



# Il buon governo dell'ambiente

**Michele Coghe  
Lorena Fenu  
Patrizia Matta  
Anas SpA (Gruppo FS Italiane)**

**OBIETTIVO SULLA GESTIONE AMBIENTALE NEL CANTIERE DELLA SS 195 BIS NUOVA SULCITANA IN SARDEGNA, TRA CRITICITÀ AFFRONTATE E RISOLTE DA ANAS, A PARTIRE DAL “GOVERNO” DI UN’OPERA LA CUI COSTRUZIONE INTERESSA UN SITO DI BONIFICA AMBIENTALE DI INTERESSE NAZIONALE. DI SEGUITO, IL RACCONTO DEI MOLTEPLICI ASPETTI PROGETTUALI E OPERATIVI IN MATERIA DI TERRE E ROCCE DA SCAVO, FATTO DA CHI SI È OCCUPATO DIRETTAMENTE DELLA QUESTIONE.**

**I**l presente lavoro tratta degli aspetti ambientali connessi alla costruzione della SS195 Bis “Nuova Sulcitana”, tra Cagliari e Pula, sul versante occidentale del Golfo di Cagliari, in Sardegna, focalizzandosi sulla gestione delle terre e rocce da scavo (T&RS). La direttrice progettuale del nuovo collegamento a 4 corsie, che bypassa l’itinerario litoraneo esistente fin da epoca romana, si sviluppa per circa 30 km divisi in 4 lotti e due bretelle di connessione funzionale alla rete esistente, tra Cagliari, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula. Essa avrà caratteristiche di “Strada Extraurbana Principale”, Tipo B ex art. 2 del Codice della Strada, con sezione a quattro corsie su due carreggiate, fino alla progressiva di progetto 28+300 circa, dopo la quale si ridurrà a 2 corsie totali fino a connettersi sulla vecchia “Sulcitana”. I primi studi preliminari risalgono al 2001 quando

si pose il problema della scelta del tracciato tra tre alternative: litoranea, pedemontana e intermedia. Quest’ultima fu la prescelta, con asse in variante rispetto all’esistente, che presenta problemi di interferenza con rete idrografica, aree urbanizzate e rete stradale secondaria. Attualmente sono in fase di avanzata realizzazione i Lotti 1 e 3 (quest’ultimo recentemente aperto al traffico) e l’Opera Connessa Sud, per una lunghezza di circa 16 km di nuova strada per la maggior parte fuori sede. Il nuovo tracciato presenta delicati problemi di natura ambientale, interessando le aree SIC degli stagni e delle saline a Sud del capoluogo; non è un caso, infatti, che la VIA del 2007 sia stata emessa per l’intero tracciato dell’opera, ma Lotto 2, Opera Connessa Nord e circonvallazione dello stagno di Santa Gilla (Lotto 0), ora in fase di progettazione o studio, sono stati stralciati in ragione del-

**1. Cavalcavia del Lotto 1  
in costruzione**

**2. Nuova Sulcitana  
e area del SIN**

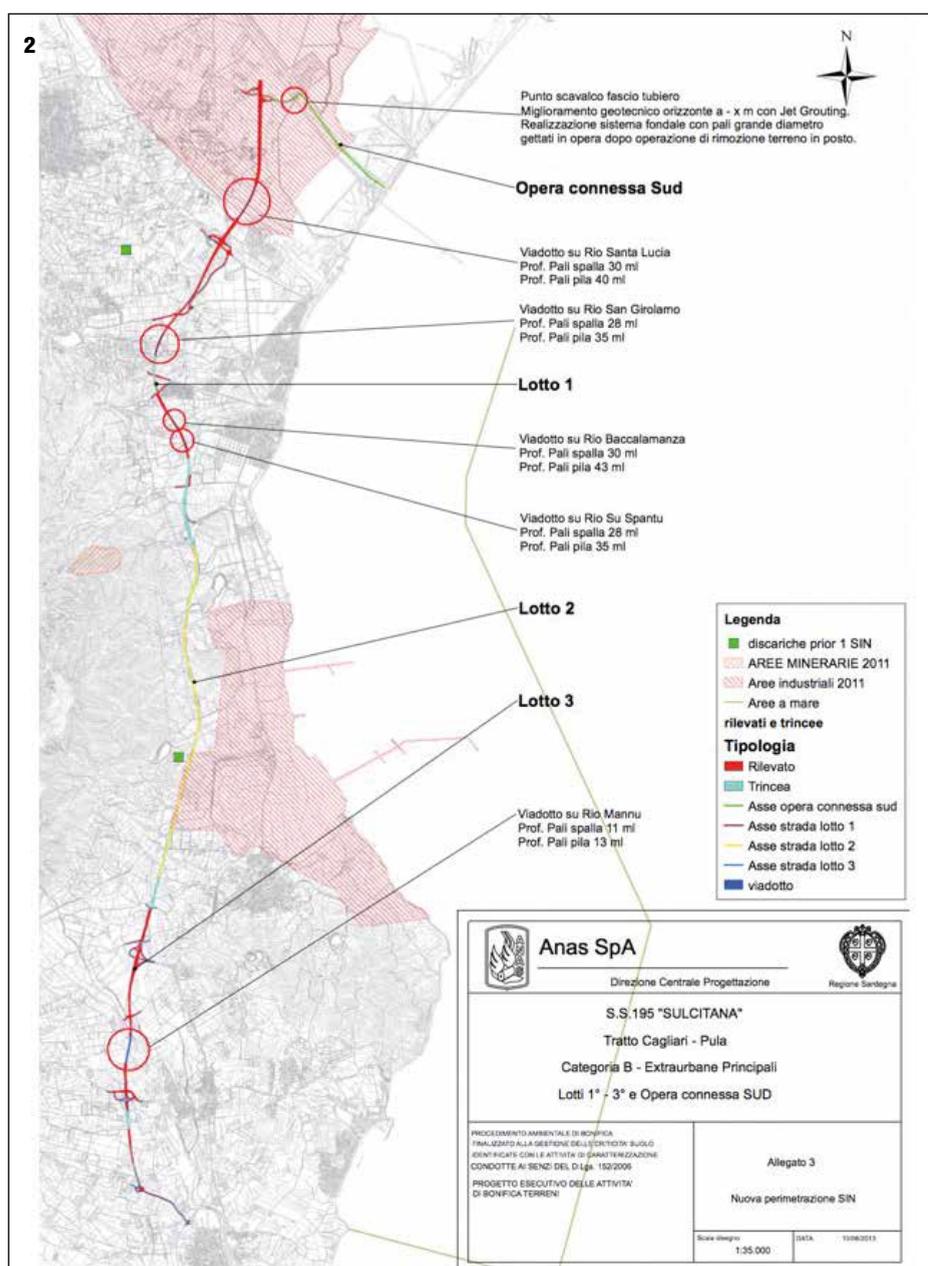
**3. Uno dei cantieri  
visto dall’alto**

## Gli autori

**MICHELE COGHE**, ingegnere dei trasporti, è responsabile tecnico Nuove Costruzioni in Anas. Si occupa di progettazione, realizzazione e manutenzione con il ruolo di DL/CSE/RUP. Ha collaborato con il CRIMM della facoltà di Ingegneria di Cagliari. Membro della Commissione UNI/CT 012 e di AIIT, è co-autore di pubblicazioni tecniche.

**LORENA FENU**, ingegnere per l'ambiente e il territorio, è tecnico professionale in Anas. Si occupa di progettazione e realizzazione con il ruolo di direttore operativo e contabile dei lavori. Ha acquisito esperienza su diversi aspetti della gestione ambientale.

**PATRIZIA MATTA**, laureata in scienze geologiche, in Anas è geologa compartimentale. Si occupa, in particolare, degli aspetti geologici e geotecnici connessi ai cantieri. Ha acquisito esperienza su diversi aspetti della gestione ambientale.



le difficoltà progettuali ed economiche allora connesse alla tutela ambientale. Il nuovo tracciato consentirà di superare molte criticità che affliggono la strada esistente a due corsie, come l'incidentalità e l'intenso traffico. I tratti in costruzione rappresentano, ad oggi, l'appalto stradale più oneroso dell'Isola con i suoi 113 milioni di euro a base di gara, per un finanziamento complessivo di circa 164 milioni quasi tutti finanziati dalla Regione Autonoma della Sardegna.

## Aspetti ambientali

Quando la progettazione ha avuto inizio nei primi anni Duemila con gli studi di fattibilità, era ancora in fase embrionale la delimitazione provvisoria dei cosiddetti Siti di bonifica ambientale di Interesse Nazionale (SIN) da parte del Ministero dell'Ambiente (MATTM), in attuazione dell'art. 14 del D. Lgs. 22/1997, c.d. "Decreto Ronchi". Nel 2001 tutta la parte Sud-Ovest della Sardegna, nota come "Sulcis-Iglesiente-Guspinese", fu dichiarata SIN a causa della sua storia mineraria e industriale che ha lasciato in eredità rifiuti e contaminazione da sostanze nocive in ampie zone. Al marzo 2003 risale la perimetrazione provvisoria del SIN, che prende il nome dalla sub-regione interessata e che assume qui interesse specifico. In base a tale perimetrazione, l'intero sviluppo della "Nuova Sulcitana", così come si andava delineando, risultava interamente ricompreso all'interno del SIN e ciò ha determinato la necessità di attivare un complesso iter tecnico-amministrativo da parte del MATTM. Il procedimento - suddiviso tra le fasi di Progettazione esecutiva e Realizzazione dell'opera - si è svolto secondo un arco temporale che, tra l'inizio della caratterizzazione delle matrici ambientali (terreni e acque sotterranee) e la conclusione formale dell'iter di bonifica di quelle contaminate, si è sviluppato per ben sei anni. A testimonianza dell'impatto che le problematiche ambientali hanno sul cronoprogramma di attuazione di grandi interventi infrastrutturali in aree con criticità ambientali significative, laddove la progettazione non sia da subito ben integrata con le attività necessarie per la loro risoluzione e/o mitigazione.

## Il progetto: PUB, T&RS e monitoraggio ambientale

Durante le fasi di progettazione esecutiva a cura dell'appaltatore, è risultato chiaro che, per realizzare l'opera così



come da progetto definitivo 2007, sarebbe stato necessario affrontare la gestione di specifiche problematiche ambientali scaturite dall'obbligo di rispettare vincoli in parte emersi proprio in quegli anni. In attesa della decisione sulla proposta regionale di perimetrazione definitiva, tutti i 16 km della "Nuova Sulcitana" sono stati così fatti ricadere all'interno del SIN "Sulcis-Iglesiente-Guspinese", come perimetrato provvisoriamente dal decreto istitutivo del 2003. Gli ambiti principali interessati dalla progettazione sono stati relativi a:

- Procedimento di Bonifica ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (TUA, Testo Unico Ambientale);
- Gestione delle Terre e Rocce da Scavo (T&RS);
- Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).

A questi tre macro-aspetti, si è affiancata poi la problematica di una puntuale gestione dei rifiuti generati dalle attività di costruzione. In questa sede ci limiteremo a focalizzare l'attenzione sulla sola gestione delle T&RS, rimandando ad altre occasioni approfondimenti sugli ulteriori aspetti. A fronte del quadro normativo vigente, la committente Anas SpA ha svolto internamente una prima pianificazione delle attività di caratterizzazione ambientale culminata nella proposta al MATTM di un Piano di Indagini nel maggio 2009, redatto ai sensi dell'art. 242 del TUA e poi approvato con prescrizioni nel luglio dello stesso anno. Dopo alterne e complesse vicende tra gli attori in gioco, a inizio 2011 sono stati quindi trasmessi al MATTM il Piano di Caratterizzazione Ambientale, l'Analisi di Rischio sito-specifica (AdR) e il Progetto Unico di Bonifica (PUB) con annesso Piano di gestione delle Terre e Rocce da Scavo (T&RS). Sulla fascia di occupazione stradale lunga circa 16 km e larga mediamente 70 m sono stati eseguiti 129 sondaggi, di cui 18 trasformati in piezometri e sono stati estratti 360 campioni di terreno a fronte di 17 campioni di acqua. All'esito della caratterizzazione sono stati riscontrati in tutto 257 esuberi delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione), per cui in accordo col quadro normativo vigente si è provveduto all'effettuazione dell'Analisi di Rischio sito-specifica per la determinazione dei valori delle CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio). L'AdR ha permesso di individuare soltanto due punti in cui le concentrazioni massime hanno superato le CSR per gli analiti Rame e Arsenico. In questa fase Anas ha ritenuto di dover adottare un approccio decisamente cautelativo nei confronti della salute, decidendo di gestire comunque tutti i casi riconosciuti di superamento delle CSC per gli idrocarburi C>12 e C<12, indipendentemente dal fatto che le relative CSR non fossero state superate. Il PUB ha previsto l'intervento su dieci aree puntuali circoscritte con esubero CSR/CSC C>12, nei quali la tecnica scelta per rimuovere la contaminazione è stata quella del "Dig&Dump", ossia dello scavo, rimozione e smaltimento del terreno contaminato su un'area di 100 m<sup>2</sup> intorno al centroide di riferimento, fino a un metro di profondità. Tutte le operazioni sono state concordate con l'ARPA Sardegna che ha partecipato in contraddittorio alle verifiche del target di bonifica. Successivamente all'esito positivo, si è proceduto al riempimento dello scavo con materiale da cava caratterizzato. L'atto finale è stato il nullaosta del Settore Ambiente della Provincia di Cagliari, che consentito così l'avvio della movimentazione delle terre e, di fatto, la costruzione.



4, 5. Campionamenti

## Gestione di Terre e Rocce da Scavo

L'adeguamento della "Nuova Sulcitana" prevede la movimentazione di circa 900.000 m<sup>3</sup> di terre e rocce da scavo. Considerato il fatto che queste, secondo la perimetrazione provvisoria del 2003, risultano tutte prodotte all'interno di un SIN, si comprende la preoccupazione di MATTM ed Enti di controllo per i rischi legati alla movimentazione di materie potenzialmente contaminate e, quindi, della necessità di pretendere una loro assoluta tracciabilità. Le T&RS, pertanto, vengono gestite secondo specifiche modalità approvate dal MATTM: solo quelle rispondenti ai criteri qualitativi richiesti, con vincoli dunque decisamente più ampi rispetto ai cantieri esterni a un SIN, potranno essere riutilizzate nel cantiere per rilevati, ritombamenti e rimodellazioni ambientali. In generale, il quadro normativo delle bonifiche ambientali, con la caratterizzazione delle matrici suolo e acque, costruito per regolare attività in contesti areali fortemente o potenzialmente inquinati, mal si adatta a fornire procedure valide su aree lunghe e strette come quelle di un'occupazione stradale. Infatti, mentre in un'area ugualmente estesa sulle due dimensioni è possibile individuare le zone contaminate attraverso il metodo della "quadrettatura", sempre più fitta man mano che ci si avvicina alla probabile fonte della contaminazione, con un'area lineare è molto difficile operare con approssimazioni successive, a individuare la potenziale fonte di contaminazione, non foss'altro perché si dovrebbe operare fuori dalle aree di esproprio e magari estendere le indagini ben oltre quelle interessate dalla costruzione. Pertanto, solo in caso di areali già oggetto di studi e indagini di caratterizzazione si può pensare di prevedere con una certa affidabilità attività, quantità e tempi necessari per la bonifica che coinvolga le matrici suolo e acque; di qui l'importanza di disporre di dati ambientali diffusi e georeferenzia-

ti in database aperti e liberamente consultabili in continuo aggiornamento.

Poichè l'approvazione del progetto della "Nuova Sulcitana" e il parere di VIA sono stati emessi prima della pubblicazione del DM 161/2012 e della normativa seguente, che ha in un certo senso rivoluzionato il modo di gestire le T&RS, il Piano di Gestione T&RS è stato sviluppato secondo le indicazioni previste dall'Art. 186 del TUA. Nel periodo transitorio della nuova normativa, con l'opera in esecuzione, la Direzione dei Lavori di Anas non ha ritenuto opportuno far "migrare" il procedimento verso il DM 161/2012, in quanto tale scelta avrebbe determinato la riapertura della procedura VIA con incertezza nei tempi di approvazione. In questa sede è interessante osservare che il MATTM ha approvato la proposta di Piano di Gestione delle T&RS introducendo le seguenti prescrizioni di riferimento:

- Le terre possono essere riutilizzate esclusivamente entro settori con caratteristiche geologiche "omogenee";
- Su tutti i terreni lungo l'intero tracciato, dovranno essere realizzate sia analisi sul tal quale sia analisi dell'eluato;
- Potranno essere riutilizzate solo le terre provenienti da siti non oggetto di bonifica;
- Potranno essere riutilizzate solo terre per le quali le analisi sul tal quale avranno fornito valori di concentrazione inferiori alle CSC di riferimento o alle CSR sito-specifiche calcolate;
- Potranno essere riutilizzate solo le terre per le quali il test di cessione abbia fornito concentrazioni inferiori ai limiti CSC delle acque sotterranee;
- Il pieno utilizzo delle terre movimentate dovrà essere "certo" prima dell'inizio delle attività di produzione delle stesse (Art. 186 D. Lgs 152/2006);
- Dovrà essere dimostrata la piena tracciabilità dei flussi di terre gestiti;
- Le Aree di Omologa delle terre dovranno essere realizza-

te in corrispondenza di settori privi di condizioni di esubero dei limiti CSC (ossia su aree caratterizzate);

- Relativamente alle sole terre prodotte in corrispondenza dei settori ricadenti in area SIN, le analisi chimiche devono essere validate da ARPA Sardegna.

Nei fatti, il MATTM ha imposto un'onerosa ricaratterizzazione di tutte le terre movimentate nel cantiere, nonostante l'Analisi di Rischio sito-specifica abbia dimostrato come le aree di occupazione, a seguito delle indagini di caratterizzazione, non siano risultate contaminate e nonostante l'approvazione della Relazione Finale di Bonifica da parte della Provincia di Cagliari abbia restituito le aree agli usi legittimi.

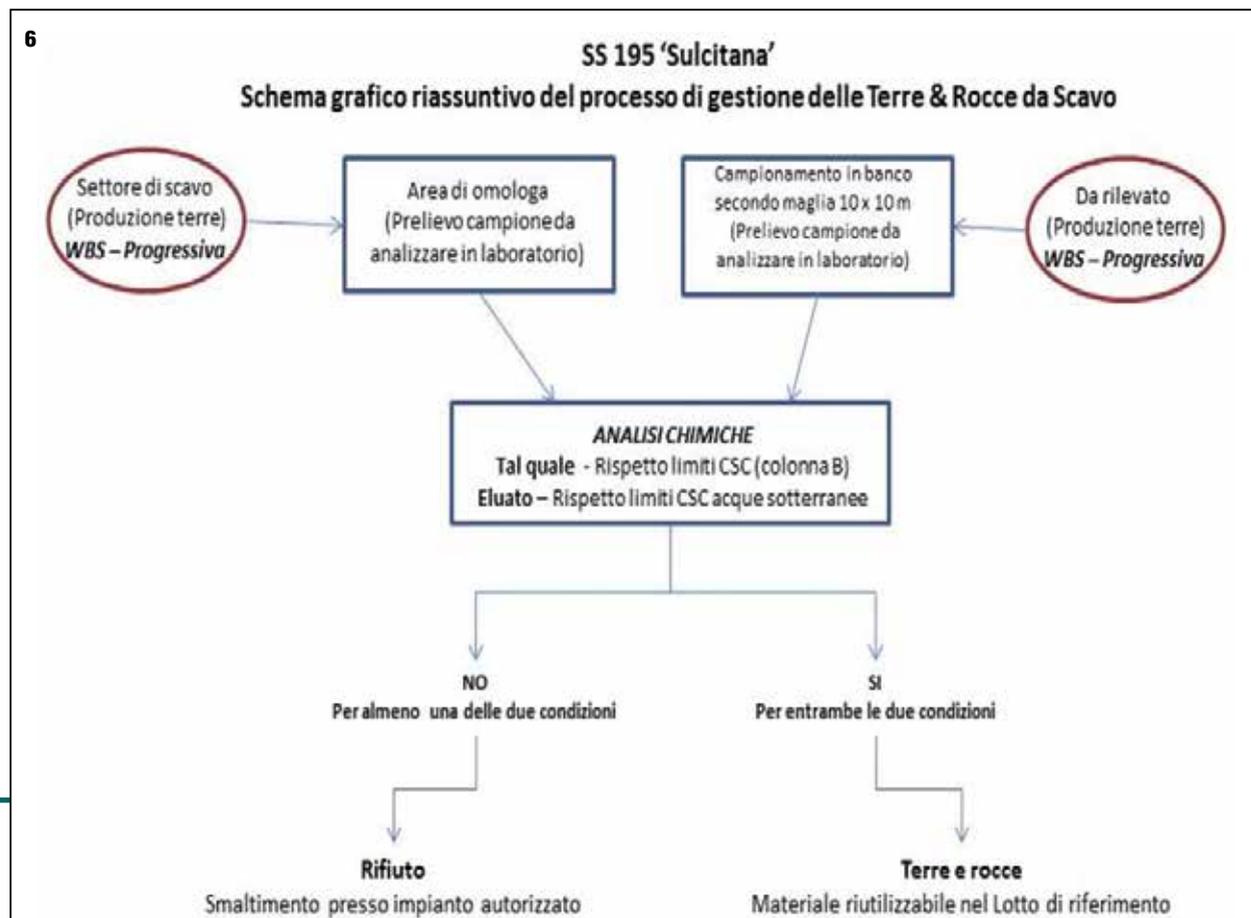
## Operatività del piano di gestione T&RS

Sulla base delle prescrizioni impartite dagli Enti, è stato progettato un Piano Esecutivo di gestione delle T&RS e per ciascun lotto dell'opera è stata redatta una documentazione progettuale di dettaglio nella quale sono state formalizzate le modalità operative da adottare. La progettazione ha dovuto così garantire la rappresentatività dei campionamenti rispetto ai volumi di terre da movimentare, l'operatività di cantiere, senza onerosi "tempi morti", la tracciabilità dei volumi gestiti e la protezione delle matrici ambientali. Il tutto si è tradotto in una procedura di grande dettaglio resa operativa grazie al coinvolgimento di tutte le funzioni di cantiere e del personale della DL Anas preposto al controllo. In funzione delle diverse modalità di escavazione sono state individuate due metodiche per la verifica della qualità ambientale delle T&RS: campionamento "in banco" e in "area di omologa".

### Campionamento in banco

Mutuando le linee guida introdotte dall'allora recente DM 161/2012, è stata pianificata una campagna di campiona-

### 6. Schema generale di gestione Terre e Rocce da Scavo



mento dei terreni identificando, ogni 500 m circa, le verticali di campionamento in corrispondenza delle quali procedere, tramite escavatore, al prelievo di appositi campioni. In corrispondenza di ciascuna verticale sono stati prelevati 3 campioni (1 il primo metro, 1 a fondo foro e 1 intermedio). Il campione profondo è stato definito sulla base della massima profondità di scavo prevista dal progetto in quel settore o WBS dell'opera. Questa modalità è stata adottata per i terreni relativi alle T&RS delle trincee sull'asse principale; di cui alla viabilità locale e di concessione; relative ai sottovia e tombini idraulici; relative agli scavi di fondazioni superficiali, compresi sbancamenti; relative agli scavi per interferenze e pozzetti. Nel caso le analisi chimiche avessero fornito esubero dei limiti di riferimento, si sarebbe proceduto a eseguire 4 nuovi saggi, così da conterminare il volume da sottoporre a smaltimento.

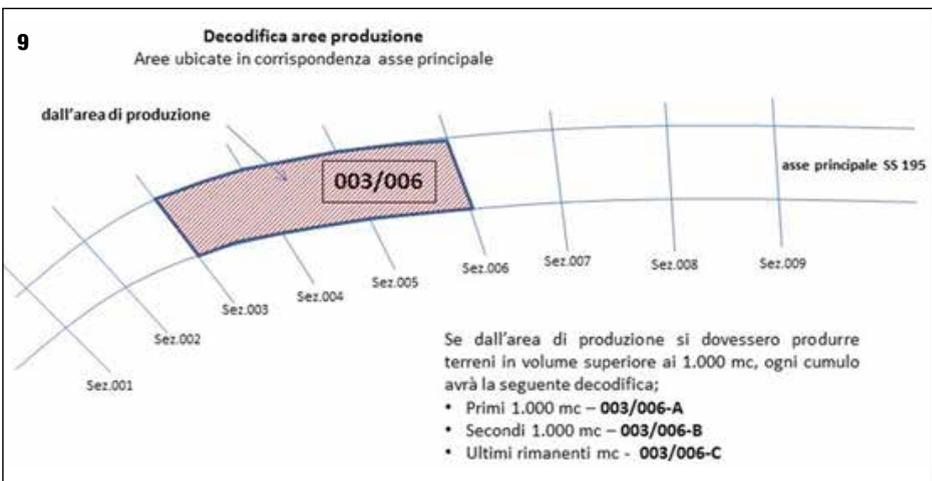
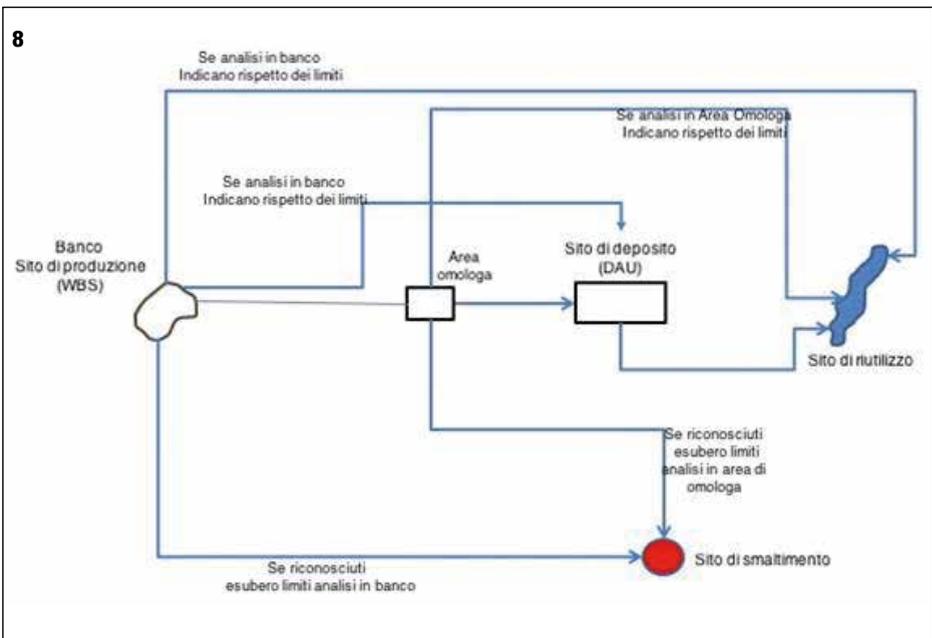
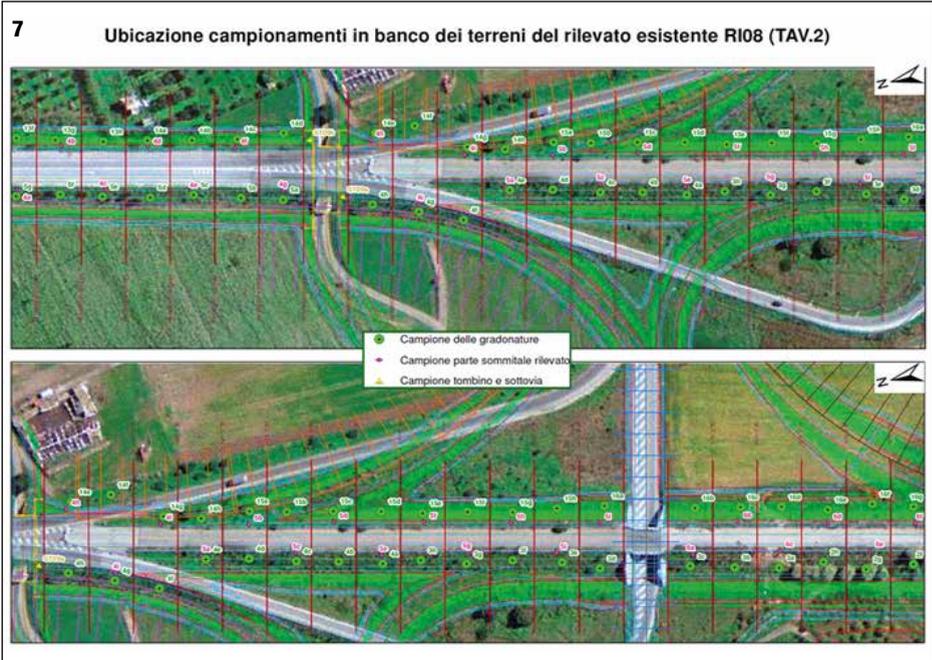
### Campionamento area di omologa

Questa modalità di campionamento è stata adottata per tutte le terre di scotico superficiale per i primi 20 cm (organico) su tutta l'area di occupazione stradale; terre provenienti da bonifica geotecnica (identificate a seguito di indicazione della DL); terre e rocce provenienti da demolizione totale o parziale di rilevati esistenti; terre e rocce provenienti da fondazioni profonde (scavate a secco). È stata quindi definita la posizione di 14 aree di omologa distribuite lungo tutto l'asse, presso le quali depositare fino a 1.000 m<sup>3</sup> di terreno così da permettere la composizione del campione rappresentativo del cumulo. Nel caso le analisi chimiche avessero fornito esubero dei limiti di riferimento, si sarebbe proceduto allo smaltimento del cumulo analizzato.

### Tracciabilità delle T&RS

Per poter tracciare i movimenti delle terre scavate si è deciso di adottare una modalità di codifica dei campioni da inviare al laboratorio così strutturata: WBS/Si/Sf-A. Dove WBS sta per parte d'opera che in tal caso può essere una trincea di produzione di terre da scavo, o un rilevato di destinazione di terre scavate geotecnicamente idonee e ambientalmente omologate. Si ed Sf sono, rispettivamente, la sezione iniziale e finale del tratto di corpo stradale identificato dalla WBS. A, B, C... una lettera che indica i volumi movimentati di 1000 in 1000 m<sup>3</sup>. Per esempio, il campione di terreno relativo ai primi 1.000 m<sup>3</sup> prodotti nella trincea TR01 tra le sezioni 243 e 250 dell'asse principale (WBS TR01) sarà codificato come: TR01/243/250-A (primi 1.000 m<sup>3</sup>). Se dalla stessa trincea fossero prodotti terreni per volumi superiori a 1.000 m<sup>3</sup>, gli stessi avranno codifica: TR01/243/250-B (da 1.000 a 2.000 m<sup>3</sup>), TR01/243/250-C (da 2.000 a 3.000 m<sup>3</sup>) ecc. Per scavi eseguiti in corrispondenza di una specifica WBS di opera accessoria (cavalcavia, svincoli, sottovia, ecc.), la codifica è del tipo WBS/010/015-A, dove 010 e 015 indicano le sezioni.

La tracciabilità del campione inviato al laboratorio è completata inserendo le seguenti informazioni: data prelievo campione; area di omologa di prelievo; aliquota; operatore. Una volta che le terre sono state scavate, vengono movimentate con autocarri secondo i seguenti





#### 7. Esempio di ubicazione dei campionamenti

#### 8. Schema operativo

#### 9. Esempio di decodifica aree di produzione

#### 10. Il viadotto Santa Lucia in costruzione

possibili flussi: Sito di produzione - DAU / DAU - Sito di riutilizzo / Sito di produzione - Sito di riutilizzo / Area di Omologa - DAU / Area di Omologa - Sito di riutilizzo. In cui:

- Sito di produzione = Trincea o scavo di fondazione, sbanamento, scotico;
- DAU = Deposito in Attesa di Utilizzo di terre già ambientalmente caratterizzate e geotecnicamente classificate;
- Area di Omologa = Deposito temporaneo di un volume limitato di terre da caratterizzare ambientalmente appositamente costruito e configurato;
- Sito di riutilizzo = Rilevato stradale, ritombamento di cavi o rimodellazioni ambientali.

Ogni percorso viene tracciato tramite un apposito DDT (Documento Di Trasporto). Tutte le terre trasportate secondo il flusso "Banco - Area di Omologa" sono registrate nel giornale dei lavori. Tutte le terre movimentate, come previsto dal vigente quadro normativo, sono accompagnate da documento di tracciabilità (DDT). Tutti i movimenti di T&RS sono inseriti in apposito sinottico terre ogni settimana, in modo da avere la piena visibilità di tutti i flussi di materie realizzate. Ogni mese tutti i DDT sono scansionati e archiviati in modo da renderli disponibili a eventuali controlli. Il cantiere è quindi in grado di tracciare ogni movimento di T&RS realizzato, ricostruendone totalmente la storia.

### Conclusioni

In conclusione, è opportuna una sintesi delle "lezioni apprese". In primo luogo la presa d'atto che la progettazione di un'opera complessa non può prescindere da una profonda conoscenza delle normative ambientali e delle relative procedure tecnico-amministrative. Ciò implica un approccio di tipo "sistemico multidisciplinare" sviluppato da professionalità aperte al confronto.

In seconda battuta, il cantiere della "Nuova Sulcitana" ha insegnato che i tradizionali processi dell'ingegneria stradale subisco-

no un impatto quasi sempre vincolante quando si affrontano problematiche ambientali complesse: la mancata integrazione dei processi nei due ambiti, laddove non correttamente governati, può portare da una parte a provocare danni ambientali temporanei al contesto, e dall'altra a un utilizzo eccessivo di risorse (che dovrebbero essere primariamente destinate all'opera), per perseguire obiettivi di mitigazione ambientale che sovente appaiono eccessivi rispetto agli impatti reali dell'opera e delle attività di cantiere, per non parlare degli inevitabili rallentamenti ai cronoprogrammi. Un'altra lezione appresa è quella per cui la realizzazione di una strada, opera fatta "di terra", ha logiche costruttive e tempistiche fortemente influenzate, tra le altre cose, dall'andamento delle stagioni e dal meteo, ragion per cui la produttività potrebbe risentire di "tempi morti" eccessivi legati all'attesa di risultati di analisi ambientali su terre e rocce da scavo che potrebbero essere immediatamente (e proficuamente) riutilizzate nel rilevato (questo accade anche in ragione degli organici ridotti degli Enti di controllo o del carico eccessivo sui laboratori). La presenza di procedure ambientali complesse determina sempre un forte aumento delle risorse economiche in ragione delle procedure di indagine preventive, nonché delle relative analisi dei risultati a fini progettuali, delle azioni di mitigazione o eliminazione degli impatti negativi in l'esecuzione e del controllo degli impatti del cantiere attraverso il monitoraggio ambientale. D'altra parte, occorre però sottolineare che una gestione ambientale ben strutturata e ingegnerizzata, approntata in fase progettuale, ha consentito e consente di far fronte a evidenze anche impreviste di cantiere con una certa rapidità procedurale. ■■