecnica sulle opere minerarie.

Per il futuro permesso, il soggetto titolare delle attività dovrà quindi assumere esplicitamente la responsabilità dei tratti effettivamente riaperti, percorsi, utilizzati, consolidati e gestiti nell'ambito del progetto.

La questione non implica necessariamente una responsabilità del proponente sull'intera rete storica non interessata dalle attività.

7.15 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Geomeccanica dei tratti operativi	Caratterizzazione e consolidamenti preventivi da documentare	P1
Ventilazione nelle condizioni reali	Prestazione da verificare in esercizio	P1



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Vie di fuga e soccorso

Praticabilità nelle fasi operative da dimostrare

P1

La documentazione relativa alla sicurezza in sotterraneo presenta numerosi elementi positivi.

In particolare risultano già previsti:

- prospezione preliminare delle gallerie;
- disgaggio e consolidamento ove necessario;
- monitoraggio dell'ammasso;
- ventilazione forzata;
- monitoraggio atmosferico;
- dosimetria;
- controllo degli accessi;
- sistemi radio e satellitari;
- vie di fuga;
- dotazioni di autosalvataggio;
- pianificazione delle emergenze;
- raccordo con i soccorsi esterni.

Il quadro non consente quindi di affermare che il tema della sicurezza sia stato trascurato.

Il principale elemento ancora da consolidare riguarda però la caratterizzazione geomeccanica preventiva dei tratti effettivamente utilizzati. La documentazione riconosce essa stessa l'assenza, allo stato attuale, di una classificazione dell'ammasso mediante parametri quali RQD o MRMR.

La valutazione non è pertanto "gallerie insicure", ma:

le misure previste costituiscono un impianto di sicurezza articolato, mentre la dimostrazione dell'idoneità geomeccanica dei singoli tratti operativi dovrà essere consolidata prima del loro utilizzo.

Ai fini istruttori risultano quindi prioritari:

1. l'individuazione cartografica esatta dei tratti di galleria che saranno riaperti, percorsi e utilizzati;
2. la definizione della procedura di ispezione e classificazione geomeccanica preventiva;
3. i criteri che determinano necessità e tipologia degli interventi di consolidamento;
4. la verifica dell'efficacia del sistema di ventilazione nelle condizioni operative reali;
5. la dimostrazione della praticabilità delle vie di fuga e delle procedure di soccorso nei diversi scenari;
6. la definizione del perimetro di responsabilità tecnica sui tratti interessati dal progetto.

Nel complesso la componente può essere qualificata come parzialmente adeguata, con priorità P1 per la verifica geomeccanica e per la definizione del perimetro operativo e di sicurezza delle gallerie, mentre l'organizzazione generale delle emergenze e delle comunicazioni appare già sviluppata a un livello significativamente più avanzato.



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Ingegneria
dell'Ambiente, del Territorio
e delle Infrastrutture

NOTA TECNICA

[50]

Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominat
Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

8. Acque superficiali, sotterranee e quadro idrogeochimico

8.1 Inquadramento idrologico e idrogeologico

La componente idrica costituisce uno degli elementi maggiormente caratterizzanti il sito della Val Vedello, sia per le condizioni naturali del bacino montano sia per l'interazione tra circolazione idrica e reticolo minerario storico.

Il principale recettore superficiale dell'area è il Torrente Vedello, appartenente al reticolo idrico minore e diretto verso il Lago di Scais. Il sistema è completato da aste torrentizie secondarie e ruscelli, in parte semipermanenti, che incidono i versanti anche in corrispondenza degli ingressi minerari. Tutti gli imbocchi delle gallerie e le principali fuoriuscite delle cosiddette "acque di miniera" ricadono nel bacino del Torrente Vedello.

La disponibilità di acqua superficiale risente sensibilmente della stagionalità. Lo stesso SIA evidenzia che, durante le campagne biologiche, non è stato possibile individuare in alcune occasioni una stazione di controllo a monte del punto di immissione dei drenaggi minerari per assenza di scorrimento superficiale osservabile.

Il substrato roccioso presenta una permeabilità prevalentemente secondaria, controllata dal sistema di faglie e fratture. In tale quadro, le gallerie costituiscono vie preferenziali di drenaggio delle acque infiltrate nel massiccio, modificando localmente il regime idrogeologico rispetto a una condizione naturale indisturbata.

La corretta lettura del sistema richiede quindi di considerare congiuntamente la sequenza precipitazioni e fusione nivale → infiltrazione nel massiccio fratturato → circolazione nelle discontinuità → intercettazione da parte delle gallerie → drenaggio verso gli imbocchi → recapito nel reticolo superficiale.

La presenza delle opere minerarie storiche è, di conseguenza, parte integrante dell'attuale funzionamento idrogeologico del sito.

8.2 Rete di monitoraggio ante-operam

La campagna 2024-2026 ha previsto il monitoraggio di punti associati sia ai corpi idrici esterni sia al sistema minerario. Ai fini interpretativi, i principali punti possono essere distinti come segue:

- PT_S01 e PT_S04, rappresentativi di condizioni esterne o a minore interazione con il sistema minerario;
- PT_S06, PT_S07, PT_S09 e PT_S12, associati ai diversi livelli e drenaggi delle gallerie;
- PT_S11, riferito al Torrente Vedello e quindi utilizzabile come recettore superficiale a valle;
- PT_S13 e PT_S14, introdotti nel 2026 come punti interni al reticolo minerario.

Questa configurazione consente una lettura funzionale secondo la sequenza già definita nel Capitolo 3:

background esterno → sistema minerario → recettore superficiale.

È una distinzione metodologicamente importante. I drenaggi in uscita dalle gallerie non possono infatti essere trattati come punti di fondo indisturbato, mentre il Torrente Vedello non costituisce a sua volta un background puro, poiché riceve le acque provenienti dal sistema minerario.

8.3 Caratteristiche idrochimiche generali

Le campagne recenti descrivono nel complesso acque a bassa mineralizzazione, con conducibilità generalmente contenuta. Il SIA individua prevalentemente una facies bicarbonato-calcica/magnesiaca e riporta conducibilità elettriche comprese indicativamente tra 13 e 108 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con pH generalmente neutro o moderatamente alcalino.

Le misure effettuate nei diversi punti evidenziano tuttavia una variabilità stagionale non trascurabile. Ad esempio, presso PT_S11, corrispondente al Torrente Vedello, il pH varia nelle campagne disponibili tra circa 7,29 e 8,13, mentre la conducibilità risulta compresa indicativamente tra 42 e 106 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Valori analogamente variabili sono osservati nei drenaggi minerari.

La variabilità delle condizioni idrologiche deve quindi essere considerata parte del funzionamento naturale e semi-naturale del sistema e limita l'utilità di confronti basati su singole campagne non stagionalmente omogenee. La baseline deve essere interpretata principalmente come serie temporale, non come fotografia puntuale.

8.4 Uranio nelle acque

L'Uranio rappresenta uno dei principali traccianti del sistema idrogeochimico locale. Le campagne moderne evidenziano una distribuzione fortemente eterogenea. Nei punti meno influenzati dalle mineralizzazioni le concentrazioni possono risultare inferiori al limite di quantificazione, mentre nelle acque associate ai livelli minerari vengono rilevate concentrazioni sensibilmente superiori.

Il SIA riporta valori dell'ordine di 17,1-28,0 $\mu\text{g}/\text{L}$ in diversi drenaggi, un massimo di circa 66,1 $\mu\text{g}/\text{L}$ presso PT_S06 nel 2026 e un valore pari a 200,6 $\mu\text{g}/\text{L}$ rilevato nel 2024 presso il sistema del Livello 1.

Il dato deve essere interpretato nel quadro geologico e storico del sito. La presenza di Uranio nelle acque di galleria è coerente con la circolazione attraverso formazioni mineralizzate e con processi di lisciviazione e mobilizzazione lungo il reticolo di fratture. Lo stesso proponente attribuisce le anomalie osservate all'interazione delle acque con settori mineralizzati del massiccio.

Tale interpretazione risulta plausibile, ma il termine "fondo naturale" deve essere utilizzato con cautela. Il sistema idrico oggi monitorato è infatti costituito anche da gallerie e drenaggi realizzati durante le attività minerarie storiche.

Le elevate concentrazioni di Uranio osservate in alcuni drenaggi rappresentano quindi una caratteristica preesistente e persistente del sistema minerario, con una forte componente geologica, senza che la baseline recente possa essere assimilata automaticamente a una condizione naturale indisturbata.

Qualificazione analitica del dato. Nei rapporti di prova SECAM esaminati la determinazione dell'Uranio è effettuata mediante UNI EN ISO 17294-2:2023; il parametro risulta tuttavia contrassegnato come prova non accreditata ACCREDIA. Tale circostanza non determina di per sé l'invalidità del risultato analitico, ma deve essere considerata nella qualificazione dell'evidenza, soprattutto in ragione del ruolo attribuito all'Uranio nella definizione della baseline e nel successivo monitoraggio. Ai fini della piena confrontabilità ante-operam/corso d'opera/post-operam appare pertanto opportuno che il programma futuro assicuri la continuità del metodo analitico e, ove disponibile, privilegi una determinazione rientrante nel campo di accreditamento del laboratorio.

8.5 Confronto con la documentazione storica

La documentazione ambientale degli anni Ottanta costituisce un elemento particolarmente utile per l'interpretazione dell'Uranio. Le campagne storiche avevano già documentato concentrazioni elevate nelle acque direttamente associate alla miniera, con valori dell'ordine delle decine e, in più occasioni, superiori a 100 µg/L.

La persistenza dell'anomalia a distanza di oltre quarant'anni rappresenta un'evidenza importante: le concentrazioni rilevate oggi non costituiscono un fenomeno comparso in relazione all'attuale proposta FEI.

Il confronto storico non deve tuttavia essere utilizzato per affermare che tutte le attuali concentrazioni siano necessariamente dovute al solo fondo geologico. Le misure degli anni Ottanta furono infatti effettuate mentre il sito era già interessato dalle attività minerarie.

La conclusione tecnicamente sostenibile è quindi quella della persistenza pluridecennale del fenomeno, non della sua esclusiva naturalità.

Dal punto di vista del Master Issue Register, questo consente di ridimensionare la questione relativa all'origine dell'Uranio come lacuna conoscitiva primaria: l'esistenza storica dell'anomalia è sostanzialmente documentata; rimane invece importante verificare che le nuove attività non ne provochino un incremento o una diversa mobilitazione.

8.6 Arsenico

Il confronto con la disciplina dei siti contaminati richiede tuttavia una distinzione precisa: per l'Arsenico la Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 prevede una CSC pari a 10 µg/L per le acque sotterranee, mentre per l'Uranio non è prevista una CSC nella medesima tabella. Pertanto, le elevate

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

concentrazioni di Uranio costituiscono un'anomalia idrogeochimica e radiologica rilevante, ma non possono essere qualificate come superamento di una CSC.

Poiché il proponente attribuisce le anomalie di Arsenico a processi geogenici connessi alle mineralizzazioni, ai fini istruttori occorre chiarire se tale interpretazione sia stata oggetto di confronto con gli enti competenti, se siano state effettuate comunicazioni ai sensi della disciplina del Titolo V e se esista una determinazione o validazione di valori di fondo naturale/geogenico sito-specifici.

L'Arsenico richiede una lettura più cauta. Il SIA segnala concentrazioni elevate soprattutto nei punti associati ai livelli profondi, con valori fino a circa 21-26 µg/L presso PT_S06 e PT_S12.

Il proponente interpreta la co-presenza di Arsenico e Uranio come indicativa dell'interazione delle acque con le mineralizzazioni e della lisciviazione naturale delle formazioni rocciose.

Questa interpretazione è geochimicamente compatibile con il contesto, ma presenta una robustezza inferiore rispetto alla ricostruzione disponibile per l'Uranio. Per l'Uranio esiste infatti una serie storica sufficientemente significativa da documentare la persistenza dell'anomalia; per l'Arsenico il confronto diacronico risulta meno sviluppato.

Pertanto, la presenza attuale dell'Arsenico è chiaramente dimostrata, mentre la sua attribuzione esclusiva o prevalente a processi geogenici richiede un approfondimento idrogeochimico maggiormente strutturato.

Uranio: persistenza storica sostanzialmente documentata.

Arsenico: anomalia attuale documentata, origine ed evoluzione da consolidare.

8.7 Attività alfa e beta totale

La componente radiometrica delle acque verrà trattata in dettaglio nel Capitolo 9, ma presenta un evidente significato idrogeochimico e deve essere richiamata anche in questa sede.

Le campagne mostrano valori di attività alfa totale fortemente variabili. Nel 2025 risultano, tra gli altri, circa 0,14 Bq/L a PT_S04, 1,51 Bq/L a PT_S06, 0,65 Bq/L a PT_S07, 0,19 Bq/L a PT_S09 e 1,51 Bq/L a PT_S11. Nel maggio 2026 PT_S06 rimane elevato, con circa 1,76 Bq/L, mentre altri punti mostrano valori sensibilmente inferiori.

La variabilità temporale è quindi molto marcata. Il punto più importante ai fini idrogeochimici è che l'attività alfa totale costituisce un parametro aggregato e non identifica il radionuclide responsabile.

Considerando la mineralizzazione del sito e le evidenze storiche, la caratterizzazione delle acque con attività alfa significativa dovrebbe essere approfondita mediante speciazione dei radionuclidi pertinenti, includendo almeno, ove tecnicamente appropriato, U-234/U-238, Ra-226, Pb-210 e Po-210.

La finalità non è semplicemente verificare il superamento di un valore di screening, ma identificare il meccanismo radiogeochimico responsabile del dato.

8.8 Radon disciolto

Le campagne hanno incluso anche la determinazione del Rn-222 disciolto. I risultati evidenziano una notevole variabilità tra punti e tra campagne. Sono stati misurati, ad esempio:

- PT_S06: 23,6 → 33,2 → 4,9 Bq/L;
- PT_S07: 98,6 → 29,8 Bq/L;
- PT_S09: 35,1 → 65,2 → circa 1 Bq/L;
- PT_S11: 6,2 → 0,1 Bq/L;
- PT_S12: 18,1 → 25,8 → 0,2 Bq/L.

L'ampiezza delle variazioni conferma l'importanza delle condizioni di campionamento, del degasamento, della portata, dei tempi di residenza e del rapporto tra acque e fratture mineralizzate. Anche per il Radon, pertanto, singoli valori non dovrebbero essere utilizzati per costruire trend temporali senza una verifica preventiva della comparabilità delle condizioni di campionamento.

La documentazione storica conferma comunque che la presenza di Radon nelle acque minerarie non costituisce una caratteristica recente.

8.9 Torrente Vedello come recettore

La documentazione primaria ricostruita in sede di riesame descrive inoltre le gallerie come asse artificiale di drenaggio che raccoglie e convoglia all'esterno le acque mediante rigole; il PMA individua un "scarico di miniera esistente" e punti di monitoraggio a monte e a valle dell'immissione nel Torrente Vedello. Tale configurazione rende necessario distinguere, sul piano amministrativo, il drenaggio minerario storico dall'eventuale scarico delle acque generate o trattate dal nuovo progetto, nonché chiarire titolarità, regime autorizzativo e responsabilità del punto di immissione esistente.

Il Torrente Vedello rappresenta il principale recettore superficiale nel quale valutare l'eventuale trasferimento delle sostanze provenienti dai drenaggi minerari. La rete di monitoraggio recente include PT_S11 e le indagini biologiche sono state condotte in una sezione posta poco a valle dell'immissione delle acque provenienti dal sistema minerario.

Questo punto assume quindi un ruolo particolarmente importante nella verifica degli effetti ambientali. La logica del monitoraggio dovrebbe distinguere chiaramente la sequenza concentrazione nei drenaggi minerari → portata del drenaggio → portata del torrente → concentrazione nel recettore → eventuale risposta biologica.

Il solo confronto tra concentrazioni non è infatti sufficiente per definire il carico trasferito al corso d'acqua. Un drenaggio con concentrazione elevata ma portata ridotta può produrre un contributo limitato al

recettore; al contrario, variazioni moderate di concentrazione associate a portate significative possono assumere maggiore rilevanza ambientale.

Questo introduce un tema che merita di essere consolidato nel PMA: l'integrazione sistematica tra qualità e quantità delle acque.

8.10 Coerenza, tracciabilità e qualificazione dei dati

Nel corso della revisione è emersa una questione di tracciabilità che deve essere risolta prima della definitiva cristallizzazione della baseline.

Nella documentazione SIA alcuni punti, tra cui PT_S02, sono descritti come mai campionati per irraggiungibilità; tuttavia, la relazione radiometrica specialistica riporta per PT_S02 un campione del 21 agosto 2025 con attività alfa totale pari a circa 0,15 Bq/L. Analogamente, nelle diverse relazioni il valore di 0,15 Bq/L viene attribuito in modo non sempre univoco a PT_S01 o PT_S02.

La relazione specialistica afferma inoltre che l'unica eccezione rilevante sarebbe PT_S06, mentre le tabelle del 2025 mostrano valori superiori al relativo valore di screening anche in altri punti.

A ciò si aggiunge la necessità di distinguere chiaramente tra laboratorio accreditato e singola prova accreditata. Nei rapporti SECAM il metodo per l'Uranio è indicato, ma la prova è contrassegnata come non accreditata ACCREDIA. Il dato resta utilizzabile nel quadro conoscitivo, ma tale qualificazione deve essere mantenuta esplicita nel dataset di riferimento e nelle future campagne.

Queste discrepanze non alterano il quadro generale della baseline, ma devono essere risolte perché il monitoraggio futuro necessita di un dataset di riferimento univoco.

Si ritiene quindi necessario predisporre una tabella master dei punti di monitoraggio, riportante almeno: codice → coordinate → descrizione fisica → matrice → data di campionamento → parametri analizzati → metodo di prova → stato di accreditamento della singola prova → rapporto di prova → valore validato.

8.11 Potenziali effetti delle nuove attività

Le principali possibili interazioni tra il nuovo programma esplorativo e la componente idrica sono riconducibili a quattro meccanismi.

1. Mobilizzazione di acque e fini durante le perforazioni: il contatto tra acqua di perforazione e roccia mineralizzata può favorire il trasferimento di solidi sospesi, Uranio e altri elementi nella fase liquida.
2. Possibile modifica locale della circolazione idrica determinata dai nuovi fori di sondaggio, soprattutto laddove essi intercettino fratture o circuiti idrici.
3. Rilascio accidentale di acque di processo o fluidi contaminati.
4. Incremento del carico verso il Torrente Vedello qualora il sistema di raccolta e trattamento non riesca a confinare efficacemente le acque generate dalle attività.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il progetto riduce tali percorsi prevedendo l'utilizzo di acqua come fluido di perforazione, la raccolta delle acque di ritorno, il loro trattamento e il controllo periodico delle principali caratteristiche chimiche e radiometriche.

Gli aspetti impiantistici relativi al circuito delle acque di perforazione saranno approfonditi nel Capitolo 12.

8.12 Monitoraggio previsto durante l'esercizio

Il programma prevede il monitoraggio delle portate e della qualità delle acque durante le attività. Per il sistema di processo sono indicati controlli con frequenze differenziate:

- solidi sospesi totali: giornalieri;
- pH e conducibilità: giornalieri;
- attività alfa e beta totale: settimanali;
- radionuclidi specifici U, Th e Ra: mensili.

L'impostazione è positiva perché associa parametri di processo, chimici e radiometrici.

Per la componente ambientale esterna è tuttavia importante mantenere durante il corso d'opera i punti che permettono il confronto con la Baseline B, evitando modifiche non necessarie della rete che renderebbero difficile la valutazione ante-operam/corso d'opera.

Il monitoraggio dovrebbe inoltre essere progettato in modo da distinguere la variabilità stagionale naturale o preesistente dalle variazioni temporalmente associate alle attività di perforazione. A questo fine risulterebbero particolarmente utili campionamenti coordinati tra drenaggi minerari e Torrente Vedello e, ove possibile, misure contemporanee delle relative portate.

Per l'Uranio, parametro centrale nella valutazione del sito, è inoltre opportuno mantenere continuità analitica tra le diverse fasi e, ove disponibile, utilizzare una prova compresa nel campo di accreditamento del laboratorio, documentando comunque qualsiasi eventuale variazione di metodo o di stato di accreditamento.

Le osservazioni del Comune di Faedo Valtellino del 14 ottobre 2026 richiedono di estendere la verifica ai recettori idrici di fondovalle. Il Torrente Vedello, recettore dei drenaggi minerari, contribuisce al sistema del Lago di Scais, che appartiene al bacino del Torrente Venina; il collegamento idrografico superficiale deve dunque essere esplicitamente considerato. Il sistema di derivazioni, accumuli, utilizzazioni idroelettriche e restituzioni può modificare percorsi, tempi di transito e distribuzione delle portate. La connessione sotterranea diretta attraverso fratture tra settori mineralizzati e falde del bacino Venina resta invece un'ipotesi non dimostrata, da valutare mediante struttura geologica e gradienti idraulici. La connettività superficiale non costituisce prova di trasferimento di contaminanti né di esposizione delle captazioni di Faedo.

Il proponente dovrebbe produrre una ricostruzione georeferenziata del percorso Vedello–Scais–Venina–Adda, comprendente sottobacini, apporti, derivazioni, restituzioni, portate caratteristiche e ubicazione di prelievi e recettori sensibili. Occorre verificare in particolare i due pozzi a uso potabile sul conoide del Venina e le fonti di approvvigionamento del Centro Ittiogenico Provinciale segnalati dal Comune di Faedo, senza assumere come già accertate le connessioni tra falda, subalveo e prese. Sulla base di tale ricostruzione il PMA dovrà motivare l'ubicazione di punti sentinella a valle, la loro attivazione ante-operam e la confrontabilità nelle fasi successive; l'eventuale esclusione di punti a valle di Scais o presso recettori individuati dovrà essere esplicitamente giustificata. Non è richiesta indiscriminatamente una campagna sull'intera asta del Venina.

8.13 Rapporto tra condizioni pregresse e progetto

La presenza di Uranio, Arsenico e radionuclidi nelle acque non può essere considerata, di per sé, un impatto prodotto dal nuovo progetto. Le campagne 2024-2026 precedono le attività di ricerca oggetto dell'istanza e la documentazione storica dimostra che almeno parte delle anomalie era già presente durante le precedenti attività minerarie.

Il quesito corretto per la valutazione di impatto non è quindi "sono presenti anomalie nelle acque?", ma "le nuove attività possono modificare concentrazioni, portate, speciazione, mobilità o carico trasferito al recettore rispetto alla condizione ante-operam?".

Questa impostazione evita di confondere una condizione preesistente con un effetto del progetto, ma impedisce anche l'errore opposto: la presenza storica di un'anomalia non autorizza infatti a considerare irrilevante un eventuale incremento prodotto dalle nuove attività.

8.14 Aspetti da consolidare

Ulteriore elemento da consolidare riguarda le sorgenti e i punti di prelievo gestiti da SECAM. Il set analitico concordato comprende l'Uranio con valore di parametro di 30 µg/L per le acque destinate al consumo umano. Nei rapporti esaminati i valori di Uranio risultano inferiori a tale riferimento; è tuttavia emersa una non conformità per Arsenico nella Sorgente San Bartolomeo Inferiore (12,8 µg/L rispetto a 10 µg/L), per la quale occorre chiarire ruolo nello schema acquedottistico, destinazione dell'acqua, eventuali trattamenti o miscele e controlli successivi.

Alla luce della documentazione esaminata, il quadro idrochimico generale risulta sufficientemente sviluppato, ma permangono alcuni elementi che richiedono approfondimento.

Il primo riguarda la speciazione radiologica delle acque caratterizzate da attività alfa significativa, necessaria per identificare i radionuclidi responsabili.

Il secondo riguarda l'origine e l'evoluzione dell'Arsenico, per il quale la persistenza storica è meno documentata rispetto all'Uranio.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il terzo è la necessità di associare in modo più sistematico concentrazione e portata, soprattutto nei drenaggi minerari e nel Torrente Vedello, così da valutare i carichi effettivamente trasferiti.

Il quarto riguarda la riconciliazione definitiva dei punti e dei risultati della baseline, con particolare riferimento a PT_S01/PT_S02 e alle differenze tra relazioni narrative e rapporti analitici.

In tale ambito va ricompresa anche la qualificazione e tracciabilità analitica delle determinazioni di Uranio, verificando per le future campagne la disponibilità di prove accreditate e mantenendo comunque coerenza metodologica con la baseline già acquisita.

Il quinto concerne la verifica che il monitoraggio corso d'opera sia in grado di evidenziare rapidamente eventuali variazioni rispetto alla baseline preesistente.

Il sesto riguarda la ricostruzione quantitativa della connettività superficiale Vedello–Scais–Venina–Adda, del ruolo delle derivazioni idroelettriche e degli eventuali recettori di Faedo; distinta resta la verifica di connessioni sotterranee dirette non dimostrate. L'eventuale estensione della rete PMA dovrà essere motivata rispetto ai percorsi idraulici e alle captazioni effettive.

8.15 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Speciazione radioattività alfa	Approfondimento dei campioni con attività significativa	P1
Arsenico e sua origine	Interpretazione idrogeochimica da consolidare	P1
Riconciliazione PT_S01/PT_S02	Anagrafica e prove analitiche da validare	P1
Carichi dei drenaggi	Confronto concentrazione-portata da consolidare	P2/P1
Rete comparabile nel tempo	Coerenza ante-, corso e post-operam	P2

Alla luce di tali elementi, il monitoraggio futuro dovrebbe mantenere l'Uranio nel set analitico delle captazioni significative e verificare in modo coordinato anche l'Arsenico, con particolare attenzione alle captazioni potenzialmente connesse al sistema idrogeologico minerario. Resta distinta la necessità di chiarire il quadro Titolo V/fondo naturale e il regime del drenaggio minerario storico.

La componente idrica è stata oggetto di un'attività di caratterizzazione ampia e rappresenta uno degli aspetti meglio documentati della baseline ambientale.

La documentazione consente di riconoscere la forte influenza del sistema di fratture sulla circolazione idrica, il ruolo drenante delle gallerie, la bassa mineralizzazione generale delle acque, la presenza di anomalie localizzate di Uranio e Arsenico, la marcata variabilità temporale dei parametri radiometrici, la persistenza storica dell'anomalia uranifera e il ruolo del Torrente Vedello come principale recettore superficiale.



Per l'Uranio, la disponibilità della documentazione storica consente di considerare sostanzialmente dimostrata la preesistenza pluridecennale del fenomeno, pur senza attribuirlo esclusivamente a un fondo naturale indisturbato. La qualità dell'evidenza analitica deve tuttavia essere qualificata correttamente, poiché nei rapporti SECAM esaminati la determinazione dell'Uranio risulta fuori dal campo di accreditamento ACCREDIA della singola prova.

Per l'Arsenico, invece, la presenza attuale è documentata ma l'interpretazione della sua origine risulta meno consolidata. Anche la componente radiometrica delle acque necessita di un affinamento attraverso la speciazione dei campioni caratterizzati da elevata attività alfa.

La valutazione complessiva può pertanto essere sintetizzata come baseline idrochimica adeguata per la maggior parte dei parametri, ma interpretazione parzialmente adeguata per alcune anomalie specifiche.

Ai fini istruttori si confermano come temi prioritari:

1. speciazione dei radionuclidi nelle acque con attività alfa significativa – P1;
2. approfondimento idrogeochimico sull'Arsenico – P1;
3. riconciliazione e validazione del dataset dei punti PT_S01/PT_S02, delle relative campagne e dello stato di accreditamento delle singole prove analitiche – P1;
4. integrazione concentrazione-portata per i principali drenaggi e per il Torrente Vedello – P2/P1 in funzione della disponibilità dei dati;
5. mantenimento di una rete di monitoraggio comparabile tra ante-operam, corso d'opera e post-operam – P2.

La componente acqua non evidenzia quindi, sulla base della documentazione disponibile, una criticità tale da dimostrare di per sé l'incompatibilità delle attività proposte; richiede però che il sistema di monitoraggio e interpretazione sia sufficientemente robusto da distinguere le anomalie pregresse da eventuali variazioni effettivamente indotte dal nuovo programma di ricerca.

9. Radioattività ambientale e radioprotezione

9.1 Inquadramento generale

La componente radiologica rappresenta uno degli aspetti peculiari del progetto "Val Vedello", in ragione della natura uranifera delle mineralizzazioni, della presenza di una rete mineraria sotterranea storica e della conseguente possibile esposizione a Radon, radiazione gamma e radionuclidi naturali presenti nelle rocce, nelle acque e nei residui delle attività di perforazione.

La documentazione predisposta dal proponente comprende una specifica relazione specialistica di caratterizzazione radiometrica, rapporti di prova relativi a Radon, attività alfa e beta nelle acque, misure di spettrometria gamma e un Piano di Monitoraggio Ambientale dedicato anche alla componente radiologica.

Nel complesso, la baseline radiometrica appare significativamente sviluppata e consente già di distinguere due contesti molto diversi: l'ambiente esterno e le aree accessibili alla popolazione, caratterizzati da livelli generalmente prossimi al fondo ambientale locale, e l'ambiente sotterraneo minerario, nel quale sono presenti condizioni radiologiche fortemente eterogenee e localmente elevate, soprattutto per quanto riguarda Radon e rateo di dose gamma.

Questa distinzione è essenziale per evitare di trasferire automaticamente all'ambiente esterno condizioni osservate esclusivamente all'interno delle gallerie.

9.2 Radon nelle gallerie

Le indagini sul Radon hanno utilizzato sia misure attive di breve durata mediante Radon Mapper sia rivelatori passivi CR-39.

Le rilevazioni attive evidenziano una variabilità molto elevata tra livelli, punti e campagne. Sono riportati, a titolo esemplificativo, valori dell'ordine di 180-183 Bq/m³ in alcuni punti del Livello 1 nell'agosto 2025, circa 7.292 Bq/m³ al Ribasso, circa 8.423 Bq/m³ al Livello 3, circa 15.448 Bq/m³ lungo una direttrice del Livello 1 nel giugno 2026 e circa 28.090 Bq/m³ in un altro settore del medesimo livello.

Le misure passive CR-39 effettuate tra fine maggio e inizio giugno 2026 confermano l'elevata eterogeneità spaziale del sistema. Le concentrazioni medie sul periodo di esposizione comprendono circa 745 Bq/m³ al portale del Ribasso, circa 496 Bq/m³ al portale del Livello 1 Centrale, circa 7.778 Bq/m³ al Livello 1 Laterale, circa 9.175 Bq/m³ al Livello 3, valori superiori a 10.000-20.000 Bq/m³ in diversi settori interni e un massimo rilevato pari a circa 38.701 Bq/m³ nel punto E11_RbD9.

La presenza di concentrazioni elevate di Radon nelle porzioni non ventilate o scarsamente ventilate del complesso minerario può considerarsi ampiamente dimostrata.

9.3 Significato temporale delle misure di Radon

I dati devono tuttavia essere interpretati in relazione alla durata delle misure. Le determinazioni con Radon Mapper corrispondono a misure puntuali o di breve durata, mentre i CR-39 utilizzati nella campagna 2026 sono stati esposti per periodi dell'ordine di circa 11-13 giorni.

Tali misure sono molto utili per individuare le aree a maggiore concentrazione, valutare la variabilità spaziale, identificare la necessità di ventilazione e orientare le procedure operative. Non costituiscono però una misura della concentrazione media annua.

Il livello di riferimento di 300 Bq/m^3 per i luoghi di lavoro è espresso su base media annua. I valori osservati nelle campagne FEI non devono quindi essere presentati formalmente come "superamenti del limite annuo" in senso strettamente normativo.

Essi dimostrano tuttavia, con margine molto ampio, che le gallerie sono ambienti potenzialmente critici per l'esposizione professionale al Radon e che l'accesso operativo continuativo richiede misure specifiche di controllo.

9.4 Variabilità e ruolo della ventilazione naturale

La notevole differenza osservata tra campagne e punti costituisce un elemento caratteristico del sistema. La stessa relazione specialistica associa alcune variazioni alla stagionalità. Il reticolo minerario presenta infatti portali posti a quote differenti e può quindi sviluppare circolazioni d'aria naturali variabili in funzione di temperatura, pressione atmosferica e condizioni stagionali.

Un esempio particolarmente evidente è rappresentato dal Livello 1 Laterale, nel quale le misure attive riportano circa 21.282 Bq/m^3 nel novembre 2024 e circa 183 Bq/m^3 nell'agosto 2025.

Una variazione di tale ampiezza dimostra che non è sufficiente definire un singolo "valore di Radon della galleria". Il parametro deve essere considerato dinamico e dipendente almeno da posizione, stagione, ventilazione naturale, configurazione dei portali, ventilazione artificiale e condizioni operative.

Questa variabilità rafforza la necessità di combinare misure passive di più lunga durata con strumenti attivi utilizzabili durante le attività.

9.5 Ventilazione e controllo dell'esposizione

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di ventilazione forzata nelle aree operative e assume, nel PMA, l'obiettivo di mantenere durante le attività concentrazioni inferiori a 300 Bq/m^3 .

La scelta della ventilazione quale principale misura tecnica risulta appropriata. È tuttavia necessario distinguere tra 300 Bq/m^3 come livello di riferimento normativo espresso su base media annua e 300 Bq/m^3 come obiettivo operativo istantaneo o di breve periodo adottato dal progetto.

L'utilizzo dello stesso valore come soglia gestionale può rappresentare un criterio prudenziale, ma la documentazione dovrebbe chiarire esplicitamente questa differenza, evitando di presentare misure istantanee e medie annuali come grandezze direttamente equivalenti.

9.6 Dimostrazione prestazionale della ventilazione

L'efficacia del sistema di ventilazione non può essere dimostrata soltanto sulla base della potenza nominale del ventilatore. Come già richiamato nel Capitolo 7, il progetto individua un ventilatore assiale da 111 kW, tubazioni flessibili e sistemi di compartimentazione.

Ai fini radioprotezionistici, tuttavia, il parametro finale da dimostrare è la concentrazione residua nelle effettive postazioni di lavoro.

concentrazione pre-ventilazione → portata d'aria → configurazione del circuito → concentrazione durante l'esercizio → tempo di permanenza → esposizione integrata individuale

In particolare, considerando che alcuni punti presentano concentrazioni iniziali dell'ordine delle migliaia o decine di migliaia di Bq/m³, la capacità di ridurre stabilmente tali livelli nelle aree occupate rappresenta una prestazione essenziale del sistema.

Risulta pertanto opportuno prevedere una fase di commissioning radioprotezionistico della ventilazione prima della permanenza continuativa degli operatori.

9.7 Controllo operativo del Radon

Il PMA prevede una strategia articolata su due livelli: dispositivi passivi CR-39 per la determinazione delle concentrazioni medie e strumenti attivi durante le lavorazioni per il controllo operativo.

Questa impostazione appare corretta. Le misure attive consentono infatti di identificare rapidamente variazioni legate alla ventilazione, alla posizione della postazione o alla modifica della configurazione delle gallerie, mentre i dispositivi passivi sono maggiormente appropriati per caratterizzare esposizioni medie su periodi più lunghi.

La documentazione dovrebbe però associare alle misure attive soglie operative e azioni conseguenti chiaramente definite, secondo una sequenza del tipo:

livello ordinario → livello di attenzione → sospensione delle attività → evacuazione → ripristino ventilazione → nuova misura → autorizzazione al rientro

In questo modo il monitoraggio assumerebbe una funzione direttamente gestionale.



9.8 Tempi di permanenza e dose ai lavoratori

In presenza di Radon, la concentrazione ambientale rappresenta soltanto una parte del problema radioprotezionistico. L'esposizione individuale dipende anche dal tempo trascorso nelle diverse aree.

Il quadro normativo richiamato dalla relazione specialistica considera la dose efficace annua e individua il valore di 6 mSv/anno quale riferimento rilevante per l'eventuale applicazione delle successive misure di radioprotezione professionale.

La documentazione FEI prevede correttamente l'impiego di dosimetri personali e il coinvolgimento dell'Esperto di Radioprotezione. Alla luce dei livelli osservati, il controllo dovrebbe però essere impostato non soltanto come verifica a posteriori, ma anche come gestione preventiva dell'esposizione integrata per ciascun lavoratore.

**Radon misurato + durata effettiva di permanenza + mansione + eventuale esposizione gamma =
esposizione individuale complessiva da valutare**

9.9 Dispositivi di protezione respiratoria

Il Programma dei lavori richiama l'utilizzo di maschere FFP3 o altri dispositivi filtranti in funzione delle condizioni riscontrate. Questa previsione deve essere interpretata con attenzione.

Il principale strumento di riduzione dell'esposizione al gas Radon resta il controllo della concentrazione ambientale attraverso ventilazione, confinamento e, ove necessario, limitazione della permanenza. I dispositivi filtranti per particolato possono invece svolgere una funzione rispetto alle polveri mineralizzate e ai prodotti di decadimento associati agli aerosol, ma non devono essere considerati una misura sostitutiva della ventilazione per il controllo del Radon gassoso.

La documentazione operativa dovrebbe pertanto distinguere esplicitamente le funzioni dei DPI rispetto a polveri, contaminanti aerodispersi, discendenti del Radon associati agli aerosol e Radon gassoso.

9.10 Irraggiamento gamma nelle gallerie

La caratterizzazione gamma evidenzia una marcata differenza tra ambiente esterno e aree mineralizzate interne.

Nei piazzali esterni e in prossimità degli ingressi sono stati rilevati valori generalmente dell'ordine di 170-220 nSv/h, senza specifiche anomalie radiometriche.

All'interno delle gallerie la situazione risulta più eterogenea. Al Ribasso, lungo il centro dei camminamenti sono stati osservati valori da alcune centinaia fino a circa 2.000 nSv/h, mentre in prossimità di pareti, nicchie e aree mineralizzate sono stati registrati valori di 2.400-4.000 nSv/h, con un massimo di circa 16.000 nSv/h a contatto con la roccia. Al Livello 1 sono riportati valori fino a circa 4.600 nSv/h al centro della galleria e circa 10.000 nSv/h in prossimità della roccia mineralizzata.

Le analisi spettrometriche individuano prevalentemente Ra-226, con presenza in alcuni punti anche di Th-232.

9.11 Significato delle anomalie gamma

Anche in questo caso è necessario distinguere tra valori rilevati quasi a contatto con la mineralizzazione e condizioni rappresentative della posizione normalmente occupata dagli operatori.

Un valore di 16 $\mu\text{Sv/h}$ misurato presso una roccia mineralizzata non rappresenta necessariamente l'esposizione media del lavoratore durante il turno. D'altra parte, valori dell'ordine di alcuni $\mu\text{Sv/h}$ rilevati anche in punti del camminamento indicano che l'irraggiamento esterno non può essere ignorato nella valutazione della dose professionale.

mappa del rateo di dose → posizione delle postazioni → tempo di occupazione → distanza dalla sorgente → dose individuale

L'approccio mediante dosimetria personale previsto dal progetto appare quindi coerente con l'eterogeneità radiometrica osservata.

9.12 Ambiente esterno e popolazione

Il quadro esterno risulta significativamente diverso da quello sotterraneo. Nelle aree antistanti i portali la relazione specialistica riporta valori del rateo gamma generalmente compresi tra circa 170 e 220 nSv/h, senza identificazione di specifiche anomalie.

Questo costituisce uno degli elementi più robusti della baseline. La relazione specialistica conclude che i dati raccolti non evidenziano criticità radiologiche per ambiente esterno e popolazione.

Sulla base delle misure disponibili, tale conclusione appare coerente per le aree esterne effettivamente investigate, ma deve essere mantenuta distinta dalla valutazione dell'esposizione professionale in galleria.

La presenza di condizioni radiologicamente rilevanti nel reticolo minerario non implica automaticamente un rischio equivalente per la popolazione esterna.

9.13 Radioattività nelle acque

Come illustrato nel Capitolo 8, nelle acque sono state determinate attività alfa e beta totali, Trizio e Radon disciolto.

La campagna del 2025 mostra valori di attività alfa totale superiori al valore di screening di 0,10 Bq/L in diversi punti. Le tabelle della relazione specialistica riportano, tra gli altri, circa 0,15 Bq/L in PT_S02, 0,14 Bq/L in PT_S04, 0,65 Bq/L in PT_S07, 0,19 Bq/L in PT_S09 e valori particolarmente elevati presso PT_S06 e PT_S11, entrambi pari a circa 1,51 Bq/L.

Nel 2026 la maggior parte dei punti presenta una significativa riduzione, mentre PT_S06 rimane elevato, raggiungendo circa 1,76 Bq/L.

Il dato conferma quindi sia la presenza di un'anomalia radiometrica sia una marcata variabilità temporale.

9.14 Screening alfa e significato normativo

La documentazione utilizza il valore di 0,10 Bq/L come soglia di screening per l'attività alfa totale, richiamando il quadro relativo alle acque destinate al consumo umano.

Questo riferimento può essere utilizzato come strumento di screening radiometrico, ma deve essere trattato con cautela quando applicato alle acque di drenaggio minerario. Il valore non deve essere interpretato automaticamente come un limite ambientale direttamente applicabile a qualsiasi acqua di galleria.

La funzione corretta dello screening alfa è quella di identificare i campioni nei quali risulta opportuno procedere a una caratterizzazione più approfondita dei radionuclidi presenti.

9.15 Necessità di speciazione

Considerata la persistenza dell'anomalia presso PT_S06 e i valori elevati osservati in altri punti nel 2025, la sola attività alfa totale non appare sufficiente a chiudere l'interpretazione radiologica delle acque.

L'informazione storica mostra inoltre che nel sistema minerario sono stati in passato ricercati Uranio, Ra-226, Pb-210, Po-210 e Radon. Risulta quindi tecnicamente giustificato prevedere, almeno sui campioni caratterizzati da attività alfa significativa, una speciazione comprendente ove pertinente U-234/U-238, Ra-226, Pb-210 e Po-210.

La finalità non è esclusivamente regolatoria. La speciazione consente infatti di comprendere quale segmento della catena di decadimento contribuisca maggiormente all'attività rilevata e di valutare in maniera più corretta sia l'origine sia la potenziale rilevanza dosimetrica.

9.16 Incongruenze nella restituzione dei risultati radiometrici

La revisione incrociata dei documenti evidenzia alcune discrepanze che devono essere eliminate.

La relazione specialistica afferma che l'unica eccezione rispetto al quadro generale sarebbe PT_S06; tuttavia, le stesse tabelle riportano nella campagna 2025 valori superiori al riferimento di screening anche in PT_S02, PT_S04, PT_S07, PT_S09 e PT_S11. Il SIA, al contrario, riconosce correttamente un superamento più diffuso nella campagna 2025.

A questo si aggiunge la già evidenziata incongruenza PT_S01/PT_S02. Tali elementi non mettono in discussione i risultati dei rapporti di prova, ma richiedono una riconciliazione della narrativa tecnica con il dataset analitico ufficiale.

9.17 Qualità metrologica delle misure di Radon

Le misure passive di Radon risultano documentate mediante rapporti di prova specifici. I rivelatori CR-39 sono analizzati secondo UNI ISO 11665-4:2021 e la documentazione riporta il campo di accreditamento del laboratorio in termini di esposizione Radon. È inoltre riportata l'incertezza estesa delle determinazioni con fattore di copertura $k=2$.

Sotto questo profilo, la caratterizzazione del Radon presenta quindi una buona struttura metrologica. Rimane però la distinzione tra qualità della misura effettuata e rappresentatività temporale rispetto alla media annua: una misura tecnicamente valida condotta per circa due settimane rimane una misura riferita a quel periodo.

9.18 Monitoraggio previsto

Il PMA prevede un sistema di monitoraggio che comprende:

- Radon passivo con CR-39, con frequenza trimestrale;
- Radon attivo in corso d'opera;
- monitoraggio periodico del particolato;
- alfa/beta totali e Uranio nelle acque;
- campagne di spettrometria gamma e soil Radon;
- verifiche ante-operam, corso d'opera e post-operam.

L'impostazione è articolata e copre le principali vie di esposizione. Un possibile miglioramento riguarda la trasformazione delle frequenze di monitoraggio in un sistema esplicitamente collegato alle condizioni operative.

Ad esempio, modifiche della ventilazione, apertura di nuovi settori, trasferimento delle perforazioni o rilevamento di valori anomali dovrebbero poter determinare misure aggiuntive indipendentemente dalla periodicità ordinaria.

9.19 Condizioni post-operam

Il PMA indica come obiettivo post-operam la dimostrazione dell'invarianza radiologica rispetto alla condizione ante-operam e l'assenza di contaminazioni residue nelle aree di cantiere e stoccaggio.

Questa impostazione appare corretta. In termini radiologici, la chiusura delle attività dovrebbe quindi dimostrare almeno l'assenza di nuovi hotspot esterni, la corretta gestione dei residui, la stabilità delle acque, l'assenza di incremento persistente dell'attività radiometrica e una configurazione sicura dei portali e delle aree accessibili.

La semplice conclusione temporale del monitoraggio non dovrebbe essere sufficiente se i dati mostrassero una condizione non ancora stabilizzata.

9.20 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Ventilazione e Radon residuo	Prestazione alle postazioni operative da dimostrare	P1
Soglie, tempi di permanenza e dose	Piano operativo quantitativo da completare	P1
Attività alfa nelle acque e dati PT_S01/PT_S02	Speciazione e riconciliazione richieste	P1
Dosimetria e criteri post-operam	Misure e chiusura radiologica da consolidare	P2

La caratterizzazione radiologica rappresenta una delle parti più approfondite della documentazione presentata.

Sono elementi positivi:

- l'utilizzo combinato di misure attive e passive di Radon;
- la disponibilità di rivelatori e strumentazione con documentazione metrologica;
- la mappatura gamma interna ed esterna;
- l'identificazione spettrometrica dei principali radionuclidi;
- il monitoraggio radiometrico delle acque;
- la previsione di dosimetria personale;
- l'impiego di ventilazione forzata;
- il coinvolgimento dell'Esperto di Radioprotezione;
- la prosecuzione del monitoraggio fino alla fase post-operam.

Il quadro esterno appare relativamente robusto e non evidenzia, nei punti investigati, anomalie gamma comparabili a quelle presenti all'interno delle gallerie.

La situazione sotterranea richiede invece un livello di attenzione elevato. Le concentrazioni di Radon misurate dimostrano che, in assenza di adeguata ventilazione, alcune porzioni del reticolo possono presentare livelli molto elevati.

Il tema principale non è quindi la dimostrazione dell'esistenza del rischio, che può considerarsi acquisita, ma la dimostrazione dell'efficacia delle misure di controllo nelle effettive condizioni di lavoro.

Ai fini istruttori si ritengono pertanto prioritari:

- dimostrazione prestazionale della ventilazione nelle postazioni operative, con verifica delle concentrazioni residue di Radon – P1;
- definizione delle soglie operative di attenzione, sospensione, evacuazione e rientro – P1;
- integrazione tra concentrazione di Radon, tempi di permanenza e valutazione della dose individuale – P1;
- speciazione dei radionuclidi nei campioni d'acqua caratterizzati da attività alfa significativa – P1;



- riconciliazione delle incongruenze PT_S01/PT_S02 e tra narrativa e tabelle dei risultati alfa – P1;
- mantenimento della dosimetria gamma personale e della mappatura delle aree operative – P2;
- definizione di criteri prestazionali di chiusura radiologica post-operam – P2.

Baseline radiologica complessivamente ben sviluppata; impatto radiologico esterno relativamente ben caratterizzato; rischio occupazionale in sotterraneo chiaramente identificato ma ancora da tradurre in una dimostrazione quantitativa dell'efficacia delle misure di ventilazione, controllo dell'esposizione e gestione operativa.

In termini di classificazione adottata nella presente relazione, la componente può essere considerata adeguata per la caratterizzazione generale e dell'ambiente esterno, mentre risulta parzialmente adeguata, con priorità P1, per la radioprotezione operativa dei lavoratori in sotterraneo.



10. Qualità dell'aria e clima acustico

10.1 Inquadramento generale

Le componenti atmosfera e rumore risultano meno caratterizzanti, per il progetto in esame, rispetto agli aspetti geologici, idrici e radiologici. Esse assumono tuttavia rilievo durante la cantierizzazione e l'esercizio per la presenza di mezzi d'opera, traffico sulla viabilità sterrata, generatore elettrico, sistema di ventilazione e lavorazioni presso strada e portali.

La documentazione distingue, per entrambe le componenti, una condizione ante-operam e gli effetti attesi durante le attività. Il livello di caratterizzazione non è però omogeneo: la qualità dell'aria dispone di una campagna strumentale dedicata, mentre il quadro acustico iniziale è ancora fondato in parte su un valore assunto e deve essere consolidato dalle misure previste dal Piano di Monitoraggio Ambientale.

Sulla base delle informazioni disponibili, gli impatti attesi appaiono localizzati, temporanei e in prevalenza reversibili. Tale conclusione è adeguatamente sostenuta per l'aria; per il rumore resta subordinata alla verifica della baseline reale, dello scenario cumulativo e dei livelli presso i ricettori effettivi.

10.2 Baseline della qualità dell'aria

La campagna ante-operam è stata svolta dal 12 giugno al 10 luglio 2026 presso il punto PT_A1, collocato nel Comune di Piateda, in corrispondenza dell'ex stazione di partenza della funivia presso l'imbocco della Val Vedello. Il punto rappresenta quindi l'area di accesso alla valle, non il piazzale minerario.

I parametri monitorati sono:

- PM10;
- PM2,5;
- NO e NO2;
- Composti Organici Volatili Totali;
- parametri meteorologici.

Le misure sono state acquisite in continuo mediante centralina multiparametrica Polludrone-Oizom di tipo indicativo. I rapporti di prova restituiscono le serie temporali dei contaminanti e dei parametri meteorologici per l'intero periodo di osservazione.

10.3 Risultati della campagna atmosferica

Nel periodo monitorato il SIA non segnala criticità significative presso PT_A1. Le concentrazioni di particolato risultano generalmente contenute, pur con oscillazioni giornaliere.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il 28 giugno 2026 sono state rilevate concentrazioni orarie di PM10 fino a circa $62,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di una media giornaliera di circa $37,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il 4 luglio le medie giornaliere risultano invece pari a circa $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM10 e $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per PM2,5. Il dato orario più elevato non equivale pertanto, da solo, a un superamento del valore limite giornaliero.

Il SIA conclude che nel periodo di osservazione non sono stati registrati superamenti del valore limite giornaliero per PM10 e che NO2 e TVOC hanno mostrato concentrazioni compatibili con un contesto a bassa pressione antropica. La conclusione è riferibile alla campagna eseguita e non può essere estesa automaticamente all'intero anno o a punti diversi da PT_A1.

10.4 Rappresentatività della baseline atmosferica

La baseline fornisce un riferimento ante-operam utile, ma presenta tre limiti documentati: durata di circa un mese nel periodo estivo, localizzazione presso l'imbocco della valle e impiego di strumentazione indicativa. Non rappresenta quindi in modo completo la variabilità stagionale né le condizioni micro-locali del piazzale minerario e della viabilità di cantiere.

Il punto PT_A1 è adeguato per descrivere l'ordine di grandezza della qualità dell'aria nell'area di accesso e per garantire confrontabilità tra fasi. La sua rappresentatività rispetto ai massimi impatti di progetto dipenderà però dalla sincronizzazione del monitoraggio in corso d'opera con le lavorazioni e con i periodi di maggiore traffico.

10.5 Sorgenti emissive previste

Le principali sorgenti atmosferiche sono il generatore elettrico, i mezzi di cantiere e di trasporto, il recupero della strada e dei portali e la movimentazione di materiali. Il SIA individua nel generatore Atlas Copco QAS+ 325 una delle sorgenti principali, con consumo dichiarato di circa 46,5 L/h al 75% del carico ed emissioni associate di NOx, CO, CO2, SO2 e particolato; il gruppo è dichiarato conforme allo standard Stage V.

Pala gommata, sollevatore e altri mezzi producono contributi periodici allo scarico e, sulla viabilità sterrata, emissioni diffuse di polveri. La rilevanza effettiva dipende dal numero di mezzi, dalle ore di funzionamento, dai transiti e dalla contemporaneità delle attività, informazioni che devono essere ricondotte a scenari operativi verificabili.

10.6 Polveri e perforazioni

Il SIA esclude emissioni significative di polveri direttamente connesse al carotaggio in sotterraneo, in ragione dell'impiego di acqua come fluido di perforazione. La valutazione è tecnicamente plausibile per questa specifica sorgente.

L'impiego di acqua non esaurisce tuttavia il tema delle polveri. Restano da considerare il traffico sulla pista, la risagomatura della strada, la movimentazione di materiale arido, la pulizia degli ingressi e l'eventuale manipolazione di materiali o fanghi essiccati. Tali sorgenti devono essere gestite e monitorate separatamente.

10.7 Traffico e qualità dell'aria

Il SIA qualifica il traffico di progetto come periodico e non continuativo. L'assunzione è ragionevole per una campagna di ricerca di durata limitata, ma non è accompagnata da un bilancio emissivo o da uno scenario quantitativo dei transiti.

Per rendere verificabile la valutazione sono necessari almeno il numero medio e massimo di transiti giornalieri, la tipologia dei mezzi, la durata delle fasi più intensive, le tratte percorse e le misure antipolvere. La questione riguarda soprattutto il risollevarsi di polveri dalla viabilità sterrata, più che le sole emissioni allo scarico.

10.8 Monitoraggio atmosferico

Il PMA mantiene PT_A1 come punto di riferimento, scelta positiva per la confrontabilità ante-operam e corso d'opera. Il monitoraggio dovrebbe però essere programmato nelle fasi potenzialmente più emissive: recupero della strada, movimentazione di materiale, periodi di maggiore traffico e funzionamento prolungato del generatore.

I risultati dovrebbero essere letti insieme a condizioni meteorologiche, attività svolte, transiti e ore di funzionamento delle apparecchiature. Senza tale associazione, un dato medio di buona qualità dell'aria potrebbe non intercettare incrementi locali e temporanei riconducibili al cantiere.

10.9 Valutazione complessiva della componente aria

La baseline non evidenzia criticità significative e il quadro emissivo appare proporzionato alla scala del progetto. Le sorgenti sono identificabili, discontinue e in larga parte controllabili mediante corretta gestione dei mezzi, della viabilità e del generatore.

La componente aria è pertanto valutata come complessivamente adeguata. Restano approfondimenti di livello P2 relativi alla rappresentatività spazio-temporale della baseline, alla quantificazione del traffico e alla verifica delle fasi effettivamente più emissive.

10.10 Quadro acustico ante-operam

La relazione previsionale non dispone di una campagna fonometrica ante-operam completa presso i ricettori, ma assume cautelativamente un livello medio diurno di 36 dB(A) per l'ambiente montano. Il dato costituisce un'ipotesi modellistica e non una misura del rumore residuo nei punti di valutazione.



Il PMA prevede campagne fonometriche di 24 ore, in condizioni estive e invernali, presso i ricettori sensibili. Una volta eseguite, tali misure consentiranno di definire il clima acustico reale e di verificare l'attendibilità del valore assunto.

La previsione non è quindi priva di base tecnica, ma il confronto tra rumore residuo e rumore ambientale resta provvisorio. La robustezza della valutazione dipende dal completamento della baseline stagionale già prevista.

10.11 Ricettori acustici

Il SIA individua i seguenti ricettori antropici:

- R1, baita a circa 790 m;
- R2, baita a circa 840 m;
- R3, case singole a circa 1.500 m;
- R4, frazione Agneda a circa 3.600 m.

L'area di progetto è classificata in Classe acustica I. Alla tutela dei ricettori umani si aggiunge quella della fauna, poiché il sito ricade nel Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi e in ambiti Natura 2000; per questa componente rilevano anche durata, stagionalità e localizzazione del disturbo.

10.12 Principali sorgenti sonore

Le sorgenti principali considerate dal modello sono il generatore elettrico, con potenza sonora indicata intorno a 97-98 dB(A), e il ventilatore assiale, con potenza sonora di circa 110,3 dB(A) nella configurazione dotata di silenziatori.

Il ventilatore costituisce la sorgente dominante. L'installazione all'interno delle gallerie è una misura di mitigazione rilevante perché utilizza la schermatura fisica dell'imbocco e del reticolo sotterraneo. La prestazione effettiva dipenderà dalla configurazione installata, dallo stato dei silenziatori e dalle condizioni operative.

10.13 Modellazione previsionale

La relazione calcola il contributo combinato di generatore e ventilatore a distanze standard, assumendo otto ore di funzionamento nel periodo diurno:

- 49,8 dB(A) a 300 m;
- 45,4 dB(A) a 500 m;
- 39,4 dB(A) a 1.000 m.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La propagazione è valutata in campo libero secondo ISO 9613-2. L'impostazione descrive l'attenuazione con la distanza, ma non restituisce direttamente i livelli ai ricettori R1-R4, posti a circa 790, 840, 1.500 e 3.600 m.

Per consolidare la previsione occorre quindi calcolare i livelli presso i ricettori reali, esplicitare i dati di ingresso e confrontare il modello con le misure ante-operam e con quelle eseguite durante il funzionamento degli impianti.

10.14 Coerenza formale dei calcoli

Nel calcolo relativo a 300 m compare il termine $20\log 100$, mentre il risultato numerico corrisponde sostanzialmente alla distanza di 300 m. L'elemento è riconducibile a un refuso di trascrizione, non a un errore dimostrato nel risultato, e deve essere corretto nel documento tecnico e registrato come rilievo di coerenza.

10.15 Rumore cumulativo di cantiere

Il modello considera le due sorgenti principali, mentre attribuisce ai mezzi di cantiere e di trasporto un contributo limitato per l'uso saltuario e, in parte, interno alle gallerie. L'assunzione può rappresentare lo scenario medio, ma non necessariamente quello più gravoso.

Nelle fasi iniziali potrebbero operare contemporaneamente ventilatore, generatore, mezzi di movimentazione, lavorazioni presso i portali e traffico sulla pista. La documentazione disponibile non quantifica in modo completo tale combinazione.

La verifica dello scenario cumulativo massimo costituisce pertanto il principale approfondimento residuo per il rumore, insieme alla misura del clima acustico reale e al calcolo presso i ricettori effettivi.

10.16 Fauna e disturbo acustico

Il SIA riconosce un possibile allontanamento temporaneo della fauna, con riferimento anche a camosci e stambecchi, e valuta l'effetto come modesto e reversibile. Per le specie selvatiche la significatività non dipende soltanto dal livello acustico, ma anche da periodo biologico, durata, riproduzione, allevamento della prole e contemporaneità con altre pressioni.

Il tema deve quindi essere raccordato al Capitolo 11. Il rumore verso la fauna va trattato come fattore di pressione ecologica, verificando mediante monitoraggio se il disturbo osservato resti compatibile con gli obiettivi di conservazione.

10.17 Monitoraggio acustico previsto

Il PMA prevede misure continue di 24 ore, con una sessione estiva e una invernale, mediante strumentazione di Classe 1. Le campagne dovranno caratterizzare LAeq diurno e notturno, componenti tonali e impulsive e differenze stagionali.

L'impostazione è adeguata se le misure sono eseguite nei ricettori effettivi e includono almeno una condizione rappresentativa del massimo carico operativo. I risultati dovranno essere associati alla configurazione e alle ore di funzionamento delle sorgenti presenti durante ciascuna campagna.

10.18 Rapporto tra previsione e monitoraggio

La previsione deve essere trattata come ipotesi da verificare, secondo la seguente sequenza:

misura ante-operam → previsione → misura con impianti in funzione → confronto modello/misura → eventuale correzione o mitigazione

Questa sequenza è particolarmente importante in ambiente alpino, dove morfologia, schermature, riflessioni e condizioni meteorologiche possono discostarsi dalle ipotesi semplificate di campo libero. Il confronto deve essere documentato e, in caso di scostamenti rilevanti, tradursi in una revisione del modello o delle misure di mitigazione.

10.19 Confronto con le migliori tecniche disponibili

Il confronto con le migliori tecniche disponibili è pertinente perché il capitolo valuta sorgenti emmissive, misure di prevenzione, monitoraggio e risposta agli scostamenti. Occorre tuttavia distinguere tra BAT Conclusions giuridicamente rilevanti, BREF o documenti tecnici e requisiti normativi esterni al sistema BAT.

BAT Conclusions per l'estrazione mineraria. Il BREF MIN relativo all'estrazione di minerali su scala industriale risulta in corso di elaborazione e non dispone ancora di BAT Conclusions adottate. Non è quindi disponibile un parametro BAT giuridicamente vincolante specifico con cui dichiarare conforme la campagna di ricerca. Deve inoltre essere verificato, in sede autorizzativa, se natura e scala delle attività ricadano effettivamente nel relativo campo di applicazione.

BAT Conclusions per i metalli non ferrosi. Le BAT Conclusions NFM del 2016 riguardano la produzione primaria e secondaria di metalli non ferrosi e i relativi processi metallurgici. Non risultano direttamente applicabili alle attività di esplorazione e carotaggio descritte nel progetto e non devono essere utilizzate come base per una dichiarazione di conformità.

MWEI BREF. Il documento di riferimento del 2018 sulla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive è stato pubblicato ai sensi della Direttiva 2006/21/CE e non costituisce una BAT Conclusion IED. È pertinente solo per gli aspetti connessi a fanghi, materiali estratti o altri residui che siano qualificati come rifiuti estrattivi.

La documentazione disponibile non consente di verificare in questa sede classificazione, quantità, modalità di deposito e misure di controllo di tali materiali.

BREF e report orizzontali. Il BREF Emissions from Storage del 2006 può essere utilizzato come riferimento tecnico per stoccaggio e movimentazione di combustibili e materiali polverulenti. Il Reference Report on Monitoring del JRC del 2018 è invece un REF, non un BREF né una BAT Conclusion, e fornisce criteri tecnici utili per definire monitoraggi rappresentativi, frequenze e qualità dei dati. La loro utilizzazione ha valore tecnico e non dimostra, da sola, conformità giuridica alle BAT.

Standard Stage V. Il Regolamento (UE) 2016/1628 disciplina le emissioni dei motori installati su macchine mobili non stradali. Lo Stage V dichiarato per il generatore è un elemento favorevole, ma è un requisito distinto dal sistema BAT. L'allineamento deve essere verificato sulla specifica unità effettivamente installata mediante scheda tecnica, categoria del motore, marcatura e documentazione di omologazione, informazioni non disponibili nel corpus esaminato.

Nel caso in esame, le misure tecniche e gestionali coerenti con i principi BAT e con le buone pratiche comprendono:

- dimensionamento del generatore rispetto al carico, manutenzione programmata, controllo delle ore di esercizio e arresto quando non necessario;
- limitazione della velocità sulla viabilità sterrata, manutenzione del piano viabile, umidificazione mirata, riduzione delle altezze di caduta e copertura dei carichi polverulenti;
- impiego di silenziatori e involucri acustici, isolamento delle vibrazioni, collocazione delle sorgenti sfruttando la schermatura delle gallerie e manutenzione delle apparecchiature;
- programmazione diurna delle attività più rumorose e riduzione della contemporaneità non necessaria tra ventilatore, generatore, mezzi e lavorazioni ai portali;
- monitoraggio nelle fasi di massimo carico, associato a dati operativi e meteorologici, con livelli di attenzione, responsabilità e azioni correttive definiti prima dell'avvio delle attività.

Il progetto recepisce già alcuni di questi principi attraverso generatore dichiarato Stage V, perforazione ad acqua, ventilatore installato nelle gallerie e PMA. Non è tuttavia dimostrabile una conformità complessiva alle BAT: manca un quadro unitario che colleghi ciascuna misura a campo di applicazione, responsabile, fase operativa, controllo, livello di attenzione, evidenza registrata e azione correttiva.

10.20 Aspetti da consolidare

Gli approfondimenti necessari, formulati in modo verificabile, sono i seguenti:

- quantificare traffico medio e massimo, ore di funzionamento e contemporaneità delle sorgenti nelle diverse fasi;
- eseguire il monitoraggio atmosferico durante le lavorazioni potenzialmente più emissive e associarlo ai dati operativi e meteorologici;

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

- completare la baseline fonometrica stagionale prevista dal PMA presso i ricettori effettivi;
- calcolare i livelli acustici presso R1-R4 e verificare lo scenario cumulativo di massimo carico;
- confrontare modello e misure con impianti in funzione, definendo preventivamente criteri di correzione e mitigazione;
- raccordare il monitoraggio acustico con la valutazione del disturbo sulla fauna sviluppata nel Capitolo 11;
- predisporre una matrice BAT e buone pratiche che distingua riferimenti giuridici e tecnici e riporti applicabilità, evidenze disponibili, dati mancanti, responsabili e azioni correttive.

10.21 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Qualità dell'aria	Quadro adeguato; rappresentatività e misure antipolvere da verificare	P2
Rumore cumulativo	Quadro parzialmente adeguato; verifiche sulle sorgenti simultanee e ricettori	P2
Buone pratiche BAT	Allineamento tecnico da documentare, non dichiarazione di conformità	P2

Per la qualità dell'aria, costituiscono elementi positivi la disponibilità di una baseline strumentale dedicata, l'identificazione delle principali sorgenti emissive e la previsione di un monitoraggio in corso d'opera. I limiti principali riguardano una sola postazione, una sola campagna estiva e l'assenza di una quantificazione completa del traffico e delle fasi più emissive.

La componente aria è quindi valutata come adeguata, con approfondimenti P2 finalizzati a rendere il monitoraggio maggiormente rappresentativo e le misure antipolvere verificabili.

Per il rumore, costituiscono elementi positivi l'identificazione delle sorgenti principali, la previsione di misure fonometriche stagionali e l'adozione di misure di mitigazione quali la collocazione del ventilatore in galleria e l'impiego di silenziatori. La previsione resta tuttavia basata su una baseline ancora parzialmente teorica e su distanze di calcolo non coincidenti con i ricettori individuati. La verifica cumulativa e il confronto tra modello e misure costituiscono condizioni necessarie per consolidare la valutazione.

La componente rumore è pertanto valutata come parzialmente adeguata, con priorità P2. Il giudizio non implica la presenza di un impatto significativo, ma evidenzia che la conclusione deve essere confermata attraverso le campagne previste e uno scenario operativo documentato.

Il confronto BAT non consente una dichiarazione di conformità: il BREF MIN non è ancora adottato, i documenti MWEI, EFS e ROM hanno ambiti e valore giuridico differenti e mancano alcune evidenze specifiche del progetto. Essi offrono comunque un riferimento tecnico utile per organizzare prevenzione alla fonte, manutenzione, monitoraggio e risposta agli scostamenti.



Gli impatti su qualità dell'aria e clima acustico appaiono localizzati, temporanei e gestibili. La caratterizzazione dell'aria è complessivamente sufficiente; per il rumore e per l'allineamento alle buone pratiche BAT restano necessarie verifiche operative e documentali di livello P2.

In termini di classificazione adottata nella presente relazione, la componente aria può essere considerata adeguata, mentre la componente rumore risulta parzialmente adeguata, con priorità P2. Per l'allineamento alle buone pratiche BAT permangono verifiche operative e documentali di livello P2.



11. Biodiversità, habitat e Valutazione di Incidenza

11.1 Inquadramento generale

La componente biodiversità assume nel caso della Val Vedello un rilievo istruttorio specifico, poiché l'area di progetto ricade nel sistema Natura 2000 costituito dalla ZSC "Val Venina" e dalla ZPS "Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi", oltre che nel Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi. La valutazione non riguarda quindi soltanto la presenza di singole specie o habitat di interesse conservazionistico, ma la compatibilità delle attività previste con la struttura e la funzionalità ecologica dei siti interessati.

Il quadro documentale predisposto dal proponente è articolato. Lo Studio per la Valutazione di Incidenza – Fase II (DOC-003) costituisce il riferimento principale; esso è integrato dal SIA (DOC-002), dal Piano di Monitoraggio Ambientale (DOC-005), dalla Relazione paesaggistica (DOC-004) e dagli elaborati relativi alla strada, ai portali e alle opere accessorie. La valutazione della componente deve pertanto essere sviluppata mettendo in relazione il quadro naturalistico con la configurazione fisica effettiva delle opere, con le modalità di esercizio e con la configurazione post-operam.

Nel complesso, la documentazione disponibile consente di riconoscere una base conoscitiva significativa e più ampia di una semplice ricognizione bibliografica. Restano tuttavia alcuni passaggi da consolidare prima di poter considerare pienamente definita l'incidenza del progetto: in particolare, la sovrapposizione tra impronta progettuale reale e habitat Natura 2000, la verifica della fauna ipogea e dell'eventuale utilizzo delle gallerie da parte dei chiroterteri, nonché la lettura della viabilità come opera destinata a permanere anche dopo la conclusione delle attività minerarie di ricerca.

11.2 Quadro conoscitivo dei siti Natura 2000

Lo Studio di Incidenza ricostruisce il quadro della ZSC e della ZPS utilizzando i Formulare Standard, i Piani di Gestione e le cartografie degli habitat, affiancandovi rilievi di campo condotti nell'area del permesso. Per la ZSC "Val Venina" sono riportate otto classi di habitat di interesse comunitario, tra cui l'habitat prioritario 6230* "Formazioni erbose a Nardus, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane". Gli habitat maggiormente rappresentati nella ZSC risultano il 6150, il 8220 e il 8110.

Il contesto è caratterizzato da una sequenza altitudinale tipicamente alpina, con boschi di larice, praterie e lande subalpine, habitat rupicoli, ghiaioni e ambienti d'alta quota. La stessa documentazione del proponente evidenzia come il ridotto disturbo antropico attuale su ampie porzioni della valle abbia favorito il mantenimento di comunità floristiche e faunistiche di interesse conservazionistico. Questo elemento è rilevante perché il progetto riutilizza infrastrutture storiche esistenti, ma reintroduce al contempo una frequentazione organizzata del sito, il transito di mezzi e attività continuative in aree oggi poco utilizzate.

11.3 Campagne di campo e qualità della baseline biologica

La baseline biologica non si limita alle fonti pianificatorie. La VInCA riferisce sei rilievi fitosociologici, con censimento di 84 specie vegetali, e campagne faunistiche svolte il 5 e 22 agosto, il 25 settembre e il 12 novembre 2025, oltre a un ulteriore sopralluogo del 2 luglio 2026. Il transetto faunistico principale segue il sentiero CAI 201 e prosegue verso l'area dei portali. Sono stati inoltre utilizzati sistemi di fototrappolaggio e, per la chiropterofauna, indagini bioacustiche dedicate.

La distribuzione temporale delle campagne fornisce un primo quadro pluristagionale e costituisce un elemento positivo della documentazione. Essa non copre tuttavia in maniera uniforme tutte le fasi biologiche rilevanti. La stessa VInCA riconosce la necessità di approfondire la stagione riproduttiva dell'avifauna e la stagione primaverile per l'eventuale presenza di piccole zone umide e siti riproduttivi degli anfibi. Per le gallerie, soprattutto, la baseline biologica esterna non può sostituire una verifica mirata delle condizioni ipogee prima dell'avvio delle attività operative.

11.4 Habitat di interesse comunitario direttamente interessati

La principale interferenza territoriale deriva dal recupero della strada di accesso, dal piazzale logistico e dalle aree in corrispondenza dei portali. La documentazione individua interferenze con gli habitat 4060 "Lande alpine e boreali", 6150 "Formazioni erbose boreo-alpine silicicole", 6230* "Formazioni erbose a Nardus", 6430 "Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile" e 8110 "Ghiaioni silicei dei piani montano fino a nivale". L'habitat 8220 è presente nell'area e rilevato nel quadro vegetazionale, ma non è indicato tra quelli quantitativamente occupati dalle opere nella tabella delle incidenze.

Per l'habitat prioritario 6230* la VInCA stima una superficie interferita di 0,27 ha, pari allo 0,088% dei 307,17 ha attribuiti a tale habitat nella ZSC. L'interferenza è associata al tracciato stradale esistente e viene giudicata dal proponente limitata e non tale da compromettere la funzionalità complessiva dell'habitat. Il dato percentuale è effettivamente contenuto; esso, tuttavia, deve essere interpretato insieme alla qualità e alla localizzazione delle superfici interessate e, soprattutto, verificato rispetto all'intera impronta delle opere previste.

11.5 Quadro quantitativo delle superfici interferite

Le stime riportate nello Studio di Incidenza mostrano che le interferenze quantitative maggiori riguardano l'habitat 8110, mentre per gli habitat prativi e arbustivi le superfici risultano più contenute. I dati del proponente sono sintetizzati nella tabella seguente.

Habitat	Superficie nella ZSC	Superficie interferita	Incidenza stimata
4060 - Lande alpine e boreali	118,77 ha	0,017 ha	0,01%

Habitat	Superficie nella ZSC	Superficie interferita	Incidenza stimata
6150 - Formazioni erbose boreo-alpine silicicole	1.161,76 ha	0,145 ha	0,01%
6230* - Formazioni erbose a Nardus	307,17 ha	0,27 ha	0,088%
6430 - Megaforbie idrofile	340,53 ha	0,07 ha	0,02%
8110 - Ghiaioni silicei	495,32 ha	1,4 ha	0,28%

11.6 Impronta progettuale e necessità di una verifica GIS univoca

Il punto istruttorio principale non è tanto contestare le percentuali sopra riportate, quanto verificare che esse siano state calcolate sull'impronta completa del progetto. Per la strada, infatti, la superficie potenzialmente interessata non coincide necessariamente con la sola carreggiata nominale: il progetto comprende piazzole di scambio, allargamenti nei tornanti, opere di sostegno, regimazioni idrauliche, scarpate, sterri e riporti, oltre alle aree di cantiere e di manovra. Analogamente, presso i portali devono essere considerate le superfici effettivamente occupate dai piazzali, dalle opere di messa in sicurezza e dalle installazioni temporanee.

Per questa ragione è opportuno disporre di una sovrapposizione GIS unica tra configurazione progettuale definitiva e cartografia degli habitat, distinguendo con chiarezza le superfici temporaneamente interessate da quelle destinate a permanere. Tale verifica non presuppone che le stime della VInCA siano errate; serve piuttosto a dimostrare che il calcolo delle incidenze ricomprenda l'intera trasformazione fisica prevista e non soltanto l'asse o il sedime principale della viabilità. Questo elemento corrisponde alla questione MI-11 e alla richiesta RFC-09.

11.7 Flora, vegetazione e dinamica degli habitat

I rilievi floristici confermano nel complesso la coerenza tra le tipologie vegetazionali osservate e la cartografia Natura 2000, ma evidenziano anche dinamiche locali che rendono utile l'aggiornamento sul campo. In particolare, una superficie cartografata come habitat 6150 mostra una significativa colonizzazione da parte di *Rhododendron ferrugineum* e *Vaccinium myrtillus*, specie caratteristiche delle lande alpine dell'habitat 4060. Lo Studio interpreta tale configurazione come un processo di ricolonizzazione secondaria connesso alla riduzione o all'abbandono delle pratiche di pascolamento.

Sono state inoltre rilevate specie di interesse conservazionistico. Tra queste, la documentazione segnala *Sanguisorba dodecandra*, endemismo orobico osservato lungo il tracciato del sentiero CAI 201 fino a circa 1.900 m di quota, nonché *Androsace alpina* e *Viola comollia*. La VInCA stessa riconosce che, per *Sanguisorba dodecandra*, non sono ancora disponibili evidenze sufficienti per quantificare con precisione



l'effetto di eventuali disturbi antropici sui popolamenti locali. Ne deriva l'opportunità di verificare in fase esecutiva la presenza puntuale di stazioni floristiche di pregio in corrispondenza di allargamenti, opere accessorie e aree di movimentazione, così da evitare interferenze localmente evitabili.

11.8 Fauna terrestre e avifauna

Le indagini faunistiche descrivono un'area ancora ecologicamente attiva anche in prossimità delle infrastrutture minerarie storiche. Le fototrappole hanno documentato, tra gli altri, Stambecco, Capriolo e mustelidi; la documentazione richiama inoltre la presenza potenziale o accertata di Camoscio, Marmotta e altri mammiferi alpini. Il piazzale e il sistema di accesso non possono quindi essere considerati spazi privi di funzione biologica solo perché già trasformati in passato.

Per l'avifauna sono state rilevate specie di particolare interesse, tra cui Aquila reale, Picchio nero e Fagiano di monte. Lo Studio segnala anche il Merlo acquaiolo lungo il Torrente Vedello e una comunità ornitica complessivamente ricca e diversificata, attribuita sia alla disponibilità di habitat sia al ridotto disturbo antropico attuale. La significatività del disturbo di progetto deve pertanto essere letta in funzione non soltanto dell'intensità delle singole sorgenti, ma anche della stagionalità, delle fasi riproduttive e della ripetitività della frequentazione. La previsione di ulteriori monitoraggi nella stagione riproduttiva appare quindi coerente con le lacune riconosciute dalla stessa documentazione.

11.9 Chiroterofauna: risultati disponibili e limiti conoscitivi

La caratterizzazione degli effetti sui chiroterteri deve comprendere anche l'illuminazione temporanea dei piazzali, degli accessi e dei portali. Oltre al rumore e alla presenza antropica, luce, orientamento dei fasci, durata e temperatura di colore possono modificare l'uso degli habitat e delle vie di transito; il progetto dovrà quindi adottare criteri di minimizzazione dell'illuminazione non necessaria e verificare la compatibilità delle soluzioni con le specie effettivamente presenti.

La chiroterofauna è stata oggetto di una prima campagna bioacustica il 17 settembre 2025. Sono state raccolte 67 registrazioni di contatti. La VInCA riporta almeno cinque gruppi/specie rilevati: *Myotis* spp., *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus kuhlii/nathusii*, *Pipistrellus pipistrellus* e *Plecotus* spp. La maggior parte dei contatti è attribuita al Pipistrello nano; per alcuni segnali di *Myotis* e *Plecotus* non è stato possibile raggiungere la determinazione specifica.

Questi dati sono utili per dimostrare la frequentazione della valle da parte dei chiroterteri, ma non consentono da soli di stabilire l'eventuale funzione delle gallerie minerarie come rifugi riproduttivi, siti di swarming o svernamento. Lo stesso Studio evidenzia che il Vespertilio maggiore, specie riportata nei documenti del sito Natura 2000, non può essere escluso a priori e che segnali attribuibili al genere *Myotis* sono stati effettivamente registrati. La questione non deve quindi essere formulata come presenza certa di colonie nelle gallerie, ma come elemento da verificare prima che i tratti sotterranei siano riaperti e utilizzati in modo continuativo.

11.10 Fauna ipogea e utilizzo operativo delle gallerie

Per la fauna invertebrata ipogea il quadro è ancora meno definito. SIA e VInCA riconoscono esplicitamente che la composizione delle comunità sotterranee non è nota e che l'occupazione prolungata delle gallerie, il rumore, l'illuminazione, la ventilazione e la movimentazione di personale e attrezzature potrebbero determinare disturbo agli organismi presenti. È quindi corretto che il proponente abbia previsto un approfondimento dedicato, ma la sequenza temporale è essenziale: la verifica deve precedere l'uso operativo dei settori interessati, non limitarsi a un monitoraggio successivo all'avvio delle attività.

Il PMA dettaglia un programma specifico per i chiroteri, con indagini bioacustiche da maggio a settembre, cinque sessioni, e ricerca dei rifugi in luglio, settembre e novembre/dicembre. Per i portali e le gallerie è prevista l'ispezione di tratti di almeno 500 m dal portale, con possibilità di ricorrere a videocamere a infrarossi, termocamere o altre tecniche qualora emergano indizi di frequentazione. Tale impostazione è tecnicamente articolata e costituisce un elemento favorevole; dovrà però essere coordinata con il perimetro effettivo delle gallerie da utilizzare, attraversare, ventilare o destinare a stoccaggio, così da evitare che restino esclusi proprio i settori operativamente interessati.

11.11 Zone umide, anfibî ed erpetofauna

La VInCA non individua, nelle aree direttamente interessate dal progetto, zone umide già note come elementi strutturali permanenti. Al tempo stesso riconosce che i sopralluoghi disponibili non coprono in maniera esaustiva la stagione primaverile e che in ambiente alpino possono essere presenti piccoli ristagni o microhabitat temporanei di rilevanza per gli anfibî. Durante le campagne è stata peraltro documentata la presenza di un girino attribuito a Rana montana secondo la classificazione riportata nello Studio.

La prosecuzione delle verifiche in periodo idoneo appare quindi necessaria soprattutto lungo il tracciato della strada, in corrispondenza di impluvi, attraversamenti, drenaggi e aree di temporaneo ristagno. La finalità non è estendere indefinitamente la baseline, ma assicurare che eventuali microhabitat sensibili siano riconosciuti prima delle lavorazioni e, ove presenti, gestiti mediante semplici adeguamenti localizzativi o temporali.

11.12 Biocenosi acquatiche e relazione con la qualità delle acque

Il quadro ecologico comprende anche il Torrente Vedello. Il 18 ottobre 2025 è stata svolta una campagna preliminare sulle biocenosi acquatiche finalizzata alla caratterizzazione delle comunità e al calcolo degli indici ICMi, STAR-ICMi, IBMR e NISECI. Questo elemento amplia correttamente la baseline oltre i soli parametri chimici e radiologici trattati nel Capitolo 8.

Dal punto di vista istruttorio, la componente biologica acquatica deve essere mantenuta collegata al monitoraggio delle acque durante l'esercizio. Il progetto è impostato su un circuito chiuso per le acque di

perforazione e non assume come scenario ordinario lo scarico; resta comunque utile che eventuali variazioni inattese della qualità delle acque o dei drenaggi siano lette anche rispetto agli indicatori biologici del corso d'acqua, senza trasformare una singola campagna preliminare in un riferimento statico e definitivo.

11.13 Rumore, presenza antropica e disturbo faunistico

Per i ricettori faunistici il rumore deve essere interpretato in modo diverso rispetto alla verifica dei limiti acustici per i ricettori umani. La relazione previsionale trattata nel Capitolo 10 concentra l'attenzione su ventilatore e generatore; per la fauna assumono rilievo anche la durata delle attività, il periodo biologico, la movimentazione dei mezzi, la presenza delle maestranze e la localizzazione delle sorgenti rispetto alle aree di rifugio e alimentazione.

La documentazione del proponente qualifica come temporanei e localizzati i principali disturbi di cantiere e prevede attività prevalentemente diurne. Questo è coerente con una strategia di mitigazione, ma la relativa efficacia dovrà essere verificata attraverso il monitoraggio biologico, soprattutto nel caso di specie sensibili o di eventuali rifugi di chirotteri. La collocazione delle perforatrici in sotterraneo riduce la propagazione verso l'esterno, ma non elimina il tema del disturbo all'interno delle gallerie.

11.14 Frammentazione, corridoi ecologici e ruolo della viabilità

La VInCA stima nulla l'incidenza in termini di frammentazione degli habitat, motivando tale conclusione con il riutilizzo di un tracciato stradale preesistente e con l'assenza di nuove infrastrutture lineari. L'argomento è sostanzialmente condivisibile sotto il profilo della creazione di una nuova barriera fisica: il progetto non apre un nuovo corridoio viario attraverso habitat oggi continui.

Occorre tuttavia distinguere la frammentazione fisica dalla modifica funzionale della frequentazione. Gli elaborati stradali prevedono che la pista, dopo l'uso di cantiere, sia integrata come viabilità promiscua regolamentata, mentre la VInCA indica che nel post-operam la strada sarà lasciata a beneficio della comunità anche per la fruizione turistico-escursionistica. La strada costituisce quindi una configurazione post-operam durevole e non un elemento destinato a scomparire al termine dei lavori. Questa permanenza non implica automaticamente un'incidenza significativa, ma deve essere considerata nella valutazione del disturbo e nel piano di gestione/manutenzione, anziché essere assimilata a una semplice occupazione temporanea.

11.15 Misure di mitigazione previste

Lo Studio di Incidenza propone un insieme di misure coerenti con le pressioni individuate: reimpiego del cotico erboso eventualmente rimosso; utilizzo di mezzi mantenuti in efficienza per ridurre il rischio di sversamenti; impiego di mezzi leggeri ove possibile; pulizia dei mezzi per limitare l'introduzione di specie vegetali alloctone; limitazione delle attività alle ore diurne, con particolare attenzione ai periodi

riproduttivi; contenimento del rumore del generatore; riciclo delle acque di perforazione; monitoraggio preliminare delle gallerie per chiroterteri e fauna ipogea.

Per i portali è prevista l'installazione di cancellate con geometria dichiarata compatibile con il potenziale transito dei chiroterteri. Questo accorgimento è positivo, ma la configurazione finale dei cancelli dovrebbe essere verificata alla luce degli esiti del monitoraggio ante-operam: l'effettiva idoneità dipende infatti dalle specie eventualmente presenti e dalla funzione biologica del singolo ingresso. Analogamente, le prescrizioni temporali e operative dovrebbero poter essere adattate qualora vengano individuati rifugi o periodi di particolare sensibilità.

11.16 Proposte di compensazione e distinzione dalle misure di recupero

La VInCA presenta, come ipotesi di compensazione da sviluppare in confronto con l'autorità competente, interventi di miglioramento ambientale rivolti in particolare alla creazione o al miglioramento di habitat idonei per Gallo cedrone e Fagiano di monte. Le proposte hanno carattere preliminare e non sono ancora definite a livello esecutivo.

Ai fini della presente istruttoria è utile mantenere distinti tre piani: mitigazione degli impatti durante i lavori; recupero delle superfici temporaneamente interessate; eventuali interventi aggiuntivi di miglioramento o compensazione naturalistica. Le proposte compensative non sostituiscono la necessità di definire correttamente l'impronta del progetto né di dimostrare l'efficacia delle misure di prevenzione e ripristino. Esse possono costituire un elemento positivo aggiuntivo solo dopo che gli impatti propri del progetto siano stati correttamente delimitati.

11.17 Monitoraggio e gestione adattativa

Il PMA estende il monitoraggio della biodiversità alle fasi Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam. Per la chiroterterofauna il programma è particolarmente dettagliato; per flora, fauna terrestre e avifauna la documentazione prevede la prosecuzione delle campagne per coprire periodi e gruppi non ancora sufficientemente rappresentati. L'impostazione generale è adeguata e rappresenta uno degli elementi più solidi della componente naturalistica.

Perché il monitoraggio svolga una reale funzione gestionale, è però necessario che i risultati siano collegati a criteri di azione. Il rinvenimento di un rifugio di chiroterteri, di una comunità ipogea sensibile, di una stazione floristica di pregio direttamente interferita o di una zona umida temporanea dovrebbe attivare misure predefinite: modifica temporale delle lavorazioni, delimitazione di aree di rispetto, adeguamento delle modalità di accesso o, nei casi necessari, revisione puntuale della localizzazione di opere accessorie. Il monitoraggio deve quindi essere concepito non soltanto come raccolta dati, ma come componente del sistema di gestione del progetto.

11.18 Valutazione complessiva e richieste di consolidamento

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Impronta GIS su habitat	Tutte le opere e le aree accessorie da sovrapporre e quantificare	P1
Fauna ipogea e chiroterteri	Dati indispensabili alla VInCA da acquisire tempestivamente	P1
Microhabitat e flora di pregio	Verifiche localizzate in periodi appropriati	P2
Viabilità nel post-operam	Effetti durevoli, manutenzione e fruizione da chiarire	P1/P2

Il DOC-003 depositato (Studio per la Valutazione d'Incidenza, Hattusas S.r.l., 14 luglio 2026) è espressamente qualificato come Fase II – Valutazione Appropriata. Occorre quindi valutarne completezza e adeguatezza e richiedere le integrazioni necessarie, senza riproporre il passaggio da screening a Valutazione Appropriata. La verifica dell'autorità competente dovrà concentrarsi sulla capacità delle informazioni disponibili di escludere pregiudizi all'integrità dei siti, tenendo conto dell'impronta GIS completa, delle specie e dei periodi biologicamente rilevanti, della fauna ipogea e dei chiroterteri, nonché degli effetti della viabilità nel post-operam. Le informazioni determinanti per tale giudizio dovranno essere acquisite prima della valutazione conclusiva; al monitoraggio successivo potranno essere rinviati soltanto dettagli che non ne condizionino l'esito.

La componente biodiversità e lo Studio di Incidenza risultano complessivamente sviluppati e supportati da campagne di campo dedicate. Gli elementi favorevoli sono rappresentati dal riutilizzo di infrastrutture storiche, dall'assenza di nuove grandi opere lineari, dalla quantificazione delle superfici interferite per habitat, dalla presenza di rilievi floristici e faunistici, dall'avvio di indagini specifiche sulla chiroterterofauna e da un PMA che prevede il proseguimento del monitoraggio nelle diverse fasi del progetto.

Le principali incertezze residue non richiedono una nuova VInCA da zero, ma integrazioni mirate. La prima riguarda la necessità di dimostrare con un'unica sovrapposizione GIS che le superfici di habitat utilizzate nei calcoli comprendano tutte le opere e le aree accessorie, distinguendo occupazioni temporanee e permanenti. La seconda riguarda il completamento, nella fase temporalmente necessaria al giudizio di incidenza per i dati determinanti e, per i soli dettagli esecutivi rinviabili, prima dell'uso operativo delle gallerie interessate, delle verifiche su chiroterteri e fauna ipogea. La terza riguarda la necessità di leggere la strada come configurazione durevole del post-operam, coordinando valutazione ecologica, fruizione e manutenzione futura.

L'eventuale estensione dell'area di influenza ai recettori più a valle, compreso il Bosco dei Bordighi segnalato dalla Comunità Montana, deve essere motivata con riferimento ai percorsi idrologici, idrogeologici ed ecologici plausibili e agli obiettivi di conservazione dei siti; la sola appartenenza al bacino non dimostra un'incidenza. La segnalazione del Parco relativa a un'ulteriore istanza denominata «Cima Soliva» richiede, prima di qualunque conclusione sugli effetti cumulativi, l'acquisizione degli atti ufficiali, dei perimetri e delle eventuali interferenze temporali e funzionali.

Nel sistema di classificazione adottato nella presente relazione, la componente è pertanto valutata come parzialmente adeguata. La priorità è P1 per la verifica dell'impronta progettuale rispetto agli habitat e per il completamento delle verifiche ipogee/chiropterologiche nei settori interessati dalle attività; gli approfondimenti relativi a stagionalità, gestione adattativa e monitoraggio post-operam assumono priorità P2, salvo che i nuovi rilievi evidenzino elementi di particolare sensibilità.

In termini operativi, le integrazioni da richiedere possono essere concentrate su:

- sovrapposizione GIS definitiva tra tutte le opere/aree di progetto e la cartografia aggiornata degli habitat, con quantificazione distinta delle superfici temporanee e permanenti - P1;
- completamento, prima dell'accesso operativo, delle verifiche su chiroterofauna e fauna ipogea nei portali e nei tratti di galleria effettivamente interessati - P1;
- verifica stagionale di eventuali microzone umide e stazioni floristiche di pregio nelle aree di intervento puntuale - P2;
- definizione di soglie o condizioni gestionali che colleghino gli esiti del monitoraggio a misure adattative concrete - P2;
- coordinamento tra configurazione permanente della viabilità, fruizione post-operam, manutenzione e monitoraggio naturalistico - P1/P2.

La valutazione naturalistica risulta quindi sostanzialmente strutturata: il punto da consolidare non è la ricostruzione generale del valore ecologico della Val Vedello, già documentato, ma la corrispondenza tra tale quadro e l'impronta operativa effettiva del progetto, con particolare attenzione agli habitat direttamente interessati e agli ambienti ipogei prima della loro riattivazione.

12. Acque di processo, materiali e gestione dei rifiuti

12.1 Inquadramento generale

La gestione delle acque di perforazione, dei materiali estratti e dei residui prodotti costituisce uno degli elementi tecnicamente più rilevanti del progetto, in quanto mette in relazione il processo di carotaggio con la protezione delle matrici ambientali, la radioprotezione e la configurazione post-operam del sito.

Il progetto adotta come principio generale un circuito chiuso delle acque di perforazione, associato a un trattamento in tre stadi finalizzato alla separazione dei solidi, alla rimozione delle frazioni colloidali e alla riduzione dei radionuclidi e degli elementi disciolti. Le perforazioni saranno eseguite mediante due carotatrici operanti in parallelo e la documentazione indica espressamente l'utilizzo di sola acqua come fluido di perforazione, senza additivi. La portata complessiva di progetto del sistema di trattamento è indicata in 400 L/min, equivalenti a 24 m³/h.

L'impostazione generale appare tecnicamente coerente con l'obiettivo di ridurre sia il consumo di acqua fresca sia la produzione di scarichi. Tuttavia, la documentazione presenta ancora alcuni aspetti non

completamente definiti, in particolare riguardo alla provenienza dell'acqua di reintegro, al bilancio quantitativo dell'intero circuito, alla gestione del concentrato dell'osmosi inversa e soprattutto alla destinazione finale dei residui potenzialmente classificabili come NORM.

12.2 Produzione di carote e detriti di perforazione

Il programma prevede complessivamente circa 21.340 m di perforazioni distribuiti nelle tre fasi operative del permesso. Utilizzando il diametro NQ indicato dal proponente, il Piano di Gestione dei Rifiuti stima un volume complessivo scavato di circa 96,05 m³, suddiviso tra circa 37,96 m³ di carote e 59,75 m³ di detriti di perforazione.

Questa distinzione è importante perché le due frazioni seguono percorsi gestionali differenti.

Le carote rappresentano innanzitutto il prodotto conoscitivo della ricerca mineraria: vengono catalogate, sottoposte a logging, caratterizzazione e analisi geochimiche e, per la quota mantenuta a disposizione, conservate come campioni geologici.

I detriti di perforazione costituiscono invece il principale flusso solido da separare dalle acque di ritorno e successivamente caratterizzare ai fini della loro gestione.

La documentazione stima inoltre fino a circa 50 m³ di roccia incassante derivante dalle operazioni di disaggio e messa in sicurezza delle gallerie, per la quale è previsto il reimpiego nella manutenzione dei fondi delle gallerie esistenti.

12.3 Approvvigionamento dell'acqua

Il bilancio idrico complessivo deve includere anche i servizi igienici e gli eventuali reflui civili del campo base. Occorre specificare numero e tipologia dei servizi, utenti di progetto, modalità di raccolta delle acque nere e grigie, capacità di stoccaggio, frequenza e soggetto incaricato dello svuotamento, destinazione finale e assenza o eventuale presenza di scarichi nell'ambiente.

Il Programma dei lavori presenta due possibili modalità di approvvigionamento. La prima ipotesi prevede un rifornimento mediante autobotte con cadenza settimanale e successivo stoccaggio in cisterna. La seconda, presentata come alternativa da sottoporre alla valutazione degli enti competenti, prevede l'utilizzo delle acque già presenti nel sistema minerario e intercettate dalle gallerie. Le due configurazioni hanno implicazioni differenti.

L'approvvigionamento esterno rende più semplice la definizione della qualità dell'acqua iniziale, ma introduce traffico aggiuntivo sulla viabilità di accesso. L'utilizzo delle acque di miniera ridurrebbe invece la dipendenza dalle autobotti e comporterebbe contemporaneamente il trattamento di una matrice che, come illustrato nei Capitoli 8 e 9, può presentare Uranio, Arsenico e radionuclidi naturali.

La documentazione non sembra quindi individuare ancora in modo definitivo quale configurazione costituisca lo scenario progettuale di riferimento. Questo aspetto deve essere chiarito perché incide direttamente sul bilancio idrico, sul carico in ingresso all'impianto e sulla produzione di residui concentrati.

12.4 Configurazione del circuito chiuso

La logica del circuito proposta è chiaramente descritta. Le acque di ritorno dalle perforazioni, eventualmente integrate dalle acque provenienti dalle rigole di drenaggio minerario, confluiscono a monte del sistema di trattamento; dopo i tre stadi di depurazione, l'acqua trattata viene accumulata nel serbatoio di acqua pulita e nuovamente inviata alle perforatrici. Le perdite fisiologiche vengono compensate mediante acqua di reintegro.

Il SIA riconosce inoltre la possibilità di perdite limitate verso il sistema di fratture dell'ammasso roccioso, prevedendo che esse vengano compensate attraverso la scorta idrica presente nella cisterna.

Questa configurazione rappresenta uno degli elementi positivi del progetto, poiché riduce la necessità di rinnovo continuo dell'acqua e limita il trasferimento all'esterno di liquidi entrati a contatto con la roccia mineralizzata.

Il concetto di "circuito chiuso" non deve però essere interpretato come assenza assoluta di flussi in entrata e in uscita. Il sistema presenta necessariamente reintegri, perdite, rimozione di fanghi, microfanghi e concentrato RO e, alla conclusione delle attività, una quantità residua di acqua da classificare e gestire.

12.5 Capacità idraulica del sistema

La portata nominale dell'impianto di trattamento è indicata in 24 m³/h. Per ciascuna perforatrice sono riportate portate ordinarie di circa 5-8 m³/h, con picchi fino a 10 m³/h. Anche ipotizzando due perforatrici contemporaneamente al valore massimo indicato, il flusso sarebbe quindi dell'ordine di 20 m³/h, inferiore alla capacità nominale del trattamento. Il trasferimento dell'acqua alle postazioni è affidato a due pompe Triplex 200, ciascuna da 3 L/s, corrispondenti complessivamente a circa 21,6 m³/h. In termini nominali, quindi, le grandezze risultano tra loro abbastanza coerenti.

Rimane però da verificare il comportamento del sistema nelle condizioni effettive di esercizio, considerando eventuali picchi simultanei, ricircoli interni, lavaggi delle membrane, produzione di concentrato e indisponibilità temporanee di una linea. La semplice capacità nominale non sostituisce pertanto un bilancio idraulico completo.

12.6 Primo stadio: separazione dei solidi

Il primo stadio è costituito da un decanter centrifugo industriale progettato per separare la frazione solida grossolana e media prodotta dal carotaggio. La documentazione attribuisce al sistema una capacità di rimozione del 95-98% dei solidi, con produzione di una torta di fango palabile e con una concentrazione residua di solidi sospesi nell'acqua in uscita indicativamente superiore a 100 ppm. La funzione del decanter è quindi duplice: proteggere gli stadi successivi e ridurre il volume del rifiuto attraverso la disidratazione.

Dal punto di vista gestionale, questo è anche il punto nel quale viene generato il principale flusso solido da sottoporre a caratterizzazione radiologica.

12.7 Secondo stadio: filtrazione spinta

Il secondo stadio ha lo scopo di eliminare le frazioni fini e colloidali sfuggite al decanter. La documentazione non è però perfettamente uniforme nella definizione della tecnologia.

Il Programma dei lavori e il SIA fanno prevalentemente riferimento a ultrafiltrazione a membrane, talvolta definita come MBR, con porosità fino a circa 0,01 μm . Il Piano di Gestione dei Rifiuti utilizza invece la formulazione "Ultrafiltrazione o Nanofiltrazione (UF/NF)", attribuendo allo stadio anche una parziale rimozione degli ioni bivalenti. La differenza non è meramente terminologica, perché UF e NF hanno caratteristiche di separazione e produzioni di concentrato differenti.

Ai fini del progetto definitivo sarebbe quindi opportuno specificare la tecnologia effettivamente prevista, le caratteristiche delle membrane, il recupero idrico e la gestione del relativo retentato.

12.8 Terzo stadio: osmosi inversa

Il terzo stadio è costituito dall'osmosi inversa. Secondo la documentazione, l'RO è destinata a rimuovere ioni disciolti, metalli e radionuclidi naturali, con un obiettivo dichiarato di rimozione superiore al 99%. L'introduzione di questo stadio appare coerente con il contesto minerario, nel quale l'acqua può entrare in contatto con mineralizzazioni uranifere. L'osmosi inversa non elimina tuttavia i contaminanti: li trasferisce dal permeato a un flusso concentrato.

La documentazione riconosce correttamente questo aspetto e identifica il concentrato RO come rifiuto liquido concentrato, specificando però che il relativo codice rimane "da definire". Questo flusso costituisce pertanto un elemento ancora da sviluppare.

12.9 Necessità di un bilancio integrato delle acque

Il principale elemento tecnico da consolidare è il bilancio idrico complessivo del processo.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La documentazione descrive adeguatamente il percorso qualitativo dell'acqua, ma non permette ancora di ricostruire in maniera immediata, per ciascuna condizione operativa:

acqua iniziale + reintegro + eventuale acqua di miniera → perforazione → ritorno → separazione solidi → UF/NF → RO → permeato riciclato + fanghi + retentati + concentrato + perdite.

Per chiudere il bilancio sarebbe necessario indicare almeno i volumi iniziali di riempimento, i quantitativi medi di reintegro, il recupero percentuale dei singoli stadi, le perdite previste nel foro, i volumi trattenuti nei fanghi, il retentato della filtrazione, il concentrato RO e il volume residuo al termine delle campagne.

Questa informazione è importante non soltanto per dimensionare correttamente l'impianto, ma anche per quantificare i rifiuti liquidi e solidi effettivamente prodotti. Il tema corrisponde pertanto a una richiesta istruttoria P1.

12.10 Scarico zero e possibilità di scarico

In alcuni passaggi il SIA descrive la configurazione come un sistema che consentirebbe il riutilizzo dell'acqua e l'"azzeramento degli scarichi in ambiente". In altri punti, tuttavia, la documentazione precisa che le acque, "se scaricate", dovranno rispettare i relativi requisiti qualitativi. Le due affermazioni possono essere compatibili se lo scarico viene previsto esclusivamente come situazione eventuale o straordinaria, ma la configurazione progettuale dovrebbe renderlo esplicito.

Occorre quindi chiarire se il progetto sia effettivamente concepito come zero liquid discharge durante l'esercizio ordinario, oppure se sia previsto anche uno scarico autorizzato in determinate condizioni. Analogamente, devono essere definite le modalità di gestione dell'acqua residua alla chiusura del circuito.

12.11 Monitoraggio delle acque di processo

Il monitoraggio dell'impianto dovrà essere configurato come controllo prestazionale, distinguendo autocontrollo dell'operatore, verifiche di qualità del dato e eventuali controlli indipendenti stabiliti dall'autorità. Dovranno essere definiti parametri e punti di misura in ingresso/uscita, bilanci di massa, criteri di accettazione, manutenzione e sostituzione delle membrane, nonché azioni da attuare in caso di perdita di efficienza. Non è necessario assumere ex ante una frequenza fissa di controllo da parte di ARPA, ma il regime dovrà risultare formalizzato e verificabile.

Il sistema prevede un monitoraggio continuo delle portate in ingresso e uscita e controlli analitici con frequenze differenziate. Sono indicati controlli giornalieri per solidi sospesi, pH e conducibilità; controlli settimanali per attività alfa e beta totale; controlli mensili per radionuclidi specifici quali Uranio, Torio e Radio. L'impostazione è positiva perché integra parametri di processo e parametri radiologici.

Per renderla pienamente efficace sarebbe opportuno collegare i risultati a soglie operative e azioni correttive: deviazione del permeato, sospensione del ricircolo, gestione del concentrato, sostituzione delle membrane o caratterizzazione straordinaria dovrebbero essere associate a criteri espliciti.

12.12 Obiettivi radiometrici dell'acqua trattata

La documentazione riporta per l'attività alfa totale un valore di riferimento pari a 0,1 Bq/L, ma contemporaneamente indica come "obiettivo di progetto" un valore inferiore a 0,25 Bq/L. Per l'attività beta totale viene invece riportato, in una tabella progettuale, un riferimento di 1 Bq/L e un obiettivo di progetto inferiore a 0,5 Bq/L. Tali valori devono essere distinti dai livelli di screening previsti dall'Allegato III del D.Lgs. 28/2016 per le acque destinate al consumo umano, pari rispettivamente a 0,1 Bq/L per l'attività alfa totale e 0,5 Bq/L per l'attività beta totale.

Il rapporto tra i valori riportati negli elaborati progettuali e i livelli di screening normativi richiede quindi chiarimento sia per l'attività alfa totale sia per l'attività beta totale. In particolare, il valore di 1 Bq/L riportato per la beta totale non coincide con il livello di screening di 0,5 Bq/L stabilito dal D.Lgs. 28/2016 e deve essere ricondotto alla propria fonte e funzione tecnica.

Come già evidenziato nei Capitoli 8 e 9, i livelli di screening di 0,1 Bq/L per l'alfa totale e 0,5 Bq/L per la beta totale appartengono al quadro di controllo radiologico delle acque destinate al consumo umano e non devono essere automaticamente trasformati in limiti di scarico applicabili alle acque di processo minerario. Il loro eventuale impiego nel progetto come criteri gestionali o cautelativi deve pertanto essere esplicitato come tale.

Rimane inoltre necessario spiegare perché il progetto indichi contemporaneamente, per l'alfa totale, 0,1 Bq/L come riferimento e 0,25 Bq/L come obiettivo operativo, e, per la beta totale, 1 Bq/L come riferimento e <0,5 Bq/L come obiettivo. Per ciascun valore dovrebbero essere specificati fonte, natura del criterio, matrice di applicazione e azione gestionale associata.

12.13 Quantificazione dei fanghi e coerenza dei calcoli

Il Piano di Gestione dei Rifiuti parte da circa 59,75 m³ di detrito geometrico e applica coefficienti correttivi per tenere conto dell'espansione del materiale e dell'acqua residua nel fango.

Viene stimato un incremento del 40% per l'espansione e un ulteriore incremento del 20% per la frazione idrica trattenuta, ottenendo un volume finale dichiarato di circa 100,38 m³ di scarto palabile.

Il valore finale è coerente con l'applicazione sequenziale dei due coefficienti:

$$59,75 \times 1,40 \times 1,20 \approx 100,4 \text{ m}^3.$$

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Nel documento, però, la formula intermedia viene riportata come " $59,75 \times 1,2 = 100,38 \text{ m}^3$ ", che costituisce evidentemente un errore di trascrizione o di rappresentazione del calcolo. Analoga ambiguità compare nel calcolo giornaliero. Si tratta di un problema di tracciabilità del calcolo, non necessariamente di errore nella stima finale, ma sarebbe opportuno correggerlo nel documento definitivo.

12.14 Carote e loro destino nel tempo

Le carote estratte non vengono inizialmente considerate rifiuti, ma campioni geologici funzionali alla caratterizzazione del giacimento.

Il Piano stima circa 5.335 cassette catalogatrici e circa 150 pallet per lo stoccaggio dei campioni conservati, con collocazione prevista in traversi esistenti delle gallerie.

La documentazione integrativa considera tuttavia che una quota delle carote possa, al termine del ciclo analitico, perdere la propria funzione conoscitiva e diventare rifiuto estrattivo, stimandola in circa $12-19 \text{ m}^3$.

È quindi opportuno che il piano finale distingua chiaramente:

carota conservata come campione → carota inviata a laboratorio → carota restituita → carota definitivamente archiviata → quota eventualmente dichiarata rifiuto.

Questa tracciabilità è particolarmente importante in presenza di materiale mineralizzato.

12.15 Caratterizzazione radiologica dei residui

Il Piano prevede che i fanghi e i detriti vengano sottoposti a caratterizzazione radiologica prima della definizione della loro gestione. Sono previsti controlli su U-238, Ra-226, Th-232 e K-40 mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione, con eventuali approfondimenti mediante tecniche alfa o scintillazione liquida in caso di disequilibrio delle catene naturali.

L'impostazione appare adeguata perché riconosce che la gestione non può essere stabilita unicamente sulla base dell'origine del materiale, ma deve dipendere dalla sua effettiva caratterizzazione. È inoltre previsto il controllo di ciascun lotto o contenitore e la validazione da parte dell'Esperto di Radioprotezione.

12.16 Stoccaggio temporaneo

Per i detriti disidratati e i microfanghi viene previsto uno stoccaggio temporaneo in galleria mediante Big-Bag con liner interno, collocati su pallet all'interno di aree delimitate e con fondo impermeabilizzato

mediante HDPE. Sono inoltre previsti segnaletica radioprotezionistica, registrazione dei contenitori e monitoraggio.

La configurazione descritta costituisce una misura di contenimento strutturata e appare adeguatamente sviluppata per la fase temporanea. Resta però necessario verificare che l'area scelta sia compatibile con il drenaggio delle gallerie e che eventuali perdite non possano essere intercettate direttamente dalle acque di miniera.

12.17 Destinazione finale dei residui NORM

La classificazione radiologica dei residui deve essere collegata a una sequenza gestionale e finanziaria predefinita: caratterizzazione → classificazione → scenario di gestione → eventuale adeguamento della garanzia → deposito/smaltimento → verifica di chiusura. L'eventuale applicazione di regimi semplificati o esenzioni non dovrebbe essere trattata come presupposto immutabile qualora la caratterizzazione in corso d'opera determini un diverso regime giuridico o gestionale.

Questo rappresenta il principale punto aperto dell'intero capitolo.

Il Piano di Gestione dei Rifiuti afferma espressamente che il destino finale potrà essere definito tra tre possibilità:

- riposizionamento in rami dedicati della miniera;
- area dedicata e autorizzata;
- impianto terzo specializzato, anche estero.

La stessa documentazione precisa che, nel caso di permanenza definitiva in galleria, sarà necessario configurare una soluzione di deposito definitivo con requisiti specifici di isolamento e sicurezza radiologica.

In altri elaborati, però, la soluzione in sotterraneo viene descritta in termini molto più definitivi. Il SIA afferma che i materiali verranno trattati per lo stoccaggio definitivo in galleria, mentre la Nota integrativa indica il 100% dei rifiuti stoccato e ricollocato in ipogeo. La scelta tra ricollocazione permanente in galleria e conferimento a un impianto esterno modifica:

- configurazione del progetto;
- opere necessarie;
- caratteristiche del sito di deposito;
- monitoraggio post-operam;
- responsabilità a lungo termine;
- quantitativi trasportati all'esterno;
- garanzie finanziarie necessarie.

La destinazione finale dei residui deve pertanto essere definita prima della chiusura della valutazione progettuale, o quantomeno devono essere chiaramente individuati gli scenari autorizzativi e le condizioni che determinano il passaggio dall'uno all'altro.

La priorità è P1.

12.18 Concentrato dell'osmosi inversa

La gestione del concentrato RO merita una trattazione distinta. Il Programma dei lavori lo identifica come rifiuto liquido concentrato, con codice ancora da definire. Non risulta però immediatamente ricostruibile il quantitativo atteso, la concentrazione prevista di radionuclidi e metalli, il sistema di accumulo, l'eventuale ricircolo o il percorso di smaltimento.

Poiché l'osmosi inversa trasferisce proprio in questo flusso la maggior parte degli ioni rimossi, il concentrato rappresenta potenzialmente una delle frazioni a maggiore concentrazione specifica dell'intero processo. Il bilancio di massa deve quindi includerlo esplicitamente.

Anche questo aspetto deve essere considerato P1.

12.19 Uso di additivi e coerenza documentale

Il Programma dei lavori specifica in modo esplicito: "Fluido di perforazione: SOLA ACQUA (senza additivi)". Il Piano di Gestione dei Rifiuti, nella stima del volume finale dei fanghi, fa però riferimento a una quota di acqua e "additivi (polimeri)" trattenuta nel residuo.

Le due affermazioni possono essere conciliabili qualora i polimeri siano utilizzati esclusivamente nel trattamento delle acque e non come additivi del fluido di perforazione, ma questa distinzione non emerge con sufficiente chiarezza.

È pertanto necessario indicare espressamente:

- se sono previsti prodotti chimici nel circuito;
- in quale stadio vengono utilizzati;
- quantità e funzione;
- destino nel fango, nel permeato o nel concentrato;
- eventuale rilevanza per la classificazione dei residui.

Il punto deve essere inserito nel registro di coerenza e tracciabilità.

12.20 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Bilancio complessivo delle acque	Flussi e destinazioni da quantificare	P1

Circuito chiuso ed eventuale scarico	Configurazione da rendere univoca	P1
Fanghi, concentrati e residui NORM	Scenari definitivi e destinazioni da stabilire	P1
Tecnologia UF/NF e altre variabili	Flussi secondari e sostanze impiegate da specificare	P2/P1

L'impostazione tecnica del sistema di gestione delle acque e dei residui presenta diversi elementi positivi. Il ricircolo dell'acqua, la separazione progressiva dei contaminanti, la presenza dell'osmosi inversa, la caratterizzazione radiologica dei residui, lo stoccaggio temporaneo in aree impermeabilizzate e il monitoraggio delle portate e della qualità costituiscono un sistema complessivamente articolato. La capacità nominale dell'impianto appare inoltre coerente con le portate indicate per le due perforatrici.

Il principale limite non riguarda quindi l'assenza di una strategia di gestione, ma il fatto che alcune scelte fondamentali siano ancora presentate come alternative e che non sia disponibile un bilancio complessivo che permetta di seguire quantitativamente acqua e contaminanti dall'ingresso fino al loro destino finale.

Nel completamento del bilancio dovranno essere tenuti distinti i drenaggi storici di galleria, le acque di perforazione e trattamento, i reflui dei servizi igienici e le acque meteoriche dei piazzali, individuando per ciascuna corrente origine, portata, gestione e possibile recapito in condizioni ordinarie e anomale. La presenza di un drenaggio minerario preesistente non consente, da sola, di assimilarlo a uno scarico industriale del nuovo progetto, la cui qualificazione dovrà essere verificata in relazione alle effettive modalità di utilizzo e gestione.

Ai fini istruttori risultano pertanto prioritari:

- bilancio integrato di massa e delle acque, comprendente reintegri, perdite, recuperi, concentrati e volumi finali – P1;
- definizione dello scenario definitivo di approvvigionamento idrico – P1;
- chiarimento tra circuito a scarico zero ed eventuale possibilità di scarico – P1;
- definizione e quantificazione del concentrato dell'osmosi inversa e del relativo percorso gestionale – P1;
- definizione della destinazione finale dei fanghi e dei residui NORM, armonizzando PGR, SIA e Nota integrativa – P1;
- specificazione della tecnologia effettiva del secondo stadio UF/NF e dei relativi flussi di retentato – P2/P1;
- chiarimento sull'effettivo utilizzo di additivi o polimeri e sulla loro funzione – P2;
- correzione e riconciliazione dei calcoli volumetrici dei fanghi – P2;
- definizione del destino delle carote che perdono la funzione di campione geologico – P2.

Nel sistema di classificazione adottato nella presente relazione, la componente può quindi essere considerata parzialmente adeguata, con priorità P1 soprattutto per la chiusura del bilancio di processo e per la definizione della gestione finale dei residui.



Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominat
Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il progetto presenta un sistema di trattamento e ricircolo delle acque tecnicamente articolato e impostato secondo una logica di contenimento dei contaminanti; la valutazione non può però considerarsi completamente chiusa finché non vengono definiti quantitativamente tutti i flussi di processo e, soprattutto, il destino finale delle frazioni concentrate e dei residui NORM prodotti durante la campagna di perforazione.

13. Monitoraggio ambientale, recupero e configurazione post-operam

13.1 Inquadramento generale

La fase di monitoraggio e di recupero ambientale rappresenta il punto nel quale le diverse componenti analizzate nei capitoli precedenti devono essere ricondotte a un sistema unitario di verifica. Non è infatti sufficiente che ciascuna matrice ambientale disponga di un proprio programma di controllo: ai fini della chiusura delle attività occorre dimostrare che le condizioni finali del sito siano note, stabili e coerenti con quanto previsto dal progetto e che le opere destinate a permanere dispongano di un regime gestionale definito.

Il proponente ha predisposto un Piano di Monitoraggio Ambientale articolato nelle fasi Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam, cui si affiancano le previsioni di recupero contenute nel SIA, nel Programma dei Lavori, nella VInCA e negli elaborati relativi alla strada. Il monitoraggio riguarda biodiversità, atmosfera, rumore, acque superficiali e sotterranee e radiazioni ionizzanti, con differenti frequenze e metodiche in relazione alla matrice considerata.

L'impostazione generale è quindi strutturata e coerente con la necessità di seguire l'evoluzione del sito nel tempo. Il principale elemento da consolidare riguarda però il passaggio da un monitoraggio definito essenzialmente in termini di durata e frequenza a un sistema di criteri prestazionali di chiusura, attraverso i quali stabilire quando una componente possa essere effettivamente considerata stabilizzata e quando gli obblighi di controllo possano essere conclusi.

13.2 Articolazione temporale del monitoraggio

Il SIA distingue chiaramente le tre fasi del monitoraggio. In ante-operam sono previste la caratterizzazione preventiva delle acque, campagne atmosferiche stagionali, rilievi sulla biodiversità e monitoraggi acustici. In corso d'opera sono previsti il proseguimento del controllo stagionale delle acque, il monitoraggio delle acque di perforazione, due campagne annuali per la qualità dell'aria e per il rumore e la prosecuzione delle attività sulla biodiversità. Nel post-operam il SIA prevede il controllo stagionale delle acque, due campagne annuali per atmosfera e rumore e la prosecuzione delle verifiche quali-quantitative sulle comunità floristiche e faunistiche.

Questa struttura consente teoricamente di utilizzare l'ante-operam come riferimento e di verificare successivamente l'eventuale comparsa, persistenza o reversibilità degli effetti associati al progetto.

Il valore del sistema dipenderà tuttavia dalla effettiva comparabilità dei dati tra le diverse fasi. Per questo motivo, ove possibile, dovrebbero essere mantenuti costanti punti di monitoraggio, metodiche analitiche, periodi stagionali e modalità di elaborazione.

13.3 Monitoraggio della biodiversità

Il PMA dedica una parte significativa al monitoraggio della componente biologica, prevedendo attività relative a vegetazione, specie invasive, biocenosi acquatiche, anfibi, rettili, avifauna, mammiferi, chiroterti, lepidotteri, macroinvertebrati del suolo e invertebrati ipogei.

Per la vegetazione sono previste campagne fitosociologiche estive e di fine estate-inizio autunno, oltre a verifiche sulla presenza di specie invasive nel periodo compreso tra maggio e ottobre. Il PMA specifica inoltre che i siti di monitoraggio potranno essere aggiornati in funzione delle modalità operative effettivamente adottate e dei risultati intermedi ottenuti.

L'approccio adattativo costituisce un elemento positivo, soprattutto considerando che la configurazione definitiva delle aree interessate dal cantiere e dalla viabilità potrà determinare la necessità di concentrare i controlli in settori specifici.

Come evidenziato nel Capitolo 11, sarebbe però opportuno che l'adattamento del monitoraggio fosse accompagnato da veri trigger gestionali, in modo che il rilievo di una specie sensibile o di un'alterazione inattesa determini una risposta operativa definita.

13.4 Biocenosi acquatiche

Il PMA non limita il controllo della componente idrica ai soli parametri chimico-fisici, ma include anche gli elementi biologici utilizzabili per valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua.

Sono considerati macroinvertebrati bentonici, diatomee, macrofite e fauna ittica, con due campagne annuali previste rispettivamente in estate e autunno. Le stazioni individuate comprendono punti a monte e a valle dello scarico minerario esistente.

Questo aspetto è particolarmente utile perché consente di affiancare alla misura delle concentrazioni chimiche una verifica degli eventuali effetti sulla componente biologica.

Nel post-operam, il confronto con la baseline potrà quindi utilizzare sia indicatori chimici sia indicatori ecologici, evitando che la valutazione della stabilità del sistema idrico dipenda esclusivamente da singoli parametri analitici.

13.5 Acque superficiali e sotterranee

Il programma dovrebbe comprendere anche il mantenimento dell'Uranio nel set analitico delle captazioni idropotabili significative già indagate con SECAM, con particolare attenzione alle sorgenti potenzialmente connesse al sistema idrogeologico minerario. Il riferimento di 30 µg/L utilizzato nei rapporti SECAM riguarda le acque destinate al consumo umano e deve rimanere distinto dalle CSC delle acque sotterranee.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La non conformità per Arsenico rilevata il 16 giugno 2026 presso la Sorgente San Bartolomeo Inferiore (12,8 µg/L rispetto al valore di parametro di 10 µg/L) richiede un chiarimento specifico sul ruolo della sorgente nella rete, sugli eventuali trattamenti o miscelazioni e sui controlli successivi, senza attribuire automaticamente tale dato al progetto minerario.

Il PMA prevede che il monitoraggio delle acque prosegua in tutte le fasi progettuali, con l'obiettivo di mantenere un controllo continuativo sulle condizioni qualitative e quantitative della risorsa. La documentazione prevede inoltre l'utilizzo dei dati per la costruzione e l'aggiornamento di un modello idrogeologico concettuale. Nel post-operam il SIA indica verifiche stagionali della qualità delle acque nei punti di monitoraggio. Per questa componente, la semplice durata del monitoraggio non appare però sufficiente come criterio di chiusura.

Considerata la presenza di anomalie pregresse di Uranio e Arsenico e la variabilità delle acque di drenaggio minerario, la valutazione dovrà distinguere tra:

variabilità naturale o storicamente consolidata → eventuale variazione indotta dal progetto → stabilizzazione successiva alla chiusura.

Il riferimento principale dovrà quindi rimanere la baseline ante-operam 2024-2026, integrata dalla conoscenza storica ove metodologicamente confrontabile.

Nel caso del Torrente Venina la connettività superficiale attraverso Vedello e Lago di Scais va riconosciuta già in sede di disegno della rete, distinguendola dalle non dimostrate connessioni sotterranee dirette. Il PMA dovrà ricostruire derivazioni, restituzioni, portate e recettori, incluse le captazioni e il Centro Ittiogenico indicati da Faedo, e motivare scelta o esclusione di punti sentinella a valle di Scais e in prossimità dei recettori. I punti ritenuti necessari dovranno essere monitorati sin dall'ante-operam con modalità confrontabili in corso d'opera e post-operam, prevedendo allerta e comunicazioni tempestive agli enti interessati per anomalie pertinenti.

13.6 Monitoraggio radiologico post-operam

La componente radiologica è quella per la quale il PMA formula in maniera più esplicita un obiettivo di chiusura.

Il documento indica infatti che il post-operam deve servire a confermare la chiusura in sicurezza del sito, dimostrando l'invarianza radiologica rispetto all'ante-operam e l'assenza di contaminazioni residue riconducibili a fanghi o residui di sondaggio nelle aree di cantiere e di stoccaggio.

Sono previsti controlli trimestrali di Radon mediante CR-39 nelle diverse fasi, controlli trimestrali su alfa/beta totale e Uranio nelle acque e campagne mirate di spettrometria gamma e Radon nel suolo in ante e post-operam.

Nella sezione radiologica il PMA stabilisce inoltre che il monitoraggio post-operam prosegua per un periodo minimo di 12 mesi dalla cessazione delle attività.

La previsione di una durata minima è positiva, ma deve essere interpretata come periodo minimo di osservazione e non automaticamente come criterio sufficiente per la conclusione del monitoraggio.

13.7 Durata temporale e criteri di uscita

Per il sistema di trattamento delle acque i criteri di uscita e di gestione dovrebbero essere accompagnati da un protocollo prestazionale che documenti efficienza, manutenzione e gestione delle deviazioni durante l'intero esercizio, in modo da non assumere costante nel tempo l'efficienza nominale dichiarata per membrane e osmosi inversa. Il punto metodologico principale riguarda proprio il significato del periodo post-operam.

Una durata predeterminata, ad esempio 12 mesi, garantisce che il sito venga osservato almeno per un ciclo stagionale completo. Non garantisce però, da sola, che al termine di tale periodo tutte le componenti risultino effettivamente stabilizzate.

Dal punto di vista tecnico appare preferibile adottare una logica del tipo:

***durata minima + verifica di criteri prestazionali → eventuale chiusura del
monitoraggio.***

Qualora i criteri non risultassero soddisfatti, il controllo dovrebbe proseguire fino alla dimostrazione della stabilizzazione.

Questa impostazione appare particolarmente importante per acque, radioattività, vegetazione ripristinata e opere di regimazione idraulica, per le quali un singolo anno può non essere sufficiente a intercettare tutta la variabilità del sistema.

13.8 Possibili criteri prestazionali di chiusura

La documentazione contiene già alcuni principi utili - in particolare l'invarianza radiologica rispetto all'ante-operam - ma non sembra organizzare tali criteri in un quadro unitario valido per tutte le componenti. Ai fini istruttori sarebbe opportuno associare a ciascuna matrice un criterio di uscita.

- Acque: assenza di trend peggiorativi attribuibili al progetto e stabilità rispetto al campo di variabilità ante-operam.
- Radioattività: assenza di contaminazioni residue e condizioni coerenti con il riferimento ante-operam nelle aree interessate.
- Suolo e aree di stoccaggio: assenza di residui, fanghi o contaminazione riconducibile alle attività.
- Vegetazione: attecchimento e stabilizzazione delle superfici recuperate.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

- Biodiversità: assenza di effetti persistenti inattesi sulle componenti monitorate.
- Opere idrauliche e viabilità: funzionalità e stabilità dimostrate anche dopo almeno un ciclo stagionale significativo.
- Portali e gallerie utilizzate: completamento delle opere di messa in sicurezza e definizione della configurazione finale.

Questi criteri rappresenterebbero il collegamento tra PMA e chiusura effettiva del progetto.

13.9 Recupero del piazzale logistico

Il SIA e il Programma dei Lavori prevedono il riassetto e la riqualificazione complessiva del piazzale logistico a verde funzionale, da definire in accordo con l'Amministrazione locale e gli altri enti interessati. La scelta è coerente con il carattere prevalentemente temporaneo delle strutture installate sul piazzale, molte delle quali saranno prefabbricate e rimosse al termine delle attività. Il SIA prevede infatti la rimozione delle strutture temporanee, mentre le opere permanenti risultano più limitate. La formulazione "verde funzionale" rimane tuttavia ancora piuttosto generale.

Prima della chiusura progettuale sarebbe utile definire:

- configurazione finale del piazzale;
- eventuali superfici impermeabili che rimangono;
- modalità di gestione delle strutture storiche preesistenti;
- materiali utilizzati per il ripristino;
- obiettivi vegetazionali;
- criteri di verifica dell'attecchimento.

Il recupero del piazzale può pertanto essere considerato impostato ma ancora da completare sotto il profilo esecutivo.

13.10 Piazzole di sondaggio e tratti di galleria utilizzati

La documentazione prevede la sistemazione definitiva delle piazzole di sondaggio e la messa in sicurezza dei tratti di galleria interessati. Questo punto è importante perché delimita implicitamente l'obbligo progettuale alle porzioni effettivamente utilizzate dal nuovo programma di ricerca. Come già osservato nel Capitolo 7, non appare tecnicamente necessario attribuire al progetto la messa in sicurezza dell'intero reticolo storico di oltre 11 km, purché venga definito con precisione quali tratti siano stati accessibili, utilizzati, consolidati o modificati.

Nel post-operam dovrebbe quindi essere disponibile una mappa finale delle porzioni interessate, associata allo stato di ciascun tratto:

utilizzato → consolidato → interdetto → accessibile → definitivamente chiuso.

Questo documento sarebbe utile sia ai fini della sicurezza sia per delimitare con chiarezza gli obblighi residui derivanti dalle nuove attività.

13.11 Portali e configurazione finale degli accessi

Per i portali è prevista una sistemazione definitiva con mantenimento di cancelli di sicurezza a sbarre orizzontali, configurati in modo da favorire la circolazione dell'aria e consentire il possibile transito della chiroterofauna. Il Programma dei Lavori prevede inoltre che, una volta ultimati gli interventi di recupero degli imbocchi, vengano installati i cancelli e ripristinate le condizioni ambientali circostanti. La scelta appare coerente con l'esigenza di impedire accessi incontrollati mantenendo, ove compatibile, una funzione ecologica degli ingressi.

Rimane tuttavia necessario definire chi sarà responsabile, dopo la conclusione delle attività, di:

- controllo delle cancellate;
- eventuale manutenzione;
- gestione degli accessi;
- intervento in caso di danneggiamento o dissesto.

Il tema è quindi non soltanto tecnico, ma anche gestionale.

13.12 La strada come opera permanente

La strada costituisce l'elemento post-operam più rilevante perché, diversamente dalle strutture temporanee del campo base, non viene ripristinata alla configurazione di abbandono precedente al progetto.

La relazione generale del progetto stradale attribuisce infatti all'infrastruttura una doppia funzione: durante il progetto come pista di servizio e cantiere e successivamente come viabilità promiscua regolamentata, destinata anche alla fruizione pedonale e al transito di veicoli leggeri fuoristrada secondo le prescrizioni applicabili. Di conseguenza, per la strada non è appropriato parlare semplicemente di "ripristino ante-operam". La configurazione finale rappresenta una nuova condizione permanente del territorio, derivante dal recupero funzionale di un tracciato storico. Questa differenza deve essere mantenuta esplicita nella relazione finale.

13.13 Piano di manutenzione della viabilità

Per la strada è stato predisposto uno specifico Piano di Manutenzione che considera piattaforma stradale, opere di regimazione idraulica, opere di sostegno e pertinenze ambientali. Il piano prevede interventi ordinari con frequenze annuali o semestrali e controlli periodici di più lungo periodo. Sono previste, tra l'altro, pulizia dei tombotti, risagomatura delle cunette, manutenzione del piano viabile e verifiche delle opere di sostegno.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il piano contempla inoltre un protocollo ispettivo straordinario attivato a seguito di eventi meteorici intensi, fenomeni franosi, crolli o altri macro-dissesti, con ispezione del tracciato prima della riapertura al traffico. Sotto il profilo tecnico, la presenza di un piano pluriennale rappresenta un elemento positivo. Il nodo ancora aperto è chi debba assumerne l'attuazione una volta concluso il titolo minerario.

La questione manutentiva riguarda inoltre la viabilità comunale utilizzata per raggiungere la pista mineraria. Prima dell'avvio delle fasi logisticamente più intense appare opportuno predisporre un verbale o rilievo georeferenziato dello stato ante-operam dei tratti Monno-Vedello-Agneda e Agneda-Diga di Scais-Cornascio, con particolare attenzione alle criticità idrogeologiche, alle opere di sostegno e drenaggio e ai dissesti già presenti.

Gli obblighi relativi alla manutenzione straordinaria e al ripristino di eventuali danni direttamente imputabili al traffico di progetto dovrebbero essere definiti mediante specifico atto, convenzione o prescrizione autorizzativa, senza configurare un automatico trasferimento di costi al Comune. Tale impostazione appare più appropriata, sul piano istruttorio, rispetto a una generica richiesta di indennizzo non collegata a danni o obblighi puntualmente accertati.

13.14 Responsabilità manutentiva post-operam

La documentazione descrive in modo sufficientemente dettagliato che cosa dovrà essere manutentato, ma risulta meno chiara sul soggetto responsabile dopo la conclusione del progetto.

Questo aspetto è particolarmente rilevante perché la strada è destinata a permanere e il Piano di Manutenzione prevede interventi anche a distanza di cinque anni.

Il precedente assenso del Comune del 27 febbraio 2026, riferito esclusivamente alle attività preliminari di monitoraggio, ha espressamente precisato che il Comune non assumeva responsabilità per sicurezza, stabilità, ripristini o predisposizione dei luoghi e che le valutazioni tecniche e organizzative rimanevano a carico del soggetto operante.

Tale atto non disciplina il futuro permesso di ricerca, ma rende particolarmente importante evitare che la permanenza della strada venga implicitamente tradotta in una automatica assunzione di manutenzione da parte del Comune.

Il progetto dovrebbe quindi indicare espressamente:

***soggetto responsabile → durata dell'obbligo → standard manutentivo → modalità
dell'eventuale trasferimento o presa in carico.***

Questo punto corrisponde alla questione già individuata come RFC11 e mantiene priorità P1.

13.15 Recupero e gestione dei materiali residui

Per i residui soggetti a caratterizzazione radiologica, il quadro di chiusura dovrà includere le conseguenze economiche e autorizzative di una eventuale riclassificazione in corso d'opera, assicurando che la garanzia finanziaria resti congrua ed efficace anche qualora lo scenario gestionale finale risulti più oneroso di quello inizialmente previsto. La chiusura ambientale del sito dipende anche dalla rimozione o corretta sistemazione di tutti i materiali prodotti durante le attività.

Come discusso nel Capitolo 12, rimangono da definire in modo conclusivo il destino dei fanghi e dei residui NORM, il concentrato dell'osmosi inversa e l'eventuale quota di campioni geologici destinata a diventare rifiuto.

Questo aspetto incide direttamente sul post-operam. Non potrebbe infatti essere considerata conclusa la fase di recupero qualora rimanessero nel sito materiali temporaneamente stoccati senza una destinazione finale autorizzata e definita. Il criterio di chiusura dovrebbe pertanto includere un inventario finale dei materiali e rifiuti, con indicazione della relativa destinazione.

13.16 Aree di stoccaggio e verifica radiologica finale

Per le aree temporaneamente utilizzate per lo stoccaggio di fanghi o residui, il PMA prevede che il post-operam dimostri l'assenza di contaminazioni residue.

Questo principio dovrebbe essere tradotto in un vero protocollo di rilascio delle aree.

La verifica potrebbe comprendere:

***rimozione completa dei contenitori e delle infrastrutture temporanee → ispezione
del fondo impermeabile → controllo radiometrico → eventuale campionamento
mirato → confronto con ante-operam/aree di controllo → attestazione di chiusura.***

La stessa logica dovrebbe essere applicata alle aree in cui siano avvenute manipolazioni di carote mineralizzate o manutenzioni del sistema di trattamento.

13.17 Compensazioni ambientali

Il Programma dei Lavori presenta inoltre alcune ipotesi di compensazione ambientale, tra cui interventi finalizzati al miglioramento di habitat per Gallo cedrone e Fagiano di monte, da sviluppare ulteriormente in accordo con gli enti competenti.

Queste proposte devono essere mantenute concettualmente separate dalle misure di mitigazione e recupero.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il recupero delle aree direttamente interessate dal progetto costituisce infatti un obbligo funzionale alla corretta chiusura delle attività; eventuali compensazioni rappresentano invece misure ulteriori, finalizzate a produrre benefici ecologici aggiuntivi.

Le compensazioni non dovrebbero quindi sostituire la necessità di dimostrare l'effettivo ripristino o la stabilizzazione delle componenti direttamente interessate.

13.18 Verbale finale dello stato dei luoghi

Considerata la complessità del sito e la presenza di opere storiche preesistenti, appare particolarmente utile prevedere al termine delle attività una documentazione formalizzata dello stato finale dei luoghi.

Tale documento dovrebbe distinguere chiaramente:

- opere storiche preesistenti non interessate dal progetto;
- opere storiche utilizzate o modificate;
- nuove opere rimosse;
- nuove opere mantenute;
- aree ripristinate;
- aree sottoposte a monitoraggio residuo;
- eventuali materiali mantenuti in sotterraneo;
- soggetti responsabili della manutenzione o del controllo.

Questa ricognizione avrebbe anche la funzione di evitare, nel futuro, sovrapposizioni tra condizioni pregresse e conseguenze delle nuove attività. Nel contesto di Val Vedello questo aspetto assume particolare importanza proprio per la complessità già emersa circa titolarità e responsabilità delle opere minerarie storiche.

13.19 Chiusura amministrativa e chiusura ambientale

È utile distinguere tra cessazione delle attività operative e chiusura ambientale effettiva. La rimozione delle attrezzature e la conclusione delle perforazioni non coincidono necessariamente con il momento nel quale può ritenersi terminato il controllo del sito.

La sequenza più robusta sarebbe:

fine attività → dismissione impianti → recupero delle aree → caratterizzazione finale → post-monitoraggio → verifica dei criteri di chiusura → eventuale prosecuzione del monitoraggio → attestazione finale.

In questo modo il post-operam non viene interpretato come una semplice appendice temporale del progetto, ma come la fase nella quale deve essere dimostrata la stabilità della configurazione finale.

13.20 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Chiusura monitoraggio per matrice	Indicatori prestazionali e verifiche oltre il termine minimo	P2/P1
Opere e recupero finale	Assetto definitivo e verbale di verifica da documentare	P1
Manutenzione e responsabilità	Soggetti e obblighi delle opere durevoli da precisare	P1
Residui e controllo radiologico finale	Dimostrazione dello stato finale delle aree	P2/P1

Il quadro relativo al monitoraggio ambientale risulta complessivamente ben sviluppato. Il PMA copre un numero ampio di matrici, utilizza metodologie differenziate in funzione dei recettori e prevede il proseguimento delle verifiche nelle fasi ante-operam, corso d'opera e post-operam. Risultano particolarmente positivi l'inclusione delle biocenosi acquatiche, il monitoraggio della fauna ipogea, l'attenzione alla componente radiologica e la previsione di almeno un ciclo annuale post-operam per quest'ultima. Anche il quadro del recupero individua correttamente le principali aree di intervento: piazzale, piazzole di perforazione, tratti di galleria utilizzati e portali.

La criticità principale non consiste quindi nell'assenza di un programma di monitoraggio o di recupero, ma nella necessità di trasformare il programma in un sistema di chiusura verificabile. In particolare, devono essere consolidati:

Per i recettori idrici di valle e per le matrici più sensibili, il programma di monitoraggio dovrà esplicitare, sulla base di scenari giustificati, i criteri di intensificazione dei controlli in occasione di eventi meteorologici rilevanti, le soglie di attenzione, le azioni conseguenti e i destinatari delle comunicazioni di anomalia. Il coinvolgimento informativo degli enti territorialmente interessati, incluso Faedo Valtellino ove ricorrano connessioni tecnicamente dimostrate, dovrà essere concordato con le autorità competenti; non si presume la fattibilità di una telemisura in tempo reale per parametri che richiedono analisi di laboratorio. Restano distinti i protocolli operativi del proponente dagli eventuali aggiornamenti del Piano comunale di Protezione Civile.

- criteri prestazionali di chiusura del monitoraggio per ciascuna matrice, da applicare oltre alla sola durata temporale - P2/P1, con priorità P1 laddove necessari alla chiusura di obblighi specifici;
- progetto definitivo di recupero del piazzale, delle piazzole e delle aree temporaneamente occupate - P1;
- definizione della configurazione finale e del perimetro di responsabilità dei tratti di galleria utilizzati - P1;
- inventario finale delle opere permanenti, rimosse e ripristinate - P1;
- definizione del soggetto responsabile della manutenzione della strada nel post-operam e delle modalità di eventuale presa in carico - P1;
- chiusura della gestione dei fanghi, NORM e altri residui prima del rilascio delle aree - P1;
- protocollo di verifica radiologica finale delle aree di stoccaggio e manipolazione - P2/P1;



- definizione di trigger gestionali associati agli esiti dei monitoraggi ambientali - P2;
- distinzione formale tra recupero, mitigazione e compensazione ambientale - P2;
- L'uso del termine «compensazione» negli elaborati dovrà essere ricondotto alla sua effettiva funzione: prevenzione e mitigazione degli effetti del progetto, recupero delle aree interessate ed eventuali vere misure compensative nell'ambito della specifica disciplina applicabile non sono categorie intercambiabili. L'eventuale necessità di compensazioni di incidenza non può essere desunta automaticamente dalla previsione di interventi volontari di miglioramento ambientale.
- predisposizione di un verbale tecnico finale dello stato dei luoghi e delle responsabilità residue - P1.

Nel sistema di classificazione adottato nella presente relazione, la componente può essere considerata parzialmente adeguata, non per insufficienza del PMA in termini di ampiezza delle matrici monitorate, ma per la necessità di consolidare le condizioni che consentiranno di dichiarare effettivamente concluso il recupero del sito.

Il progetto dispone di un sistema di monitoraggio ambientale ampio e strutturato e individua le principali azioni di recupero; ai fini della chiusura istruttoria è tuttavia necessario completare il passaggio da un monitoraggio basato principalmente su frequenze e durate a un sistema fondato anche su criteri prestazionali verificabili, definendo contestualmente la configurazione finale delle opere permanenti, i soggetti responsabili della loro manutenzione e le condizioni necessarie per considerare conclusi gli obblighi post-operam.

14. Alternative progettuali e Opzione Zero

14.1 Inquadramento generale

Lo Studio di Impatto Ambientale dedica una specifica sezione all'analisi delle alternative, distinguendo tra Opzione Zero, intesa come mancata realizzazione del programma di ricerca, e tre configurazioni tecniche per l'esecuzione delle indagini: scavo di nuove gallerie, sondaggi dalla superficie e utilizzo delle gallerie minerarie esistenti. Quest'ultima costituisce la soluzione proposta dal proponente.

L'analisi delle alternative assume un significato particolare nel caso di Val Vedello. L'obiettivo della fase attuale non è infatti la coltivazione del giacimento, ma l'acquisizione di informazioni geologiche e minerarie sufficienti a definire con maggiore attendibilità geometria, continuità e tenore delle mineralizzazioni. Il SIA riconosce esplicitamente che l'aspetto commerciale dell'eventuale sfruttamento non è ancora stato definito e dovrebbe essere oggetto di un successivo studio di fattibilità.

La valutazione deve quindi mantenere distinti tre livelli:

*necessità conoscitiva della ricerca → scelta della tecnica di esplorazione →
eventuale futura fattibilità di una coltivazione mineraria.*

Il fatto che una configurazione esplorativa risulti preferibile rispetto ad altre non costituisce, di per sé, dimostrazione della fattibilità tecnica, ambientale o economica di un futuro progetto di estrazione.

14.2 Vincolo localizzativo delle alternative

Il proponente osserva correttamente che le alternative non possono essere valutate come vere alternative di localizzazione territoriale, poiché l'oggetto della ricerca è costituito da corpi mineralizzati geologicamente determinati. Le alternative riguardano quindi principalmente il modo con cui raggiungere e caratterizzare la stessa mineralizzazione. Questa impostazione appare condivisibile.

Nel caso di un programma di ricerca mineraria, lo spostamento dell'attività in un'area geologicamente differente modificherebbe infatti l'oggetto stesso della ricerca. Risulta pertanto più corretto confrontare tecniche e configurazioni operative differenti applicate al medesimo obiettivo conoscitivo.

14.3 Configurazioni considerate

La documentazione prende in esame quattro scenari:

- Opzione Zero: mancata esecuzione del nuovo programma di ricerca;
- Opzione 1: realizzazione di nuove gallerie minerarie;
- Opzione 2: esecuzione di sondaggi dalla superficie mediante piazzole in quota;

- Opzione 3: utilizzo delle gallerie storiche esistenti con perforazioni in sotterraneo e recupero della strada di accesso.

Il proponente esclude le prime tre configurazioni - comprendendo in tale formulazione anche l'Opzione Zero - e individua l'Opzione 3 come soluzione di progetto. Ai fini della presente valutazione è però utile esaminare separatamente le alternative tecniche 1 e 2 dall'Opzione Zero, perché quest'ultima non costituisce semplicemente una diversa tecnologia di ricerca ma rappresenta lo scenario di evoluzione del sito in assenza del nuovo progetto.

14.4 Opzione 1 – realizzazione di nuove gallerie

La prima alternativa tecnica considera la realizzazione di nuovi scavi sotterranei e traversi finalizzati a raggiungere direttamente i corpi mineralizzati. Il SIA la esclude principalmente in relazione all'elevato volume di scavo, stimato superiore a 30.000 m³, alla conseguente produzione di materiale da gestire e alla necessità di realizzare ulteriori infrastrutture sotterranee e aree di deposito in un contesto ambientale sensibile. La valutazione appare ragionevole.

Rispetto al riutilizzo delle gallerie esistenti, la realizzazione di nuovi scavi introdurrebbe infatti una trasformazione fisica del sottosuolo molto più rilevante e genererebbe quantità di materiale superiori di diversi ordini di grandezza rispetto ai detriti prodotti dalle sole perforazioni.

Nel confronto relativo tra le alternative, l'esclusione di questa configurazione risulta quindi tecnicamente sufficientemente motivata.

14.5 Opzione 2 – sondaggi dalla superficie

La seconda alternativa prevede l'esecuzione dei sondaggi direttamente dalla superficie, attraverso piazzole distribuite sui versanti e sulle creste della Val Vedello. La documentazione stima la necessità di circa 65-70 piazzole, con dimensione minima dell'ordine di 40 m² ciascuna, distribuite tra circa 1.800 e 2.500 m s.l.m. e in diversi casi su versanti con acclività significativa.

Il SIA attribuisce a questa configurazione impatti rilevanti connessi alla movimentazione del terreno, all'interferenza con habitat di interesse comunitario, alla logistica in alta quota e all'utilizzo di mezzi ed eventualmente di trasporto aereo. Rispetto alla soluzione sotterranea, il principale svantaggio è quindi la dispersione spaziale delle attività. L'Opzione 3 concentra invece il cantiere prevalentemente all'interno di infrastrutture già esistenti, sebbene richieda il recupero della strada, dei portali e delle aree logistiche.

Anche per l'Opzione 2 l'esclusione risulta, in termini comparativi, adeguatamente motivata.

14.6 Confronto proposto dal SIA

Il SIA sviluppa un confronto sintetico tra Opzione Zero, nuove gallerie e sondaggi dalla superficie considerando atmosfera, rumore, fauna, consumo di suolo, gestione delle acque e NORM, paesaggio,

aspetti socio-economici e sicurezza di cantiere. Nella matrice proposta, nuove gallerie e sondaggi esterni ricevono valutazioni generalmente peggiori rispetto alla soluzione successivamente selezionata.

Il confronto ha una funzione utile di screening, ma deve essere letto come valutazione predisposta dal proponente e non come dimostrazione autonoma della piena compatibilità dell'Opzione 3. La migliore prestazione relativa rispetto a una configurazione più impattante non elimina infatti gli impatti propri dell'opzione selezionata.

14.7 Opzione 3 – utilizzo delle gallerie esistenti

La soluzione proposta prevede di sfruttare il reticolo sotterraneo storico per posizionare le perforatrici in prossimità dei corpi mineralizzati, evitando nuovi scavi minerari.

Il progetto associa a questa configurazione il recupero della strada di accesso e dei portali e un sistema a circuito chiuso per le acque di perforazione con decanter, filtrazione a membrane e osmosi inversa.

Dal punto di vista della minimizzazione dell'impronta territoriale, la logica appare chiara:

riutilizzare infrastrutture esistenti invece di realizzarne di nuove.

Questo rappresenta uno dei principali elementi di forza dell'impostazione progettuale.

14.8 Vantaggio relativo e adeguatezza assoluta

È però fondamentale distinguere tra vantaggio relativo e adeguatezza assoluta. L'utilizzo delle gallerie esistenti evita decine di migliaia di metri cubi di nuovi scavi e numerose piazzole in superficie, ma introduce problemi specifici che sono emersi nei capitoli precedenti:

- caratterizzazione geomeccanica incompleta di alcuni tratti;
- elevate concentrazioni di Radon negli ambienti sotterranei;
- necessità di ventilazione forzata;
- gestione delle acque a contatto con la mineralizzazione;
- produzione e destinazione dei residui NORM;
- necessità di recuperare e mantenere la viabilità.

La selezione dell'Opzione 3 appare quindi comprensibile nel confronto con le altre modalità tecniche, ma resta subordinata alla chiusura delle questioni P1 già individuate.

In altri termini:

***“meno impattante delle alternative” non equivale automaticamente a
“sufficientemente definita per essere autorizzata senza ulteriori chiarimenti”.***

14.9 Significato dell'Opzione Zero

Lo scenario di non intervento richiede un'analisi metodologicamente diversa. Il SIA descrive l'Opzione Zero come permanenza dello stato attuale, caratterizzato da portali minerari storici, assenza di una rete sistematica di monitoraggio, condizioni di degrado della strada e assenza di interventi geomeccanici sul reticolo sotterraneo.

Questa descrizione contiene elementi fattuali utili, ma la valutazione deve evitare di trasformare automaticamente qualsiasi condizione preesistente in un impatto attribuibile alla mancata autorizzazione del nuovo progetto.

L'Opzione Zero deve infatti essere analizzata attraverso la sequenza:

*stato attuale → rischio preesistente → eventuale obbligo già esistente → beneficio
aggiuntivo prodotto dal progetto → impatto residuo.*

14.10 Beneficio conoscitivo del progetto

Il più evidente effetto negativo dell'Opzione Zero riguarda la perdita dell'opportunità di aggiornare il quadro geologico-minerario. Il SIA sottolinea che i dati storici derivano dalle campagne AGIP/SOMIREN degli anni Settanta e Ottanta e non dispongono della modellazione tridimensionale e della tracciabilità richiesta dai moderni sistemi di classificazione delle risorse. Su questo punto la motivazione appare solida. La ricerca proposta consentirebbe effettivamente di ottenere nuovi dati su geometria, tenore e continuità delle mineralizzazioni.

Questo deve però essere definito come beneficio conoscitivo, senza trasformarlo automaticamente in dimostrazione dell'opportunità di una futura coltivazione.

14.11 Coerenza con la ricostruzione storico-economica

L'approfondimento storico ed economico sviluppato nell'ambito del presente incarico fornisce un elemento importante per interpretare la motivazione della nuova ricerca. La ricostruzione disponibile non indica che il programma degli anni Ottanta sia stato abbandonato per esaurimento della mineralizzazione. Le fonti analizzate indicano una combinazione di marginalità economica, costi di sicurezza e infrastrutturazione, difficoltà territoriali e autorizzative, riduzione dei finanziamenti e ristrutturazione del settore nucleare ENI.

La permanenza della risorsa nel sottosuolo rende quindi comprensibile, dal punto di vista conoscitivo, l'interesse per nuove campagne esplorative. Tale conclusione non implica però che le condizioni economiche per un futuro sfruttamento siano oggi dimostrate.

14.12 Sensibilità economica della futura risorsa

Lo screening economico sviluppato nell'ambito dell'incarico mostra infatti un'elevata sensibilità a tenore, dimensione della risorsa e costi operativi. A titolo puramente parametrico, uno scenario di 4.800 tU con tenore medio 0,10% U e OPEX pari a 150 \$/t richiederebbe nel modello utilizzato un prezzo di break-even dell'ordine di 115 \$/lb, mentre uno scenario da 10.000 tU allo stesso tenore porterebbe il break-even intorno a 89 \$/lb.

Lo stesso approfondimento precisa però che si tratta di uno screening, non di uno studio di fattibilità, e che mancano elementi essenziali quali modello tridimensionale della risorsa, distribuzione dei tenori, diluizione, test metallurgici, geotecnica, idrogeologia, schema di processo e costi di chiusura.

La ricerca attuale può quindi essere interpretata come attività finalizzata a ridurre proprio questa incertezza.

14.13 Acque e Opzione Zero

Il SIA associa l'Opzione Zero alla prosecuzione del drenaggio delle acque dalle gallerie e richiama le concentrazioni di Uranio e Arsenico rilevate nelle campagne recenti e nei dati storici. La presenza di anomalie nelle acque è effettivamente documentata, come discusso nel Capitolo 8. Il passaggio successivo richiede però cautela.

La documentazione dimostra in modo abbastanza robusto che acque con Uranio elevato sono presenti da molti decenni nel sistema minerario. Questo dato documenta una condizione preesistente, ma non dimostra automaticamente:

- che l'intero fenomeno abbia esclusivamente origine naturale;
- che il nuovo progetto sia necessario per adempiere a un obbligo di trattamento;
- che la mancata realizzazione del progetto determini di per sé un nuovo peggioramento;
- che la responsabilità gestionale delle acque ricada automaticamente sul Comune.

L'effetto positivo del progetto consiste quindi soprattutto nel monitoraggio e nella maggiore caratterizzazione del fenomeno. Un eventuale trattamento permanente delle acque preesistenti costituisce invece una questione distinta che dovrebbe essere definita espressamente nel progetto e nel relativo quadro di responsabilità.

14.14 Radon e Opzione Zero

Una logica analoga deve essere applicata al Radon. Il SIA evidenzia che, in assenza del progetto, le gallerie non ventilate continuerebbero a presentare accumuli localizzati di Radon privi di monitoraggio sistematico. Le concentrazioni elevate all'interno delle gallerie sono effettivamente documentate. Tuttavia il rischio di esposizione dipende dalla presenza di persone negli ambienti sotterranei.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Nello scenario zero, in assenza di accesso operativo continuativo, il Radon rappresenta principalmente una caratteristica radiologica dell'ambiente ipogeo e un potenziale rischio in caso di ingresso. Con il progetto, invece, la permanenza continuativa di lavoratori trasforma tale condizione in un rischio occupazionale attivo, che richiede ventilazione, controllo e radioprotezione.

Non appare pertanto corretto interpretare la ventilazione prevista dal progetto come semplice rimozione di un impatto dell'Opzione Zero: essa è soprattutto una misura necessaria per rendere compatibile l'utilizzo delle gallerie con la presenza dei lavoratori.

14.15 Stabilità delle gallerie e Opzione Zero

Il SIA richiama tra gli elementi negativi dell'Opzione Zero l'assenza di interventi di messa in sicurezza geomeccanica sull'intero reticolo sotterraneo storico, indicato come superiore a 11 km. Anche questo punto deve essere circoscritto. Il nuovo programma non prevede infatti una messa in sicurezza integrale dell'intero reticolo, ma interventi nei tratti necessari alle attività.

Il beneficio progettuale consiste quindi nella caratterizzazione e, ove necessario, nel consolidamento delle porzioni utilizzate dal nuovo progetto, non nella definitiva messa in sicurezza degli oltre 11 km di gallerie storiche. Questo chiarimento è importante per evitare una sovrastima del beneficio ambientale o di sicurezza attribuito all'Opzione 3.

14.16 Viabilità e Opzione Zero

La documentazione considera lo stato di degrado della strada storica come ulteriore elemento negativo dello scenario zero. In questo caso il progetto produrrebbe effettivamente una modifica sostanziale dello stato dei luoghi, poiché la strada verrebbe recuperata, resa percorribile e successivamente mantenuta come infrastruttura utilizzabile anche dopo la conclusione delle attività.

Si tratta quindi di un beneficio potenziale sotto il profilo dell'accessibilità e della gestione territoriale, ma accompagnato dalla creazione di una nuova esigenza manutentiva permanente, analizzata nel Capitolo 13.

Il confronto corretto non è pertanto:

strada degradata → strada recuperata senza conseguenze,

ma:

***strada degradata e scarsamente percorribile → strada recuperata e funzionale →
necessità permanente di gestione, manutenzione e attribuzione delle relative
responsabilità.***

14.17 Monitoraggio ambientale come beneficio

Uno degli argomenti più solidi del proponente riguarda l'attivazione di un programma sistematico di monitoraggio. In assenza del nuovo progetto non risulta prevista una rete pluriennale equivalente a quella contenuta nel PMA, mentre l'attività proposta consentirebbe di acquisire dati su acque, radiologia, aria e biodiversità con metodologie e frequenze definite. Questo costituisce un beneficio conoscitivo ambientale reale.

Va tuttavia mantenuta la distinzione tra:

beneficio derivante dalla produzione di nuovi dati

e

necessità del progetto minerario per garantire il monitoraggio del sito.

In linea di principio, un monitoraggio ambientale può essere attuato anche indipendentemente da un programma di ricerca mineraria, qualora gli enti competenti ne individuino la necessità. Pertanto l'assenza del progetto comporta la perdita del monitoraggio proposto e finanziato nell'ambito del progetto, non l'impossibilità assoluta di monitorare il sito.

14.18 Oneri pubblici e attribuzione delle responsabilità

La parte più delicata dell'analisi dell'Opzione Zero riguarda le affermazioni del SIA secondo cui il mantenimento dello stato attuale potrebbe comportare oneri per la collettività o esporre "la proprietà o gli Enti" a responsabilità. Questa affermazione non risulta sufficientemente dimostrata dalla sola documentazione ambientale.

L'atto del Comune di Piateda del 27 febbraio 2026 evidenzia infatti una situazione più complessa: il Comune dichiara di non essere stato soggetto autorizzante delle opere minerarie storiche, di non averne assunto formalmente la titolarità, la gestione o la presa in carico e segnala l'assenza di specifici atti di devoluzione o trasferimento delle responsabilità. Lo stesso atto chiarisce inoltre che l'intestazione catastale delle aree non viene considerata dal Comune come riconoscimento della titolarità delle opere minerarie e che l'assenso allora rilasciato aveva esclusivamente natura civilistica e temporanea.

Ne consegue che:

titolarità catastale delle aree, titolarità delle opere minerarie, gestione delle opere e responsabilità ambientale non possono essere considerate automaticamente equivalenti.

La formulazione dell'Opzione Zero dovrebbe pertanto essere rivista o almeno qualificata su questo punto.

14.19 Opzione Zero e obblighi indipendenti dal progetto

Un ulteriore elemento metodologico riguarda l'eventuale esistenza di obblighi che potrebbero sussistere indipendentemente dal nuovo permesso di ricerca.

Se una determinata condizione preesistente richiedesse, sulla base di uno specifico titolo o obbligo, un intervento di messa in sicurezza, monitoraggio o gestione ambientale, tale obbligo non dovrebbe essere presentato come beneficio esclusivamente dipendente dall'approvazione del nuovo progetto minerario.

Allo stesso modo, l'autorizzazione del nuovo progetto non dovrebbe essere utilizzata per trasferire automaticamente al proponente la totalità delle passività storiche del sito, salvo che ciò venga espressamente previsto dal titolo o da specifici atti.

L'analisi dell'Opzione Zero dovrebbe pertanto distinguere:

*criticità storica → soggetto eventualmente obbligato → intervento indipendente
dal progetto → intervento aggiuntivo assunto dal nuovo proponente.*

Questa distinzione è essenziale per la corretta valutazione dell'effettivo beneficio incrementale dell'Opzione 3.

14.20 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Opzione Zero	Distinguere condizioni pregresse ed effetti del nuovo progetto	P1
Perimetro delle opere storiche	Non sovrapporre responsabilità pregresse e attività di ricerca	P1
Analisi comparativa	Distinguere benefici conoscitivi e fattibilità della futura coltivazione	P2

L'analisi delle alternative tecniche è complessivamente ben impostata.

La scelta di concentrare la ricerca nelle gallerie esistenti consente di evitare nuove opere sotterranee di grande entità e una distribuzione diffusa di piazzole di perforazione in alta quota. Le ragioni per l'esclusione delle Opzioni 1 e 2 risultano quindi, in termini comparativi, sufficientemente motivate.

Anche la motivazione conoscitiva della nuova esplorazione appare supportata dalla documentazione storica: la precedente interruzione delle attività non risulta attribuibile all'esaurimento della mineralizzazione, mentre le informazioni storiche non consentono di definire con gli standard attuali dimensione e distribuzione dei tenori della risorsa.

Più articolata è invece la valutazione dell'Opzione Zero.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La documentazione identifica correttamente alcune condizioni attuali del sito - drenaggi minerari, assenza di monitoraggio sistematico, degrado della strada, presenza di un esteso reticolo sotterraneo - ma in alcuni passaggi tende a sovrapporre:

- stato ambientale preesistente;
- beneficio conoscitivo prodotto dal progetto;
- misure necessarie per rendere possibile il progetto;
- eventuali obblighi di gestione già esistenti;
- attribuzione delle responsabilità per le opere storiche.

Ai fini istruttori risultano pertanto prioritari:

- riformulare l'analisi dell'Opzione Zero separando sistematicamente condizioni preesistenti, effetti incrementali del progetto e benefici conoscitivi - P1;
- chiarire che gli interventi geomeccanici riguardano il perimetro effettivamente utilizzato dal progetto e non equivalgono alla messa in sicurezza dell'intero reticolo storico - P1;
- distinguere la gestione delle acque necessaria al nuovo progetto dall'eventuale gestione permanente dei drenaggi storici - P1;
- rivedere o documentare le affermazioni relative a responsabilità della proprietà, del Comune o di altri Enti nello scenario zero - P1;
- mantenere distinto il beneficio conoscitivo della nuova esplorazione dalla futura fattibilità economica e ambientale della coltivazione - P2;
- esplicitare che la selezione dell'Opzione 3 è una valutazione comparativa e non sostituisce la verifica dell'adeguatezza assoluta delle misure progettuali - P2;
- chiarire quali attività di monitoraggio o messa in sicurezza potrebbero eventualmente essere necessarie anche indipendentemente dall'approvazione del nuovo progetto - P2/P1 in funzione del titolo applicabile;
- integrare il confronto tra alternative includendo, per l'Opzione 3, anche gli impatti residui e gli obblighi permanenti già individuati nei capitoli precedenti - P2.

Nel sistema di classificazione adottato nella presente relazione, il quadro delle alternative tecniche può essere considerato sostanzialmente adeguato, mentre l'analisi dell'Opzione Zero risulta parzialmente adeguata, in particolare per quanto riguarda la distinzione tra criticità pregresse, benefici incrementali del progetto e attribuzione delle responsabilità.

La sintesi può essere formulata nel modo seguente:



Istanza di permesso di ricerca mineraria in concessione denominata
"Vedello" (uranio e minerali associati)

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La scelta di utilizzare le gallerie esistenti appare coerentemente motivata rispetto alle alternative tecniche considerate e consente una significativa riduzione dell'impronta fisica della ricerca; l'analisi dell'Opzione Zero richiede invece una maggiore separazione tra stato attuale del sito, benefici conoscitivi introdotti dal progetto, misure rese necessarie dalle nuove attività e obblighi o responsabilità eventualmente già esistenti, evitando che criticità storiche non ancora attribuite vengano automaticamente considerate conseguenze del mancato rilascio del nuovo permesso.

15. Coerenza e tracciabilità documentale

15.1 Inquadramento generale

La documentazione predisposta a supporto dell'istanza è particolarmente articolata e comprende elaborati progettuali, studi ambientali, relazioni specialistiche, rapporti di prova, piani di monitoraggio e documenti integrativi. In un corpus di tali dimensioni, la qualità complessiva della valutazione non dipende soltanto dall'adeguatezza del singolo documento, ma anche dalla possibilità di ricostruire in modo univoco il collegamento tra dato originario, elaborazione tecnica, interpretazione e conclusione progettuale.

L'analisi svolta nei capitoli precedenti ha evidenziato che, nella maggior parte dei casi, i differenti elaborati risultano tra loro coerenti nelle linee generali. Sono tuttavia presenti alcune difformità, errori di trascrizione, formulazioni non uniformi e, in un numero più limitato di casi, vere e proprie questioni di coerenza sostanziale che interessano dati utilizzati per la valutazione o configurazioni progettuali non ancora definitivamente consolidate.

Per tale motivo, nel corso dell'istruttoria è stato utilizzato un Consistency & Traceability Register, finalizzato non alla mera individuazione di refusi, ma alla classificazione delle difformità in funzione della loro capacità di incidere sulla comprensione o sulla valutazione del progetto.

La distinzione metodologica adottata è la seguente:

***errore o refuso formale → incongruenza di tracciabilità → divergenza interpretativa
→ configurazione progettuale non univoca.***

Soltanto le ultime due categorie richiedono normalmente un approfondimento istruttorio sostanziale.

15.2 Tracciabilità del dato analitico

Per le componenti ambientali basate su analisi di laboratorio è particolarmente importante poter ricostruire la catena:

***punto di campionamento → data → campione → rapporto di prova → tabella di
sintesi → interpretazione nel SIA.***

Questa esigenza risulta evidente soprattutto per la componente radiometrica delle acque.

La relazione specialistica identifica, ad esempio, il punto PT_S02 come "mai campionato per irraggiungibilità". Tuttavia, nello stesso documento compare una tabella analitica che attribuisce a PT_S02, in data 21 agosto 2025, un'attività alfa totale pari a $0,15 \pm 0,03$ Bq/L. L'allegato contenente i

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

rapporti di prova conferma inoltre l'esistenza di un campione denominato PT_S02, consegnato al laboratorio il 21 agosto 2025 e caratterizzato dallo stesso valore di attività alfa totale. Non si tratta quindi semplicemente dell'assenza di un'analisi: esiste un rapporto di prova specificamente intestato a PT_S02, mentre le tabelle anagrafiche continuano a descrivere il punto come mai campionato.

La questione deve essere risolta attraverso una ricostruzione della corretta identità del campione.

15.3 PT_S01 e PT_S02: possibile errore di attribuzione

La stessa serie di dati presenta un secondo elemento di attenzione. Il SIA attribuisce infatti alla campagna del 5 agosto 2025 un valore di attività alfa totale pari a $0,15 \pm 0,03$ Bq/L al punto PT_S01. La relazione specialistica e il rapporto di prova allegato attribuiscono invece lo stesso risultato a PT_S02, con data di consegna/campionamento riferita al 21 agosto 2025. La coincidenza esatta del valore rende plausibile un errore di trasposizione del codice del punto tra i diversi elaborati, ma la documentazione disponibile non consente di stabilire autonomamente quale attribuzione sia quella corretta.

Questo punto assume una rilevanza superiore a un semplice refuso, perché PT_S01 e PT_S02 corrispondono a punti ambientali differenti.

Si ritiene pertanto necessario produrre una tabella master univoca dei campioni, contenente almeno codice del punto, coordinate, data e ora del prelievo, soggetto che ha effettuato il campionamento, identificativo del rapporto di prova e risultato analitico.

Priorità: P1.

15.4 Interpretazione dell'attività alfa totale

Un ulteriore problema di coerenza riguarda la descrizione narrativa dei risultati radiometrici. La relazione specialistica afferma che l'unica eccezione rispetto alle soglie di screening sarebbe rappresentata da PT_S06. Le tabelle riportate nello stesso elaborato mostrano però, nella campagna 2025, valori superiori a 0,10 Bq/L anche in altri punti: tra questi PT_S07 con 0,65 Bq/L, PT_S09 con 0,19 Bq/L e PT_S11 con 1,51 Bq/L.

Il SIA fornisce in questo caso una lettura più coerente con i dati tabellari, descrivendo per agosto 2025 un superamento diffuso del valore di screening e identificando PT_S06 come il punto che mantiene l'anomalia anche nel 2026.

Ne deriva che il dato analitico appare disponibile, ma la conclusione narrativa della relazione specialistica deve essere riallineata ai dati e alla successiva interpretazione contenuta nel SIA.

Priorità: P1 per la riconciliazione documentale, senza necessità di ripetere le analisi sulla sola base di tale incongruenza.



15.5 Gerarchia delle fonti analitiche

Le incongruenze precedenti mostrano l'utilità di definire una gerarchia delle fonti. Quando una tabella di sintesi e un rapporto di prova riportano informazioni differenti, il rapporto di prova costituisce normalmente il documento più prossimo alla misura analitica e dovrebbe quindi rappresentare il riferimento primario, salvo errori documentati nel verbale di campionamento o nell'identificazione del campione.

Il SIA e le relazioni specialistiche dovrebbero quindi ricavare i propri dataset da un'unica base dati validata, evitando la ricostruzione manuale indipendente delle tabelle nei differenti elaborati. La questione non riguarda soltanto il progetto Val Vedello, ma costituisce una buona pratica generale per la gestione di campagne analitiche complesse e pluriennali.

15.6 Accredитamento delle prove e qualificazione del dato

Un altro elemento di tracciabilità riguarda i rapporti di prova SECAM utilizzati per alcune determinazioni chimiche. I rapporti riportano per l'Uranio il metodo UNI EN ISO 17294-2:2023, ma il parametro risulta contrassegnato con il simbolo [*]. Le note del rapporto specificano che le prove contrassegnate con tale simbolo sono attività non accreditate ACCREDIA.

Questa circostanza non invalida automaticamente il risultato né implica che il laboratorio non sia qualificato. È tuttavia necessario mantenere distinta:

***qualificazione/accreditamento del laboratorio da accreditamento della
specifica prova analitica.***

Poiché l'Uranio rappresenta uno dei parametri più rilevanti del sito, appare opportuno che il futuro monitoraggio definisca chiaramente il metodo analitico, la relativa qualità metrologica e, ove disponibile e compatibile con la continuità della serie storica, l'utilizzo di determinazioni accreditate.

La questione può essere considerata di qualificazione dell'evidenza, più che una vera incoerenza progettuale.

Priorità: P2.

15.7 Geometria della strada e dislivello dichiarato

La documentazione progettuale relativa alla viabilità riporta un caposaldo iniziale a quota 1.591 m s.l.m. e un caposaldo finale a quota 1.977 m s.l.m., indicando contemporaneamente un dislivello di 499 m, uno sviluppo complessivo di 3.823 m e una pendenza media del 13%.

La differenza aritmetica tra le due quote è però pari a 386 m.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Il valore di 499 m potrebbe eventualmente rappresentare un dislivello positivo cumulato lungo un tracciato caratterizzato da variazioni altimetriche intermedie, ma in tal caso non dovrebbe essere presentato come semplice differenza altimetrica tra i capisaldi senza ulteriore spiegazione.

La questione è rilevante anche perché 499/3.823 corrisponde approssimativamente al 13%, ossia alla pendenza media dichiarata.

È quindi opportuno verificare e uniformare:

- quota iniziale;
- quota finale;
- dislivello netto;
- eventuale dislivello cumulato;
- metodologia utilizzata per determinare la pendenza media.

Non si tratta necessariamente di un problema progettuale, ma di una incoerenza numerica che interessa parametri geometrici di base.

Priorità: P2, da correggere prima della versione progettuale consolidata.

15.8 “Ripristino” della strada e configurazione permanente

In più elaborati l'intervento sulla viabilità viene definito come “ripristino”, “recupero” o “sistemazione” della strada storica. La relazione generale del progetto stradale chiarisce però che l'infrastruttura, dopo l'utilizzo come pista di servizio, è destinata anche a una viabilità promiscua regolamentata, con fruizione pedonale e possibile transito di veicoli leggeri fuoristrada. Non si configura pertanto una contraddizione vera e propria: la strada storica viene effettivamente recuperata.

Tuttavia, il termine “ripristino” può risultare ambiguo qualora venga interpretato come restituzione finale allo stato ante-operam. Come evidenziato nei Capitoli 11 e 13, la strada rappresenta invece una componente destinata a permanere e richiede un regime manutentivo futuro

.La documentazione dovrebbe pertanto utilizzare una terminologia coerente che distingua:

recupero del tracciato storico da ripristino finale delle aree temporaneamente occupate.

Priorità: P2/P1, soprattutto in relazione alla futura gestione dell'opera.

15.9 Portali: ripristino ambientale e permanenza dei cancelli

Una situazione analoga riguarda i portali. Il Programma dei Lavori e il SIA prevedono l'installazione di cancelli di sicurezza al termine degli interventi e, nello stesso passaggio, fanno riferimento al "ripristino delle condizioni ambientali originarie".

Le due previsioni sono tecnicamente compatibili se per "ripristino" si intende il recupero delle aree immediatamente circostanti e non la ricostituzione esatta della configurazione precedente, nella quale alcuni portali risultavano murati o occlusi da materiale.

La configurazione finale sarà infatti differente:

portale recuperato + opere di sicurezza + cancello permanente.

Anche in questo caso appare preferibile parlare di sistemazione ambientale e messa in sicurezza finale, evitando una formulazione che possa suggerire una completa reversibilità fisica dell'intervento.

Priorità: P2.

15.10 Destinazione finale dei residui NORM

La questione più rilevante sotto il profilo della coerenza progettuale riguarda il destino finale dei residui. Il Piano di Gestione dei Rifiuti mantiene aperte diverse possibilità: riposizionamento in rami dedicati della miniera, conferimento in un'area autorizzata oppure utilizzo di un impianto terzo specializzato, anche estero. Lo stesso documento precisa che, qualora i fanghi condizionati restassero permanentemente in galleria, sarebbe necessario definire una configurazione specifica per la permanenza definitiva. In altri elaborati, tuttavia, la ricollocazione in sotterraneo viene presentata in termini molto più definitivi: il SIA indica, nel confronto tra alternative, il 100% dei rifiuti stoccato e ricollocato in ipogeo nelle gallerie dismesse.

Questa divergenza non può essere trattata come un semplice problema terminologico, perché corrisponde a differenti scenari progettuali e post-operam. Il corpus documentale deve quindi convergere verso un'unica configurazione oppure definire espressamente:

scenario principale → condizioni di accettabilità → scenario alternativo → trigger che determina il cambio di destinazione.

Priorità: P1.

15.11 Fluido di perforazione e presenza di polimeri

Il Programma dei Lavori specifica che il fluido di perforazione sarà costituito da sola acqua, senza additivi. Il Piano di Gestione dei Rifiuti, nella stima dei volumi dei fanghi, fa invece riferimento alla quota di acqua e di "additivi (polimeri)" trattenuta nel residuo. Le due indicazioni non sono necessariamente incompatibili: i polimeri potrebbero essere utilizzati nel processo di trattamento delle acque e non nel fluido di perforazione. La documentazione non rende però esplicita questa distinzione.

Per garantire piena tracciabilità occorre quindi chiarire:

- se vengono utilizzati polimeri;
- in quale fase del processo;
- con quale funzione;
- in quali quantità;
- in quale flusso residuo essi si concentrino.

Priorità: P2, con possibile rilievo sulla classificazione dei rifiuti qualora gli additivi siano effettivamente utilizzati.

15.12 Valore di screening e obiettivo di progetto per l'attività alfa

Il Programma dei Lavori e il Piano di Gestione dei Rifiuti riportano contemporaneamente per l'attività alfa totale:

- valore di screening: 0,1 Bq/L;
- obiettivo di progetto: <0,25 Bq/L.

Il Piano precisa che gli obiettivi sono stati definiti come valori cautelativi in relazione al sistema di sorveglianza previsto per le pratiche NORM. Rimane tuttavia poco intuitivo che un "obiettivo di progetto" sia numericamente superiore al valore presentato immediatamente prima come valore di screening.

Come già discusso nei Capitoli 9 e 12, i due valori possono avere funzioni differenti e il valore di 0,1 Bq/L non deve essere automaticamente interpretato come limite di scarico applicabile alle acque di processo. La documentazione dovrebbe però spiegare chiaramente il ruolo di ciascun valore e le azioni da intraprendere al loro eventuale superamento.

Priorità: P1/P2, soprattutto per evitare interpretazioni improprie durante il monitoraggio operativo.

15.13 "Fondo naturale" e stato ante-operam

Il riesame post-feedback rende necessario distinguere ulteriormente tra interpretazione geochemica di origine naturale e riconoscimento amministrativo di un valore di fondo. La prima può essere supportata da mineralogia, distribuzione spaziale e serie storiche; la seconda richiede invece un inquadramento formalizzato ai sensi della disciplina applicabile e, ove pertinente, il confronto con l'autorità ambientale competente. La documentazione dovrebbe quindi evitare di utilizzare "fondo naturale" come equivalente automatico di valore di fondo validato.

Il SIA utilizza in alcuni passaggi la nozione di "fondo naturale" per descrivere le condizioni idrochimiche del sistema e interpreta la presenza di Uranio e Arsenico nei punti profondi come collegata alla mineralizzazione o alla lisciviazione naturale delle formazioni rocciose. Questa interpretazione è plausibile sotto il profilo geochemico, ma la terminologia deve essere utilizzata con cautela.

I punti monitorati comprendono infatti anche drenaggi associati a gallerie minerarie realizzate e utilizzate durante le attività storiche. Lo stato 2024-2026 rappresenta quindi certamente la baseline ante-operam del nuovo progetto, ma non può essere automaticamente equiparato in ogni punto a una condizione naturale indisturbata.

Per questa ragione, nella presente relazione è stato preferito il termine:

"stato ambientale ante-operam 2024-2026"

riservando la definizione di fondo naturale ai casi nei quali tale attribuzione sia specificamente dimostrata.

Priorità: P2, ma importante per la corretta interpretazione causale dei dati.

15.14 Uranio e Arsenico: necessità di una lettura distinta

Nello stesso quadro deve essere evitata la formulazione "Uranio e Arsenico oltre le CSC": la CSC di 10 µg/L riguarda l'Arsenico nelle acque sotterranee, mentre l'Uranio non è tabellato come CSC nella Tabella 2 del Titolo V. Per l'Uranio restano pertinenti i riferimenti radiologici e, nel diverso contesto delle acque destinate al consumo umano, il valore di parametro utilizzato nei rapporti SECAM. Il SIA associa la presenza contemporanea di anomalie di Uranio e Arsenico nei punti profondi a processi di interazione con zone mineralizzate o lisciviazione naturale.

La ricostruzione sviluppata nei capitoli precedenti mostra però un diverso livello di evidenza per i due elementi. Per l'Uranio esistono dati storici che dimostrano concentrazioni elevate nelle acque minerarie già durante le precedenti attività di ricerca, mentre per l'Arsenico il supporto storico è meno articolato.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

La formulazione generale non deve quindi trasformarsi automaticamente nell'assunzione che Uranio e Arsenico abbiano necessariamente la stessa origine, dinamica e persistenza.

La caratterizzazione causale dei due parametri dovrebbe restare distinta. Questo aspetto rappresenta più una questione di tracciabilità interpretativa che una contraddizione numerica.

Priorità: P1 per l'Arsenico, come già indicato nella matrice delle richieste di chiarimento.

15.15 Formula acustica a 300 m

Nella relazione previsionale di impatto acustico, per la distanza di 300 m vengono riportate le espressioni:

$$98 - 20\text{Log}100 - 11 = 37,5 \text{ dB(A)}$$

$$110,3 - 20\text{Log}100 - 11 + 3 = 52,7 \text{ dB(A)}$$

I risultati numerici riportati sono però sostanzialmente coerenti con l'utilizzo di 300 m, non di 100 m. La formula generale presentata nello stesso documento è correttamente espressa in funzione della distanza d. Il dato appare quindi riconducibile a un errore materiale di scrittura della formula e non a un errore nel risultato utilizzato nella successiva tabella del SIA, che riporta 49,8 dB(A) a 300 m, 45,4 dB(A) a 500 m e 39,4 dB(A) a 1.000 m.

Si tratta di una difformità formale/editoriale, da correggere ma priva di rilievo sostanziale sulla valutazione.

Priorità: P3.

15.16 Differenze che non costituiscono necessariamente incoerenze

Nel corso della verifica sono emerse anche differenze che non devono essere automaticamente classificate come contraddizioni. Ad esempio, la relazione acustica specialistica descrive il ricettore più prossimo come posto a circa 1.000 m, mentre il SIA individua baite a 790 e 840 m. La differenza può dipendere dall'approssimazione utilizzata nella relazione specialistica e non modifica necessariamente l'esito del calcolo, che viene comunque presentato anche alla distanza cautelativa di 300 m.

Analogamente, termini quali "ripristino", "recupero", "riqualificazione" o "sistemazione" possono avere significati parzialmente sovrapposti e non devono essere considerati incoerenti finché la configurazione fisica finale dell'opera risulta univocamente definita.

La funzione del registro non è quindi massimizzare il numero delle anomalie, ma distinguere quelle che incidono realmente sulla decisione istruttoria.

15.17 Coerenza tra affermazioni progettuali e responsabilità

Un'ultima categoria riguarda le affermazioni che non sono verificabili unicamente mediante elaborati tecnici, perché richiedono anche un fondamento amministrativo o giuridico. L'esempio più evidente è rappresentato dalle affermazioni contenute nell'analisi dell'Opzione Zero relative a possibili responsabilità della proprietà o degli Enti per le opere minerarie storiche.

Come evidenziato nel Capitolo 14, l'atto comunale del 27 febbraio 2026 dichiara invece che il Comune non ha assunto formalmente titolarità, gestione o presa in carico delle opere minerarie e che l'intestazione catastale delle aree non costituisce riconoscimento della titolarità delle opere stesse. La divergenza non può essere risolta con una semplice correzione editoriale del SIA: richiede di distinguere tra affermazione del proponente e situazione amministrativa effettivamente documentata.

Le responsabilità storiche devono pertanto essere trattate separatamente dalle obbligazioni che deriveranno dal nuovo titolo minerario.

Priorità: P1.

15.18 Utilità di un dataset master di progetto

Le difformità emerse suggeriscono l'opportunità di costruire, prima dell'avvio delle attività, alcuni dataset univoci da utilizzare trasversalmente in tutti gli elaborati. In particolare risultano utili:

- un'anagrafica unica dei punti ambientali;
- una tabella master dei rapporti di prova;
- un inventario delle opere permanenti e temporanee;
- un bilancio definitivo dei flussi idrici e dei rifiuti;
- una mappa univoca delle gallerie utilizzate;
- un quadro consolidato delle responsabilità e degli obblighi post-operam.

Questi strumenti ridurrebbero il rischio che differenti documenti evolvano separatamente nel corso delle successive integrazioni. La necessità è particolarmente rilevante considerando che il PMA produrrà nuovi dati per l'intera durata del permesso.

15.19 Classificazione delle difformità

Nel complesso, le incoerenze individuate possono essere ricondotte a tre classi operative.

Difformità sostanziali o con possibile effetto istruttorio (P1):

- identificazione PT_S01/PT_S02 e riconciliazione dei rapporti di prova;
- interpretazione dei superamenti dell'attività alfa totale;
- destinazione finale dei residui NORM;

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

- relazione tra valori radiometrici di screening e criteri operativi;
- interpretazione distinta di Uranio e Arsenico;
- affermazioni relative alle responsabilità per le opere minerarie storiche.

Difficoltà da chiarire o armonizzare (P2):

- geometria altimetrica e dislivello della strada;
- terminologia relativa a ripristino/permanenza della viabilità;
- configurazione finale dei portali;
- uso di polimeri/additivi;
- qualificazione metrologica delle determinazioni di Uranio;
- terminologia "fondo naturale" rispetto alla baseline ante-operam.

Difficoltà prevalentemente editoriali (P3):

- errore Log100 nel calcolo acustico a 300 m;
- unità di misura o formulazioni isolate che non modificano il dato sottostante;
- approssimazioni non significative delle distanze dei ricettori.

La priorità attribuita non rappresenta una valutazione della gravità ambientale, ma indica quanto sia importante risolvere il punto ai fini della chiarezza e della robustezza del procedimento.

15.20 Valutazione complessiva

Tema residuo	Valutazione	Priorità
Identificazione campioni e alfa	Dataset e tabelle da riconciliare	P1
Residui NORM e responsabilità	Destinazioni e obblighi da rendere coerenti	P1
Geometria e terminologia progettuale	Correzioni puntuali e riconciliazione	P2

La documentazione esaminata presenta nel complesso un buon livello di articolazione e contiene, per la maggior parte delle componenti, informazioni sufficienti a ricostruire il percorso tecnico utilizzato dal proponente.

Le difficoltà individuate non suggeriscono una generale inaffidabilità del corpus documentale. Al contrario, numerosi problemi possono essere ricondotti alla gestione parallela di elaborati redatti da specialisti differenti e alla successiva integrazione dei risultati all'interno del SIA.

Alcune questioni richiedono tuttavia una riconciliazione formale prima della conclusione dell'istruttoria, soprattutto quando interessano:

identità del dato → interpretazione ambientale → configurazione progettuale → responsabilità futura.



Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Ai fini istruttori risultano pertanto prioritari:

- predisporre una tabella master dei punti di campionamento e dei relativi rapporti di prova, risolvendo definitivamente il caso PT_S01/PT_S02 - P1;
- riallineare la relazione radiometrica ai dati analitici relativi ai superamenti alfa 2025 - P1;
- uniformare nei diversi elaborati la destinazione finale dei residui NORM - P1;
- esplicitare la funzione dei differenti valori radiometrici utilizzati come screening, obiettivo o criterio gestionale - P1;
- riconciliare il quadro delle responsabilità storiche con gli atti amministrativi disponibili - P1;
- correggere la geometria altimetrica della strada e chiarire il significato del dislivello di 499 m - P2;
- uniformare la terminologia relativa a opere temporanee, opere recuperate e opere permanenti - P2;
- chiarire uso e funzione di eventuali polimeri nel processo - P2;
- qualificare correttamente i dati analitici distinguendo laboratorio accreditato e singola prova accreditata - P2;
- correggere i refusi numerici e formali residui negli elaborati specialistici - P3.

Nel sistema di classificazione adottato nella presente relazione, la componente coerenza e tracciabilità documentale può essere considerata parzialmente adeguata: il corpus è sufficientemente strutturato per consentire la valutazione tecnica, ma alcune catene informative devono essere riconciliate prima che i relativi dati possano essere assunti come base univoca per il monitoraggio e per gli obblighi gestionali futuri.

La sintesi può essere formulata nel seguente modo:

La documentazione presenta una struttura complessivamente coerente, ma la pluralità degli elaborati ha prodotto alcune difformità tra dati primari, tabelle di sintesi e interpretazioni narrative. La maggior parte ha carattere formale o può essere risolta mediante armonizzazione documentale; assumono invece priorità istruttoria le incongruenze che incidono sull'identificazione dei campioni, sull'interpretazione radiologica, sulla configurazione finale dei rifiuti NORM e sull'attribuzione delle responsabilità. Prima dell'avvio delle attività appare pertanto opportuno consolidare dataset e registri univoci, destinati a costituire il riferimento comune per tutte le successive fasi di monitoraggio e controllo.

16. Questioni di chiarimento, integrazioni richieste e indicazioni per il prosieguo istruttorio

16.1 Finalità del capitolo

L'analisi sviluppata nei capitoli precedenti ha consentito di ricostruire un quadro sufficientemente articolato del progetto, dello stato ambientale ante-operam, delle infrastrutture storiche interessate e delle principali modalità operative previste per la nuova campagna di ricerca.

La documentazione presentata dal proponente risulta nel complesso ampia e, per numerose componenti, supportata da indagini specialistiche, monitoraggi di campo e specifici elaborati progettuali. Le questioni evidenziate nella presente relazione non devono pertanto essere interpretate come un elenco indistinto di carenze, ma come un insieme di elementi che richiedono differente livello di consolidamento prima della conclusione dell'istruttoria tecnica.

L'approccio seguito è stato quello di distinguere tra aspetti già adeguatamente dimostrati, elementi che possono essere completati nel corso della progettazione esecutiva o del monitoraggio e questioni che incidono invece direttamente sulla definizione del progetto, sulla sicurezza, sulla gestione ambientale o sulle responsabilità post-operam.

Il presente capitolo traduce quindi le risultanze dei capitoli precedenti in un insieme organico di richieste di chiarimento e integrazione, da utilizzare come supporto tecnico per il contributo del Comune al procedimento.

16.2 Criterio di priorità

Le richieste sono classificate secondo il sistema utilizzato nell'intera relazione.

La priorità P1 identifica gli elementi che appare opportuno consolidare prima della conclusione della valutazione tecnica, in quanto incidono sulla definizione del progetto, sulla sicurezza, sulla gestione di potenziali contaminanti, sulla configurazione permanente delle opere o sulla chiara individuazione delle responsabilità.

La priorità P2 riguarda invece elementi rilevanti per migliorare la robustezza, la tracciabilità o l'efficacia del progetto, ma che possono generalmente essere completati mediante prescrizioni, aggiornamenti del PMA o successivi approfondimenti tecnici.

Tale classificazione non rappresenta quindi una graduatoria della gravità ambientale, ma una misura della necessità di disporre dell'informazione prima della chiusura dell'istruttoria.

16.3 RFC-01 – Caratterizzazione geomeccanica dei tratti di galleria utilizzati

La documentazione riconosce esplicitamente che non sono attualmente disponibili studi aggiornati dell'ammasso roccioso basati su parametri quali RQD o MRMR e prevede che ciascuna postazione di sondaggio venga verificata prima dell'utilizzo, adottando ove necessario ancoraggi, reti, spritz-beton o centine metalliche.

L'approccio adattativo appare tecnicamente ragionevole, ma deve essere trasformato in una procedura verificabile.

Non risulta necessario procedere a una caratterizzazione estensiva dell'intero reticolo storico di oltre 11 km qualora ampie porzioni rimangano escluse dalle attività. È invece necessario definire con precisione i tratti effettivamente percorsi, utilizzati, destinati alle perforazioni o necessari per emergenza e ventilazione.

Per tali porzioni si propone pertanto di richiedere:

una procedura di qualificazione geomeccanica preventiva dei tratti interessati dalle attività, con criteri di classificazione dell'ammasso, soglie di intervento, tipologie di consolidamento associate e registrazione dello stato iniziale e finale dei luoghi.

La richiesta mantiene priorità P1.

16.4 RFC-02 – Stabilità geotecnica e idraulica della strada

La richiesta deve comprendere anche la localizzazione delle gabbionate e delle eventuali opere paramassi/paravalanghe, con progressive, numero, sviluppo, altezza, geometria, fondazione e sezioni reali del versante, nonché una matrice di compatibilità opera-per-opera rispetto alla Classe di fattibilità geologica 4.

Gli elaborati relativi alla viabilità descrivono interventi di recupero che comprendono piattaforma stradale, opere di sostegno, gabbionate, cunette, tombotti e sistemazioni localizzate nei tratti più critici. La relazione geologica evidenzia inoltre la necessità di interventi specifici nei tornanti, nei tratti a maggiore pendenza e laddove siano presenti condizioni di instabilità del ciglio di valle.

La documentazione costituisce una buona base progettuale, ma il contesto geomorfologico e la presenza di dissesti attivi o recenti rendono opportuno individuare in maniera esplicita le sezioni maggiormente sensibili.

La richiesta dovrebbe pertanto riguardare:

l'individuazione delle sezioni stradali geotecnicamente e idraulicamente critiche, con verifica delle condizioni locali di stabilità, delle opere di sostegno e di drenaggio previste e dei criteri che determinano eventuali ulteriori interventi prima dell'apertura al traffico di cantiere.

La stessa integrazione dovrebbe ricostruire, per segmenti omogenei, la classificazione amministrativa e funzionale del tracciato (viabilità comunale/VASP, sedime storico, sentiero o mulattiera, eventuale nuova opera) e la natura delle trasformazioni previste. Nei tratti in Classe 4 dovrà essere chiarito se e su quale base l'intervento venga ricondotto alle opere pubbliche o di interesse pubblico ammesse dalle Norme Geologiche comunali e dovrà essere motivata, ove richiesta dalla disciplina di piano, la non altrimenti localizzabilità.

Qualora la qualificazione di interesse pubblico sia sostenuta mediante valutazioni strategiche, minerarie o tecnico-economiche non presenti nella documentazione accessibile, si ritiene appropriato richiedere una relazione motivata e, ove necessario, una sintesi non riservata degli studi di supporto contenente gli elementi sufficienti alla verifica amministrativa. Dovrà inoltre essere rappresentata la sovrapposizione con la Gran Via delle Orobie e con la sentieristica minore, garantendo continuità e sicurezza della fruizione o un tracciato alternativo durante le lavorazioni. Tale verifica resta distinta da una dichiarazione di pubblica utilità in senso espropriativo.

La priorità è P1.

16.5 RFC-03 – Percorribilità della viabilità da parte dei mezzi di progetto

La strada presenta un tracciato montano con pendenze locali significative, tornanti, carreggiata limitata e piazzole di scambio. La valutazione della percorribilità non dovrebbe quindi essere basata esclusivamente sulla sezione tipo della strada, ma sui mezzi effettivamente utilizzati.

Si propone di richiedere l'identificazione dei mezzi più gravosi o geometricamente vincolanti previsti nelle differenti fasi, verificandone massa, ingombri, raggi di sterzata, capacità di superamento delle pendenze e possibilità di transito nei tornanti e nelle piazzole. La verifica può essere sviluppata mediante analisi cinematica del percorso o altra dimostrazione tecnica equivalente.

Lo scopo non è introdurre uno specifico strumento progettuale obbligatorio, ma dimostrare che:

***geometria reale del tracciato + configurazione dei mezzi + modalità di transito =
effettiva percorribilità in condizioni di sicurezza.***

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

Lo scenario logistico dovrà inoltre essere esteso all'intera catena di accesso, comprendendo i tratti comunali Monno-Vedello-Agneda e Agneda-Diga di Scais-Cornascio, con indicazione dei transiti medi e massimi per tipologia di mezzo e delle fasi di punta. Per i settori comunali maggiormente esposti a dissesto dovrà essere documentato lo stato ante-operam e verificata la compatibilità del traffico previsto con le condizioni geometriche e di sicurezza della viabilità..

La priorità è P1.

16.6 RFC-04 – Ventilazione, Radon e gestione dell'esposizione occupazionale

Il commissioning dovrà inoltre includere una baseline del Radon atmosferico esterno presso portali e piazzali e punti a distanza crescente, distinguendo tali misure dalle determinazioni del fondo gamma. Il riferimento di 300 Bq/m³ deve essere utilizzato correttamente come livello di riferimento della concentrazione media annua e non come limite istantaneo.

Le misure effettuate nelle gallerie hanno evidenziato concentrazioni di Radon elevate e molto variabili. La relazione specialistica precisa correttamente che i valori disponibili rappresentano le condizioni dei periodi di misura e non una media annuale, ma riconosce comunque che le concentrazioni interne richiedono specifiche misure di gestione in caso di attività lavorativa.

Il progetto prevede un sistema di ventilazione forzata basato su un ventilatore assiale da 111 kW, con configurazione adattabile mediante teli e canalizzazioni.

L'impostazione è positiva, ma per la fase autorizzativa appare necessario collegare in modo più diretto:

concentrazione ante-operam → configurazione della ventilazione → portata effettiva → concentrazione residua → tempo di permanenza → esposizione del lavoratore.

Si propone quindi di richiedere un vero piano di commissioning radioprotezionistico, da applicare prima della presenza continuativa di personale nelle singole aree operative.

Il piano dovrebbe definire criteri di accesso, soglie operative, misure attive e passive, azioni in caso di superamento e modalità di verifica dell'efficacia della ventilazione.

La priorità è P1.

16.7 RFC-05 – Approfondimento radiologico delle acque

Le campagne disponibili hanno evidenziato nel 2025 valori di attività alfa totale superiori al valore di screening utilizzato nella documentazione in più punti, con persistenza dell'anomalia soprattutto presso PT_S06. Il PMA prevede controlli su alfa/beta totale e Uranio durante ante-operam, corso d'opera e post-

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

operam. Considerata la presenza di anomalie significative, appare opportuno passare, almeno nei punti maggiormente interessati, da una caratterizzazione puramente aggregata ad una identificazione dei principali radionuclidi responsabili dell'attività misurata.

La richiesta dovrebbe pertanto prevedere, nei punti rappresentativi e in particolare dove l'alfa totale risulti stabilmente elevata, una caratterizzazione che consenta di discriminare almeno, ove tecnicamente pertinente: U-234/U-238, Ra-226, Pb-210 e Po-210, oltre agli ulteriori radionuclidi che l'Esperto di Radioprotezione ritenga necessari. La finalità è distinguere una semplice misura di screening dalla ricostruzione dell'effettiva firma radiologica delle acque.

Priorità P1.

16.8 RFC-06 – Origine e comportamento dell'Arsenico

La documentazione evidenzia concentrazioni di Arsenico più elevate nei punti profondi e le associa alla mineralizzazione e a processi di lisciviazione naturale.

La stessa documentazione mostra una contemporanea presenza di Uranio in alcuni di questi punti, ma la robustezza storica dell'evidenza è differente per i due elementi.

Per l'Uranio è possibile dimostrare una presenza significativa nelle acque minerarie già nelle precedenti campagne storiche; per l'Arsenico la ricostruzione di lungo periodo risulta meno completa.

Si propone pertanto di richiedere:

un'interpretazione idrogeochimica specifica dell'Arsenico, distinta da quella dell'Uranio, che valuti distribuzione spaziale, variabilità stagionale, possibili sorgenti geologiche, ruolo delle opere minerarie storiche e comportamento atteso durante le nuove attività.

Alla luce delle osservazioni istituzionali di Faedo Valtellino (14/10/2026), il quadro idrico dovrà rappresentare il collegamento superficiale Torrente Vedello-Lago di Scais-sistema Venina-Adda, distinguendo chiaramente le eventuali connessioni sotterranee attraverso il massiccio, non dimostrate. Il proponente dovrà fornire delimitazione GIS dei sottobacini, schema delle derivazioni e restituzioni idroelettriche, portate e carichi potenziali, mappa georeferenziata di pozzi, captazioni e Centro Ittiogenico, verificando le alimentazioni effettive. Il PMA dovrà motivare l'inserimento o l'esclusione di punti sentinella a valle di Scais e presso i recettori segnalati, con baseline ante-operam, criteri di allerta e comunicazione agli enti territorialmente interessati. Non si presume un impatto o un trasferimento chimico-radiologico già accertato.

L'obiettivo non è necessariamente dimostrare una contaminazione antropica, ma evitare che l'origine naturale venga assunta per semplice associazione con la mineralizzazione uranifera.

Priorità P1.

16.9 RFC-07 – Bilancio integrato delle acque di processo

Nel bilancio devono essere inclusi anche i consumi e i reflui civili del campo base, con relativa raccolta, stoccaggio e destinazione finale, oltre alla definizione del regime di autocontrollo e verifica prestazionale dell'impianto di trattamento.

Il progetto descrive in modo sufficientemente chiaro il principio di funzionamento del circuito idrico: ritorno dalle perforazioni, trattamento mediante decanter, filtrazione a membrane e osmosi inversa, accumulo dell'acqua depurata e ricircolo alle perforatrici. Sono inoltre previsti reintegri per compensare le perdite fisiologiche. Ciò che deve ancora essere consolidato è il bilancio quantitativo.

Occorre poter ricostruire, per le condizioni operative rappresentative:

acqua iniziale + reintegro + eventuale acqua di miniera → perforazione → acqua di ritorno → acqua riciclata + fanghi + retentati + concentrato RO + perdite.

Si propone quindi di richiedere un bilancio di massa e delle acque che includa portate medie e di punta, recupero dei singoli stadi, percentuali di ricircolo, volumi di reintegro, perdite nel foro, concentrato dell'osmosi inversa e quantitativi residui alla fine di ciascuna fase.

La richiesta è P1, perché costituisce anche la base per la corretta quantificazione dei rifiuti liquidi e solidi.

16.10 RFC-08 – Destinazione finale dei rifiuti e residui NORM

La richiesta deve indicare anche il trigger gestionale conseguente alla classificazione radiologica dei residui e l'eventuale necessità di adeguare garanzie e modalità di gestione qualora lo scenario effettivo differisca da quello inizialmente assunto.

Il Piano di Gestione dei Rifiuti descrive in modo articolato lo stoccaggio temporaneo e la caratterizzazione dei residui, ma mantiene aperte più alternative per la destinazione finale: riposizionamento in rami dedicati della miniera, area autorizzata o impianto terzo specializzato, anche estero. Questa scelta incide in modo rilevante sulla configurazione post-operam e non dovrebbe rimanere indefinita fino alla conclusione delle attività.

Si propone pertanto di richiedere:

la definizione dello scenario gestionale principale dei residui NORM e delle condizioni analitiche o autorizzative che potrebbero determinare il ricorso a uno scenario alternativo.

Qualora venga prevista la permanenza definitiva in sotterraneo, dovranno essere individuati esattamente i tratti destinati al deposito, le quantità massime, le modalità di condizionamento, isolamento,

monitoraggio e chiusura. Dovrà inoltre essere esplicitamente incluso nel bilancio il concentrato dell'osmosi inversa, che il progetto stesso identifica come rifiuto liquido concentrato.

Priorità P1.

16.11 RFC-09 – Impronta effettiva del progetto sugli habitat Natura 2000

Il quadro dovrà comprendere anche l'illuminazione temporanea del cantiere e dei portali. Il DOC-003 depositato è già uno Studio per la Valutazione d'Incidenza di Fase II (Valutazione Appropriata): la richiesta riguarda pertanto il completamento degli elementi necessari al giudizio di incidenza sui siti Natura 2000, non l'avvio di una fase già intrapresa.

La VInCA stima per l'habitat prioritario 6230* un'interferenza diretta di circa 0,27 ha, pari allo 0,088% della superficie dell'habitat nel sito, basandosi sul recupero del tracciato esistente. La percentuale risulta quantitativamente contenuta, ma la verifica finale deve assicurare che la superficie utilizzata per il calcolo comprenda l'intera impronta delle opere.

Si propone quindi di richiedere una sovrapposizione GIS definitiva tra cartografia aggiornata degli habitat e carreggiata, allargamenti, piazzole, gabbionate, scarpate, attraversamenti idraulici, piazzali, campo base, aree di stoccaggio e ogni ulteriore superficie temporaneamente o permanentemente occupata.

La VInCA prevede inoltre monitoraggi specifici della fauna ipogea e dei chiroteri prima dell'avvio delle attività nelle gallerie.

La richiesta relativa alla reale impronta degli habitat e al completamento delle verifiche sulla fauna direttamente associata agli ambienti ipogei mantiene priorità P1.

16.12 RFC-10 – Matrice delle opere nella configurazione post-operam

La documentazione descrive differenti destini per le diverse componenti del progetto. Le strutture del campo base sono prevalentemente temporanee; piazzale e piazzole vengono recuperati; i cancelli dei portali rimangono; la strada viene mantenuta; alcuni tratti delle gallerie vengono utilizzati e potenzialmente consolidati; eventuali materiali potrebbero permanere in sotterraneo.

Queste informazioni sono però distribuite tra elaborati differenti.

Si propone pertanto di richiedere una Post-Operam Asset Matrix nella quale, per ciascuna opera, siano indicati:

*stato ante-operam → intervento previsto → stato a fine lavori →
permanenza/rimozione → manutenzione necessaria → soggetto responsabile.*

Tale matrice risulterebbe particolarmente utile per distinguere le opere temporanee dalle trasformazioni durevoli e costituisce uno strumento essenziale anche per la futura verifica dello stato dei luoghi.

Priorità P1.

16.13 RFC-11 – Regime gestionale e manutenzione della strada

Il progetto stradale dispone di uno specifico Piano di Manutenzione, con interventi annuali, periodici e post-evento e controlli che si estendono anche a intervalli quinquennali. La VIncA prevede inoltre che, a conclusione delle attività minerarie, la strada venga restituita alle comunità locali in condizioni migliorate. La permanenza dell'infrastruttura rende però necessario chiarire chi ne assumerà concretamente la gestione.

L'assenso comunale del 27 febbraio 2026, riferito alle sole attività preliminari di monitoraggio, stabilisce espressamente che il Comune non assume obblighi di ripristino, gestione, sicurezza o predisposizione dei luoghi. Tale atto non disciplina il futuro permesso di ricerca, ma rende necessario evitare qualsiasi automatismo.

Si propone quindi di richiedere:

la definizione del regime proprietario e gestionale della strada al termine delle attività, del soggetto responsabile della manutenzione, della durata degli obblighi e delle modalità di eventuale trasferimento o formale presa in carico.

Per la viabilità comunale di accesso dovrà inoltre essere definita una modalità di ricognizione ante-operam e di verifica successiva dello stato dei tratti utilizzati dal progetto, nonché il regime degli eventuali interventi di manutenzione straordinaria o ripristino resi necessari da danni direttamente imputabili al traffico di cantiere. Tali obblighi potranno essere regolati mediante atto, convenzione o prescrizione specifica, evitando automatismi a carico del Comune.

Priorità P1.

16.14 RFC-12 – Perimetro delle responsabilità sulle gallerie

Una problematica analoga riguarda il reticolo sotterraneo. Il progetto utilizza soltanto una parte delle gallerie storiche e non prevede la riabilitazione dell'intero sistema. Deve pertanto essere definito esattamente il perimetro delle porzioni che entrano nella disponibilità operativa del nuovo titolare, distinguendo:

tratti semplicemente attraversati, tratti utilizzati per perforazioni, tratti consolidati, aree di deposito, tratti interdetti e porzioni del reticolo storico completamente escluse dalle attività.

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

L'atto comunale del febbraio 2026 precisa che il Comune non ha assunto formalmente titolarità, gestione o presa in carico delle opere minerarie storiche e che il precedente assenso non costituisce riconoscimento della disponibilità giuridica delle stesse.

Si propone quindi che il nuovo titolo e gli elaborati progettuali definiscano chiaramente:

quali tratti vengono assunti operativamente dal proponente e per quali obblighi di sicurezza, manutenzione e ripristino.

Priorità P1.

16.15 RFC-13 – Quadro economico degli obblighi di recupero e garanzia

La garanzia dovrà mantenere efficacia rispetto agli obblighi effettivamente emergenti in corso d'opera, compresi eventuali scenari NORM più onerosi, e non dovrà risultare indebolita da variazioni societarie, cessioni o cessazione dell'attività del soggetto operativo. La definizione delle opere permanenti e temporanee non ha soltanto una funzione descrittiva, ma è necessaria per quantificare in modo realistico le attività che potrebbero essere richieste in caso di sospensione anticipata, mancato completamento o necessità di ripristino.

Si propone quindi di predisporre un inventario economico delle obbligazioni ambientali e di chiusura, comprendente almeno recupero delle aree temporanee, sicurezza dei portali e dei tratti utilizzati, rimozione delle strutture, gestione dei rifiuti residui, eventuale smaltimento dei NORM, monitoraggio post-operam e interventi sulla viabilità direttamente connessi agli obblighi del progetto.

Tale inventario dovrebbe costituire la base per verificare la congruità della garanzia finanziaria prevista nel procedimento, evitando che essa venga determinata su una configurazione progettuale ancora non completamente definita. La priorità è P1.

16.16 RFC-14 – Criteri di chiusura del monitoraggio post-operam

Il PMA stabilisce che il monitoraggio radiologico post-operam prosegua per almeno 12 mesi dalla cessazione delle attività e indica come obiettivo la dimostrazione dell'invarianza radiologica e dell'assenza di contaminazioni residue.

L'impostazione è adeguata, ma appare opportuno evitare che la semplice decorrenza dei dodici mesi determini automaticamente la conclusione del monitoraggio. Si propone pertanto di associare alla durata minima criteri prestazionali di uscita, distinti per ciascuna componente.

La logica dovrebbe essere:

*durata minima → verifica della stabilità → soddisfacimento dei criteri → chiusura;
in caso contrario → prosecuzione del monitoraggio.*

Per acque e radiologia i criteri dovrebbero essere riferiti alla variabilità ante-operam e all'assenza di trend peggiorativi attribuibili al progetto; per vegetazione e habitat alla stabilizzazione delle aree recuperate; per la viabilità alla funzionalità delle opere idrauliche e di sostegno; per le aree di stoccaggio all'assenza di residui o contaminazioni.

Priorità P2, con passaggi P1 laddove il criterio sia necessario per definire la chiusura di obblighi specifici.

16.17 RFC-15 – Riconciliazione dei dati radiologici e criteri gestionali

Il Capitolo 15 ha evidenziato alcune incongruenze puntuali nella documentazione radiometrica. In particolare, PT_S02 è indicato in alcune tabelle come mai campionato, mentre esiste un rapporto di prova riferito allo stesso codice; parallelamente, lo stesso valore di attività alfa è attribuito nel SIA a PT_S01. Ulteriori differenze riguardano la descrizione narrativa dei superamenti alfa del 2025 e il rapporto tra valore di screening pari a 0,1 Bq/L e obiettivo operativo indicato come inferiore a 0,25 Bq/L.

Non appare necessario ripetere l'intera campagna per la sola presenza di tali incongruenze documentali. È invece necessario produrre un dataset radiologico consolidato, validato e univoco.

Si propone pertanto di richiedere:

un'anagrafica definitiva dei punti e dei campioni, con coordinate, data, rapporto di prova, risultato analitico e interpretazione, accompagnata da una nota che chiarisca la funzione dei diversi valori di riferimento e le azioni gestionali associate.

Priorità P1.

16.18 RFC-16 – Quadro epidemiologico e valutazione sanitaria ATS

Il quadro epidemiologico riportato nel SIA è costruito su dati ufficiali forniti da ATS della Montagna e considera mortalità e ospedalizzazione nei periodi 2017-2019 e 2022-2023. I risultati costituiscono un elemento utile della baseline sanitaria territoriale, ma richiedono una lettura specialistica coerente con la natura ecologica dei dati e con la ridotta numerosità delle popolazioni comunali considerate.

Per il Comune di Piateda il SIA riporta, tra gli scostamenti statisticamente significativi secondo il criterio adottato nello Studio, un SMR pari a 1,29 per il complesso dei tumori (IC 90% 1,02-1,62). Per l'ospedalizzazione sono inoltre riportati SHR pari a 1,66 per i tumori maligni di trachea, bronchi e polmone (IC 90% 1,04-2,53) e 2,68 per i tumori maligni del rene, della pelvi renale e dell'uretere (IC 90% 1,46-4,55). Nell'area più ampia analizzata dal SIA sono presenti ulteriori scostamenti, alcuni caratterizzati da intervalli di confidenza molto ampi.

Tali indicatori non consentono, da soli, di formulare inferenze causali rispetto alla mineralizzazione uranifera, alle attività minerarie storiche o al nuovo programma di ricerca. La loro interpretazione richiede

Proff. Ing. Vincenzo RIGGIO e Daniele MARTINELLI

infatti di considerare almeno l'effetto dei piccoli numeri, la stabilità temporale dei segnali, la distribuzione territoriale, la disponibilità di dati di incidenza e i principali fattori confondenti.

Si propone pertanto di richiedere:

un parere epidemiologico interpretativo di ATS della Montagna sulla robustezza statistica e sulla rilevanza sanitaria dei segnali riportati nel SIA, con particolare riferimento al Comune di Piaveda e, ove epidemiologicamente pertinente, all'area territoriale più ampia; il parere dovrebbe indicare se siano necessari ulteriori approfondimenti, serie temporali più estese, dati di incidenza o altre forme di sorveglianza sanitaria.

Priorità P1, con acquisizione preferibilmente prima della conclusione dell'istruttoria, in quanto il tema non modifica allo stato attuale la valutazione causale del progetto ma completa la baseline sanitaria e consente all'Autorità competente di disporre di un'interpretazione istituzionale dei dati.

16.19 RFC-17 – Arsenico, fondo geogenico e disciplina del Titolo V

Le campagne idrochimiche documentano concentrazioni di Arsenico che, in alcuni punti del sistema minerario, raggiungono o superano il valore di 10 µg/L assunto come CSC per le acque sotterranee dalla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006. Per l'Uranio, invece, la medesima tabella non prevede una CSC: i due elementi devono pertanto rimanere distinti sia nell'interpretazione geochimica sia nell'inquadramento amministrativo.

La documentazione attribuisce le anomalie alla mineralizzazione e a processi di interazione acqua-roccia, ipotesi tecnicamente plausibile ma che non equivale, di per sé, alla formale definizione di un valore di fondo naturale/geogenico. Rimane inoltre necessario chiarire la qualificazione della matrice idrica nei singoli punti e l'eventuale attivazione degli adempimenti previsti dalla disciplina dei siti contaminati, senza trasferire automaticamente al nuovo progetto responsabilità riferibili a condizioni storiche o naturali preesistenti.

Si propone pertanto di richiedere:

un quadro amministrativo e tecnico consolidato che specifichi l'eventuale applicazione degli artt. 242 e/o 245 del D.Lgs. 152/2006, le comunicazioni eventualmente effettuate agli enti competenti, le interlocuzioni o determinazioni di ARPA e l'eventuale definizione di valori di fondo naturale/geogenico sito-specifici; il quadro dovrà distinguere tale problematica dalla qualificazione e dal regime del drenaggio minerario storico verso il Torrente Vedello e dagli eventuali scarichi riconducibili al nuovo progetto.

In parallelo, ma mantenendo distinto il diverso quadro normativo delle acque destinate al consumo umano, appare opportuno chiarire il follow-up della non conformità per Arsenico rilevata presso la

Sorgente San Bartolomeo Inferiore, il ruolo effettivo della sorgente nello schema acquedottistico, gli eventuali trattamenti o miscele e gli esiti dei controlli successivi. Per le captazioni ritenute pertinenti dovrà inoltre essere mantenuto nel tempo il monitoraggio dell'Uranio, già presente nel set analitico SECAM.

Priorità P1/P2: P1 per la chiarificazione del quadro amministrativo e delle eventuali conseguenze sulle acque coinvolte nel sistema minerario; P2 per il consolidamento interpretativo del fondo geogenico e per gli aspetti di monitoraggio idropotabile.

16.20 Consolidamento della tracciabilità prima dell'avvio delle attività

Tra gli elaborati di consolidamento è opportuno includere un quadro unitario della configurazione operativa del cantiere, con personale e turni, giorni e mesi di attività, traffico medio e di punta, generatori e potenze, ventilazione, trattamento e pompe, illuminazione, servizi igienici, approvvigionamenti e configurazioni simultanee delle principali sorgenti ambientali, con esplicita quantificazione dei transiti sull'intero itinerario di accesso comunale fino alla pista mineraria.

Le richieste sopra riportate mostrano che una parte significativa delle integrazioni non richiede necessariamente nuove campagne estese, ma un miglior consolidamento delle informazioni già disponibili.

Prima dell'avvio operativo appare particolarmente utile disporre di un insieme limitato di documenti master condivisi tra tutti gli elaborati anagrafica ambientale dei punti di monitoraggio; inventario delle gallerie utilizzate; configurazione definitiva delle opere; bilancio idrico e dei rifiuti; matrice post-operam; quadro delle responsabilità; criteri di chiusura. Questi strumenti ridurrebbero sensibilmente il rischio di divergenze tra SIA, PMA, Programma dei Lavori, PGR e successive relazioni specialistiche.

Non si propone quindi un ampliamento indiscriminato del corpus documentale, ma al contrario una riduzione della frammentazione attraverso pochi documenti di riferimento univoci.

16.21 Quadro riepilogativo delle richieste

Codice	Questione da consolidare	Priorità
RFC-01	Caratterizzazione geomeccanica dei tratti di galleria effettivamente utilizzati	P1
RFC-02	Stabilità geotecnica/idraulica delle sezioni critiche della strada	P1
RFC-03	Percorribilità dei mezzi e scenario di traffico sull'intera catena di accesso	P1
RFC-04	Ventilazione, Radon, soglie operative e commissioning radioprotezionistico	P1
RFC-05	Speciazione radiologica delle acque nei punti con alfa elevata	P1

Codice	Questione da consolidare	Priorità
RFC-06	Interpretazione specifica dell'Arsenico e verifica di eventuali connessioni verso il Torrente Venina	P1
RFC-07	Bilancio integrato delle acque e dei flussi di processo	P1
RFC-08	Destinazione finale dei residui NORM e concentrato RO	P1
RFC-09	Sovrapposizione GIS completa progetto-habitat e fauna ipogea	P1
RFC-10	Matrice delle opere e configurazione post-operam	P1
RFC-11	Gestione/manutenzione futura della strada e ripristino della viabilità comunale utilizzata dal progetto	P1
RFC-12	Perimetro operativo e responsabilità sui tratti di galleria utilizzati	P1
RFC-13	Inventario economico degli obblighi di chiusura e congruità della garanzia	P1
RFC-14	Criteri prestazionali per la conclusione del monitoraggio post-operam	P2 / P1
RFC-15	Riconciliazione e validazione del dataset radiologico	P1
RFC-16	Quadro epidemiologico e valutazione sanitaria ATS	P1
RFC-17	Arsenico, fondo geogenico e disciplina del Titolo V	P1 / P2

16.22 Valutazione conclusiva

L'analisi complessiva della documentazione non evidenzia una generale insufficienza del quadro progettuale o ambientale. Al contrario, il proponente ha predisposto un corpus articolato che comprende studi ambientali, monitoraggi, valutazioni specialistiche, piano di monitoraggio, studio di incidenza, documentazione radiologica, piano dei rifiuti e approfondimenti progettuali relativi alla viabilità e alle attività sotterranee.

Numerosi elementi risultano già adeguatamente sviluppati: la ricostruzione generale dello stato ambientale, la caratterizzazione delle principali sorgenti di impatto, l'individuazione delle misure di mitigazione, l'impostazione del monitoraggio plurifase e la scelta di concentrare le attività di ricerca nelle infrastrutture minerarie esistenti.

Le principali questioni ancora aperte hanno invece una caratteristica comune: riguardano il passaggio dalla descrizione generale alla definizione operativa e verificabile del progetto.



perimetro delle opere realmente utilizzate; condizioni di sicurezza per l'accesso; bilanci di materia e acqua; destino dei residui; impronta ambientale effettiva; configurazione permanente del sito; responsabilità gestionali e criteri di chiusura.

Si tratta quindi prevalentemente di integrazioni mirate e non della necessità di ricostruire integralmente il quadro ambientale.

Particolare attenzione dovrà essere mantenuta nel distinguere le condizioni derivanti dalle attività storiche dalle nuove responsabilità associate al permesso di ricerca. L'assenso comunale già rilasciato per le sole attività preliminari chiarisce infatti che il Comune non ha assunto la gestione o la responsabilità delle opere minerarie storiche e che l'accesso allora autorizzato rimaneva sotto la responsabilità del soggetto operante.

Analogamente, la futura configurazione della strada, dei portali, delle gallerie utilizzate e degli eventuali residui mantenuti nel sottosuolo deve essere definita in modo tale che opera, obbligo e soggetto responsabile rimangano sempre chiaramente associati.

Nel complesso, la documentazione può quindi essere considerata una base tecnica sostanzialmente strutturata, ma da consolidare mediante un numero circoscritto di integrazioni prioritarie prima della conclusione del procedimento.

L'indicazione conclusiva per il prosieguo istruttorio può essere formulata come segue:

le integrazioni richieste dovrebbero essere concentrate sugli elementi P1 individuati nella presente relazione, evitando richieste documentali generalizzate e privilegiando invece elaborati univoci, quantitativi e verificabili. Una volta risolti tali aspetti, il quadro disponibile consentirà di distinguere con maggiore certezza gli impatti propri del nuovo programma di ricerca dalle condizioni storiche del sito e di definire in maniera più robusta misure operative, monitoraggio, obblighi post-operam e relative responsabilità.
