



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



CATAP
Coordinamento delle Associazioni
Tecnico-scientifiche
per l'Ambiente e il Paesaggio

Interventi di mitigazione a verde con tecniche di Ingegneria Naturalistica nel settore delle condotte interrate



MANUALI E LINEE GUIDA



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Coordinamento delle Associazioni
Tecnico-scientifiche
per l'Ambiente e il Paesaggio

Interventi di mitigazione a verde con tecniche di Ingegneria Naturalistica nel settore delle condotte interrate

Informazioni legali

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuali e Linee Guida 126.1/2015
ISBN 978-88-448-0736-8

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA - Servizio Comunicazione

Grafica di copertina: Franco Iozzoli, Alessia Marinelli

Foto di copertina: Giuliano Sauli

Coordinamento Editoriale

ISPRA - Settore Editoria

Daria Mazzella

Finito di stampare Settembre 2015

AUTORI

Giuliano SAULI (Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica)

INDICE

1. PREMESSA.....	7
2. PRINCIPI E METODI DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICATI ALLE CONDOTTE INTERRATE	8
2.1 Definizione e finalità dell'Ingegneria Naturalistica.....	8
2.2 Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica alle condotte interrato	8
2.3 Il verde tecnico.....	9
3. SINTESI DELLE METODOLOGIE DI ANALISI PEDOLOGICHE E BOTANICHE FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI A VERDE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL SETTORE DELLE CONDOTTE INTERRATE	10
3.1 Pedologia applicata.....	10
3.1.1 Analisi degli orizzonti superficiali dei suoli delle aree di intervento	10
3.1.2 Modalità di scotico, accumulo, rimessa in posto e ammendamento dei suoli.....	11
3.1.3 Ricostruzione di suoli da matrici di inerte terroso	11
3.1.4 Utilizzo di suoli autoctoni	11
3.1.5 Suoli artificiali (antropogenici o tecnogenici).....	12
3.2 Botanica applicata	12
3.2.1 Formulazione degli elenchi floristici	12
3.2.2 Individuazione delle serie dinamiche della vegetazione potenziale di riferimento	12
4. SELEZIONE DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA E BENEFICI INDOTTI	14
4.1 Caratteristiche stazionali dei siti, scelta delle specie e delle tecniche	14
4.1.1 Abbinamento con tecniche di Ingegneria Naturalistica.....	14
4.1.2 Potenziale interferenza con le strutture	14
4.2 Note sulla ricomposizione che segue la messa in opera delle condotte.....	14
5. PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI A VERDE	16
5.1 Documentazione di progetto	16
6. IMPATTO POTENZIALE DEI TRACCIATI DELLE CONDOTTE INTERRATE	18
7. CASISTICA DI INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE E INGEGNERIA NATURALISTICA DI METANODOTTI.....	22
7.1 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) attraversamento versante boscato loc. Chiaranda (Val Aupa – Moggio udinese).....	22
7.2 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione e rivegetazione di una discarica di inerti derivanti dalla galleria di attraversamento Val di Gleris – Val Alba sotto il M. Chiavals .	24
7.3 Metanodotto P.so Gries – Mortara interventi di trapianto di ceppaie di castagno e messa a dimora di altre specie forestali.....	27

7.4	Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione e rivegetazione di versanti forestati loc. Malborghetto.....	31
7.5	Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione versante con gradonate vive e messa a dimora di arbusti loc. Pontebba	34
7.6	Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo trapianti in zolla di prato stabile	36
7.7	Metanodotto Bernalda - Brindisi interventi di trapianto e messa a dimora di arbusti di gariga mediterranea.....	40
8.	INTERVENTI A VERDE PER IMPIANTI DI COMPRESSIONE	46
8.1	Verde di arredo interno	46
8.2	Fasce perimetrali di mascheramento visuale.....	47
9.	TECNICHE A VERDE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA	48
9.1	Tecniche antiersive	48
9.1.1	Semine e idrosemine.....	48
9.1.2	Semine con fiorume.....	51
9.1.3	Stuoie organiche.....	51
9.1.4	Trapianto di zolle erbose.....	52
9.2	Tecniche stabilizzanti	52
9.2.1	Messa a dimora di arbusti da vivaio	53
9.2.2	Messa a dimora di alberi da vivaio	55
9.2.3	Trapianto di arbusti ed alberi dalle aree di intervento.....	56
9.2.4	Viminate vive	58
9.2.5	Cordonate e gradonate vive, palizzate	58
9.3	Tecniche combinate e di sostegno	61
9.3.1	Palificate vive di versante	61
9.3.2	Palificate vive spondali	62
10.	MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE DELLE CONDOTTE INTERRATE	63
10.1	Principi e metodi	63
10.2	Gli interventi di potatura quale fonte di materiale da propagazione	63
10.3	Interventi di manutenzione del verde.....	63
10.3.1	Manutenzione del verde lungo i tracciati delle condotte.....	63
10.3.2	Manutenzione del verde delle centrali di compressione.....	63
11.	BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE.....	64
12.	GLOSSARIO (SOLO TERMINI COMPRESI NEL TESTO).....	66
13.	INDICE DELLE FOTO	68

1. PREMESSA

Questo volume fa parte di una serie prodotta da ISPRA in collaborazione con il Coordinamento delle Associazioni Tecnico-Scientifiche Ambiente e Paesaggio (CATAP), nell'ambito del progetto "Linee guida dell'Ambiente e Paesaggio nei settori infrastrutturali", presentato durante un Convegno svoltosi a Roma nel 2009 presso l'Auditorium ISPRA. Scopo del progetto era quello di realizzare una serie di linee guida contenenti indicazioni tecniche e operative utili per il supporto alla progettazione di infrastrutture e alla redazione di studi e rapporti ambientali. Elementi comuni dei documenti prodotti nell'ambito del progetto sono la segnalazione di buone pratiche realizzate in Italia ed all'estero e dei riferimenti tecnici necessari per la definizione delle azioni di compensazioni naturalistiche ed ecosistemiche.

Nell'ambito delle attività di realizzazione di linee guida in materia di ambiente e paesaggio, utili per i tecnici che operano nell'amministrazione pubblica e nel mondo professionale, ISPRA e CATAP hanno prodotto anche nel 2012 un Glossario dinamico per l'Ambiente ed il Paesaggio.

In questo volume viene presentata una sintesi degli interventi di mitigazione a verde nel settore delle condotte interrate. Vengono discusse le modalità di esecuzione degli interventi di rivegetazione e di ingegneria naturalistica nell'ambito delle infrastrutture di trasporto di gas naturale, olio, ecc. ovvero gasdotti, oleodotti, ecc., tramite condotte interrate.

L'esigenza del trasporto del gas metano dalle fonti di approvvigionamento alle zone di utilizzo (zone urbane, industriali, ecc.) fa sì che la rete di metanodotti attraversi tutto il territorio nazionale con indotto positivo sul piano socio-economico, ma creando anche impatti potenziali di varia natura.

La presente linea guida vuol fornire indicazioni relative alle modalità di esecuzione degli interventi a verde, di rivegetazione e di ingegneria naturalistica, legati in particolare alla realizzazione di nuovi metanodotti nell'ambito sia delle nuove realizzazioni, sia delle razionalizzazioni in corso su tutto il territorio nazionale.

2. PRINCIPI E METODI DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICATI ALLE CONDOTTE INTERRATE

Si fa riferimento ai principi e metodi dell'ingegneria naturalistica (di seguito I.N.) applicati al settore infrastrutturale del trasporto di gas metano tramite metanodotti e in genere delle condotte interrato.

2.1 Definizione e finalità dell'Ingegneria Naturalistica

Per le generalità sull'I.N. si rimanda alla numerosa letteratura esistente.

Vengono di seguito richiamati alcuni concetti che sono la base di riferimento delle scelte progettuali e realizzative anche nel settore delle condotte interrato, partendo dalla definizione e finalità riconosciute dell'I.N..

“L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnico - naturalistica che utilizza le piante vive autoctone come materiale da costruzione negli interventi antierosivi, stabilizzanti, di consolidamento o anche di sola rinaturazione, da sole, o in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geosintetici, ecc.)”.

Nei settori infrastrutturali vale comunque sempre il principio di realizzare il **massimo livello di biodiversità compatibile con le limitazioni funzionali, strutturali e gestionali dell'infrastruttura.**

Le finalità classiche dell'I.N. sono le seguenti:

- 1) **tecnico-funzionali:** con riferimento, ad esempio, all'efficacia antierosiva e di consolidamento di un versante franoso, di una sponda o di una scarpata;
- 2) **naturalistiche:** in quanto non semplice copertura a verde, ma ricostruzione o innesco di ecosistemi mediante impiego di specie autoctone degli stadi delle serie dinamiche della vegetazione potenziale dei siti di intervento;
- 3) **paesaggistiche:** di “ricucitura” del paesaggio naturale circostante, effetto collegato all'impiego di specie autoctone;
- 4) **economiche:** in quanto strutture competitive e alternative ad opere tradizionali (ad esempio muri in cemento armato sostituiti da palificate vive o da terre verdi rinforzate);
- 5) **socio-economiche:** in quanto gli interventi di I.N. determinano un indotto sociale (sviluppo e occupazione in ambiti montani e collinari, miglioramento della qualità ambientale, gestione ecocompatibile delle risorse naturali).

2.2 Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica alle condotte interrato

L'applicabilità dell'I.N. va riferita alle tipologie legate agli interventi di stabilizzazione e consolidamento e in genere la rivegetazione delle aree di intervento quali principalmente:

- le superfici delle piste di lavoro per la posa e il rinterro delle tubazioni lungo i tracciati dei metanodotti;
- le aree dei cantieri di opere particolari (come in generale opere trenchless) e le eventuali piste d'accesso;
- gli impianti di compressione gas, i punti impiantistici di linea e relativa viabilità di accesso;
- la realizzazione di altri eventuali interventi di riqualificazione naturalistica.

Valgono alcuni principi generali dell'I.N. derivanti dall'impiego tradizionale sui versanti:

- finalizzazione degli interventi di rivegetazione alla funzione antierosiva e di stabilizzazione dei suoli denudati di intervento;
- ottenimento di tali funzioni comunque legato alla ricostituzione di ecosistemi locali mediante impiego di piante autoctone riferite a stadi delle serie dinamiche della vegetazione potenziale dei siti di intervento;
- impiego prevalente di tecniche con funzione di stabilizzazione (messa a dimora di talee legnose, di arbusti e di alberi, vimate vive e palizzate abbinata a canalette, gradonate e cordonate vive);
- impiego di tecniche combinate di I.N. (grate vive, palificate vive, terre rinforzate verdi, gabbionate verdi, ecc.) per situazioni particolari di pendenza e substrato geopedologico lungo i

tracciati delle condotte, interventi spondali per attraversamento di corsi d'acqua o in aree contermini;

- reinserimento paesaggistico anche strettamente legato all'impiego di piante autoctone in quanto si opera in prevalenza in ambiti extraurbani;
- ricostruzione di elementi dell'ecomosaico in funzione della percentuale di presenza. Ad esempio se il tracciato attraversa un'area boscata è verosimile privilegiare l'impiego di specie arbustive per ricostruire cespuglieti e prati – pascoli arbustati, in zone dove il bosco è abbondantemente presente, mentre mancano altri stadi della serie dinamica.

2.3 Il verde tecnico

Anche nel caso delle condotte interrato alcune delle tecniche a verde rientrano nella categoria del “verde tecnico” (tedesco “Vegetationstechnik” tradotto letteralmente: “tecniche di vegetazione” col significato di uso tecnico della vegetazione) cioè di verde realizzato tenendo conto delle limitazioni funzionali indotte dalle attività umane (siepi a tetto a margine strada, parcheggi verdi, coperture a verde pensile, terre rinforzate verdi, ecc.).

Vale comunque sempre il principio già citato in premessa di realizzare il massimo livello di biodiversità compatibile con le limitazioni funzionali strutturali e gestionali dell'infrastruttura.

3. SINTESI DELLE METODOLOGIE DI ANALISI PEDOLOGICHE E BOTANICHE FINALIZZATE ALLA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI A VERDE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEL SETTORE DELLE CONDOTTE INTERRATE

Si dà per scontato che ogni possibile azione di tutela degli habitat sia stata svolta durante i procedimenti di valutazioni di impatto e di incidenza ambientali, restando quindi nella fase esecutiva la necessità di progettare e realizzare gli interventi di mitigazione.

In sede esecutiva va innanzitutto affrontata la tematica delle analisi conoscitive necessarie per quanto riguarda le **componenti suolo e vegetazione**, ove questi dati non siano contenuti in maniera esauriente nello Studio di Impatto Ambientale (SIA).

Si parte dal presupposto che le componenti suolo e vegetazione siano interconnesse e facciano quindi parte di un'unica "tematica" nell'ambito della progettazione e degli interventi gestionali e di manutenzione del verde.

I dati conoscitivi di relativi a suolo, flora e vegetazione vanno infatti intesi come attività finalizzate alla miglior riuscita degli interventi di rivegetazione e ricostruzione degli habitat da attuare a corredo delle infrastrutture, anche se questi avranno dei limiti connessi al fatto che si tratta di interventi artificiali e condizionati dalle infrastrutture (neoeosistemi).

Per la stesura del presente capitolo si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nelle seguenti Linee guida:

- LG "Ispra 65.2/2010 – Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture";
- LG "Ispra 65.3/2010 – Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari".

In genere le analisi pedologiche e botaniche finalizzate alla progettazione degli interventi di rivegetazione e I.N. dovrebbero essere già contenuti negli studi di impatto. Se ciò non avviene o sono presenti solo dati preliminari, tali dati vanno completati nelle fasi di progettazione esecutiva.

3.1 Pedologia applicata

Si riportano di seguito in sintesi alcune delle principali modalità di esecuzione delle analisi pedologiche.

3.1.1 *Analisi degli orizzonti superficiali dei suoli delle aree di intervento*

Per un efficace riutilizzo dei suoli sulle scarpate e in genere sulle superfici di intervento a verde vanno adottate alcune modalità di indagine collegate con l'esecuzione degli interventi di progetto.

In fase di progettazione definitiva ed esecutiva vanno effettuati, nelle future aree di scotico, dei prelievi a campione dei suoli da sottoporre ad analisi. Il prelievo va effettuato:

- in superficie per una **osservazione superficiale o speditiva** o secondo la tecnica del "**minipit**" (o pozzetto) cioè uno scavo di circa 50 cm di profondità, utile per verificare le condizioni dello strato maggiormente interessato dalle radici che è quello che si prevede in genere di scoticare;
- più in profondità (**Trivellata**) che permette di estrarre "carote di suolo", il campione prelevato è disturbato e solo alcune caratteristiche o qualità possono essere osservate con precisione. Questo tipo di osservazione è utilizzato soprattutto per individuare il sito idoneo allo scavo di un profilo pedologico, o per confermare la presenza di certe caratteristiche dei suoli.
- per alcune aree di particolare significato naturalistico può essere necessario effettuare un vero e proprio "**Profilo**". Si intende per profilo uno scavo di adeguate dimensioni e profondità, utile per descrivere la morfologia derivante dallo sviluppo genetico-evolutivo del suolo e per prelevare campioni per le analisi di laboratorio. Con il profilo è normalmente possibile riconoscere una serie di strati con andamento parallelo alla superficie chiamati orizzonti.

Le analisi dei suoli sono finalizzate alla caratterizzazione dei suoli stessi in funzione del loro riutilizzo tal quale o da sottoporre ad ammendamenti. Sono di solito sufficienti analisi semplificate relative ai principali parametri fisico-idrologici, organici e chimici previa attività di campionamento.

Le analisi da effettuarsi dovranno essere almeno quelle di seguito citate: tessitura (USDA), reazione (pH in H₂O), sostanza organica (%), calcare totale (%), calcare attivo (%), capacità di scambio cationico (meq/100), salinità.

3.1.2 *Modalità di scotico, accumulo, rimessa in posto e ammendamento dei suoli.*

È importante sottolineare che, un'adeguata tecnica di ripristino ambientale, e delle adeguate attenzioni possono consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi brevi, che sono la premessa per il successo degli interventi di rivegetazione.

Una raccomandazione generale è che, quando si operano scavi partendo dalla superficie di un suolo naturale, devono essere separati lo strato superficiale (relativo agli orizzonti più ricchi in sostanza organica ed attività biologica) e gli strati profondi sottostanti.

In termini assolutamente generali si possono riferire le seguenti profondità:

1. dalla superficie fino a 30-40 centimetri di profondità (scotico superficiale);
2. dallo strato precedente sino al raggiungere il materiale inerte non pedogenizzato (minerale), condizione che si verifica limitatamente alla trincea di scavo per la posa della condotta.

All'atto della messa in posto i due strati non devono essere fra loro mescolati. È bene anche che nella messa in posto del materiale terroso sia evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.

Lo stoccaggio del suolo deve, in particolare, evitare eccessi di mineralizzazione della sostanza organica, si raccomanda in tal senso che gli accumuli temporanei di terreno vegetale non debbano superare i 2 (3) metri di altezza con pendenza in grado di garantire la loro stabilità.

Per le ricoperture delle scarpate la miscelazione di diversi materiali terrosi, l'incorporazione di eventuali ammendanti e concimazione di fondo devono essere effettuati prima della messa in posto del materiale. Per garantire il successo degli interventi a verde e di tutela del suolo e per evitare l'esplosione di infestanti non gradite, debbono essere applicate alcune tecniche quali: pacciamature, semine con miscele ricche in leguminose, irrigazione e sistemazioni idraulico agrarie in genere.

3.1.3 *Ricostruzione di suoli da matrici di inerte terroso*

Quando il tracciato del metanodotto si sviluppa su substrati a prevalenti litologie affioranti non sono possibili in genere operazioni di scotico. Casi tipici sono i calcari affioranti in zone carsiche, o i suoli su arenarie e flysch o i suoli su litologie affioranti granitiche (es. Sardegna) o i suoli su rocce conglomeratiche (es. Calabria costiera ionica). I suoli presenti vanno inevitabilmente rimescolati con le litologie di scavo, da cui provengono anche spesso sacche di terre minerali (tipiche le "terre rosse" carsiche del Carso triestino e di certe zone della Puglia). L'unico sistema sinora collaudato per ricavare comunque una frazione di inerte terroso fine e separarlo dalla matrice litologica derivante dagli scavi, è quello di sottoporre a vaglio l'inerte roccioso, migliorandone tra l'altro le sue caratteristiche geotecniche e di drenaggio.

Il materiale terroso ricavato può comunque essere di quantità e qualità insufficienti all'utilizzo come copertura di suolo organico delle scarpate e va eventualmente ammendato con aggiunta di compost di qualità od altri materiali organici disponibili.

3.1.4 *Utilizzo di suoli autoctoni*

Vale in genere il principio di riutilizzare, ove possibile, per gli interventi di rivegetazione i suoli autoctoni del sito che vengono comunque scoticati per la realizzazione delle infrastrutture.

Ciò per una serie di motivi evidenti:

- migliori caratteristiche fisico – chimiche, organiche e di vitalità in genere;
- coerenza con le condizioni climatiche e vegetazionali;
- minori costi di approvvigionamento e trasporto e quindi minore emissione di inquinanti.

Non è invece vero l'assunto secondo cui l'uso di suoli autoctoni eviterebbe l'esplosione di specie invasive, la cui presenza è legata piuttosto all'uso del suolo di provenienza e a mancata manutenzione.

Ad esempio suoli provenienti da terreni agricoli hanno in genere buone caratteristiche ma si portano dietro semi e rizomi di infestanti tipici delle colture.

Il contenimento e l'eliminazione nel tempo delle specie invasive è invece legato:

- alle tempistiche di scotico, accumulo e rimessa in sito dei suoli di scotico, limitando i tempi di accumulo e, in caso di accumuli prolungati, utilizzando semine di copertura o teli pacciamanti sui cumuli di stoccaggio per evitare l'esplosione delle infestanti;
- alle semine (in genere idrosemine) di miscele commerciali e, ove possibile, di seme derivante da sfalci in prati stabili locali (fiorume);
- ad interventi di manutenzione mediante sfalci periodici, uso e successiva eliminazione di teli pacciamanti, controllo delle infestanti legnose (Robinia, Budleia, Amorpha, ecc.).

La progettazione e realizzazione degli interventi di rivegetazione dovrà tener conto dei maggiori oneri dei citati interventi gestionali nei primi anni, sino ad avvenuta ricostituzione di formazioni a prato – pascolo e/o ad affrancamento degli arbusti ed alberi autoctoni piantati.

3.1.5 *Suoli artificiali (antropogenici o tecnogenici)*

Nel caso di totale o parziale non disponibilità di suoli ricavabili dagli scavi locali può essere necessario costruire dei suoli completamente artificiali da matrici di inerti disponibili (limi di lavaggio, inerti minerali a granulometria fine, ecc.) che vanno additivati:

in funzione del miglioramento delle caratteristiche fisico – idrologiche con substrati artificiali ed altri materiali comunemente usati in vivaistica (lapillo, pomice, torbe, compost, bentonite, ecc.);

in funzione del miglioramento delle caratteristiche organiche adottando tecniche di ammendamento con uso combinato di fertilizzanti, concimanti, attivatori dell'attività microbiologica a base di batteri e micorrize, fitormoni, ecc..

3.2 **Botanica applicata**

Si riportano di seguito in sintesi alcune indicazioni principali sulle metodologie di analisi e applicazione dei dati botanici.

Si applicano le metodologie della fitosociologia che prevedono:

- l'esecuzione di inventari floristici delle specie vegetali presenti nell'area di intervento;
- l'individuazione delle cenosi vegetali ed delle serie dinamiche della vegetazione potenziale di riferimento.

3.2.1 *Formulazione degli elenchi floristici*

Vanno eseguiti una serie di rilievi floristici per individuare le specie vegetali presenti nelle aree di intervento. Trattandosi di strutture lineari spesso di decine di chilometri di lunghezza i rilievi floristici vanno eseguiti nelle principali associazioni vegetali presenti lungo il tracciato e per aree significative.

Vanno comunque acquisiti i dati disponibili da letteratura, specialmente nel caso di esecuzione delle analisi in periodo stagionale sfavorevole.

Di ogni specie vanno riportate la forma biologica e la forma corologica, che forniscono preziose informazioni sull'utilizzo della specie stessa nel contesto di applicazione.

3.2.2 *Individuazione delle serie dinamiche della vegetazione potenziale di riferimento*

La realtà ambientale delle aree di intervento è fortemente dipendente, in Italia, dai gradienti latitudinali/altitudinali ma anche geopedologici e climatici, che portano ad una notevole differenziazione degli ecosistemi e delle caratteristiche della vegetazione.

Lo scopo delle analisi è quello di individuare l'insieme delle specie autoctone di possibile impiego, che risultino coerenti con la vegetazione del sito, intendendo non necessariamente quelle effettivamente presenti nell'area, ma più spesso quelle della vegetazione potenziale di riferimento.

Va effettuata l'individuazione delle serie dinamiche della vegetazione potenziale che sono la base di interpretazione della vegetazione naturale del sito. Nell'ambito delle serie vanno ulteriormente individuati gli stadi di riferimento più idonei, coerenti con la situazione stagionale di ogni singola superficie di intervento.

Nelle condotte interrate infatti vi può essere, ad esempio, una notevole differenza nella selezione delle specie tra le scarpate dei versanti in esposizione sud rispetto a quelle in esposizione nord. Possono

inoltre variare in maniera determinante altre condizioni: inclinazione, caratteristiche del substrato (presenza e qualità del suolo), abbinamento con elementi strutturali (reti, stuoie, legname, ecc.).

Nell'ambito delle serie dinamiche gli stadi più evoluti (climax) sono spesso da considerarsi solo un riferimento e non immediatamente riproponibili. Ad esempio se una condotta attraversa una zona in cui sono presenti boschi di querce non è detto che gli interventi a verde sulle scarpate debbano puntare alla riproduzione del bosco e quindi utilizzare le specie arboree. Va invece preso in considerazione l'ecomosaico dell'area vasta e riproposte le formazioni meno presenti, allo scopo di incrementare la diversità degli ecosistemi.

In zone a vegetazione forestale prevalente in occasione della costruzione di un metanodotto possono essere realizzate fasce di vegetazione a prato – pascolo arbustato o macchie e arbusteti, così da aumentare l'estensione di habitat importanti per la fauna.

Va innanzitutto considerato che le interazioni ambientali della realizzazione di una condotta interrata sono limitate alla fase di costruzione dell'opera, mentre risultano del tutto marginali quelle relative all'esercizio.

Nella progettazione di una linea di trasporto del gas vanno, di norma, adottate alcune scelte di base che, di fatto, permettono una minimizzazione delle interferenze dell'opera con l'ambiente naturale.

Tali scelte possono essere così schematizzate:

- ubicazione del tracciato lontano, per quanto possibile, dalle aree di pregio naturalistico;
- interrimento dell'intero tratto della condotta;
- accantonamento dello strato superficiale del terreno e sua redistribuzione lungo la fascia di lavoro;
- utilizzo di aree prive di vegetazione per lo stoccaggio dei tubi e successiva rivegetazione delle aree utilizzate;
- uso, per quanto possibile, della viabilità esistente per l'accesso alla fascia di lavoro;
- eventuale riutilizzo di gallerie o minitunnel esistenti nei casi di metanodotti da dismettere;
- impiego, nei tratti caratterizzati da copertura boschiva, di varchi esistenti;
- realizzazione delle stazioni di lancio e ricevimento pig se possibile in corrispondenza di aree impiantistiche esistenti ovvero all'interno delle aree recintate esistenti o in fase di ampliamento;
- realizzazione delle difese spondali con tecniche di I.N.;
- programmazione dei lavori, per quanto reso possibile dalle esigenze di cantiere, nei periodi più idonei dal punto di vista climatico;
- analogamente esclusione dei periodi di riproduzione di certe specie faunistiche.

La progettazione e realizzazione degli interventi di mitigazione e ripristino ambientale va affinata e definita al termine dei lavori sulla base delle problematiche emerse. Dopo il rinterro della condotta ed a completamento dei lavori di costruzione saranno eseguiti gli interventi di ripristino ambientale, allo scopo di ristabilire lungo la pista di lavoro gli equilibri naturali preesistenti e, contemporaneamente, permettere la ripresa della normale attività di utilizzo del territorio.

4. SELEZIONE DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA E BENEFICI INDOTTI

4.1 Caratteristiche stazionali dei siti, scelta delle specie e delle tecniche

I tracciati dei gasdotti nell'ambito di uno stesso progetto possono attraversare ambienti anche molto differenziati (colture estensive di fondovalle, colture collinari, zone montane boscate, ecc.).

Per una efficace progettazione degli interventi di ricomposizione dei suoli e rivegetazione vanno innanzitutto conosciute le caratteristiche stazionali dei singoli tratti di intervento: latitudine, altitudine, microclima (piovosità e temperatura medie), esposizione e inclinazione di ogni singolo versante e scarpata, substrato geopedologico, stadio della serie dinamica della vegetazione potenziale, ecc..

Tali dati consentono la scelta delle specie vegetali più idonee per gli interventi, anche in funzione del suolo disponibile, vedasi in merito la citata LG "Ispra 65.3/2010 – Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari".

Nella scelta delle specie vanno anche considerate le caratteristiche biotecniche delle specie (capacità antierosive delle erbacee, tipo di radicazione e sviluppo in altezza e larghezza delle legnose, comportamento pioniero, possibilità di riproduzione per via vegetativa tramite talea legnosa in pieno campo, ecc.).

4.1.1 Abbinamento con tecniche di Ingegneria Naturalistica

Vanno selezionate le specie arbustive più idonee all'abbinamento con le tecniche di I.N. da utilizzare nell'ambito del progetto.

Data la grande variabilità delle condizioni ambientali del territorio italiano, la selezione delle specie è di fondamentale importanza per la riuscita e durata degli interventi ma anche per l'efficacia funzionale attesa dalla tecnica utilizzata.

Un esempio classico è la palificata viva di sostegno in cui lo sviluppo radicale delle piante è condizione prima del successo della tecnica stessa che prevede notoriamente che la funzione di sostegno sia inizialmente a carico del legname e passi poi nel tempo a carico della radicazione delle piante legnose abbinate.

4.1.2 Potenziale interferenza con le strutture

Anche nel caso delle condotte interrato alcune delle tecniche a verde rientrano nella categoria del "verde tecnico" cioè dell'uso tecnico delle piante, fatto tenendo conto delle esigenze e delle limitazioni funzionali indotte dalle attività umane.

Vale comunque sempre il principio già citato in premessa di realizzare il massimo livello di naturalità compatibile con le limitazioni funzionali, strutturali e gestionali intrinseche dell'opera.

La verifica delle caratteristiche biotecniche delle piante va effettuata in funzione delle potenziali interferenze con l'infrastruttura.

Vanno prese in considerazione:

- interferenze infrastrutturali, ad esempio la radicazione eccessiva di certe specie può interferire con le tubature delle condotte (oggi giorno l'utilizzo di tubi inguainati ha praticamente eliminato tale inconveniente);
- interferenze gestionali, ad esempio l'eccessiva rivegetazione può limitare gli accessi veicolari per i controlli e le manutenzioni.

Le interferenze potenziali legate allo sviluppo delle piante devono essere tenute in conto sia in fase di progettazione (selezione e collocazione delle piante), sia in fase di gestione prevedendo periodici interventi di manutenzione di cui si dirà al capitolo specifico.

4.2 Note sulla ricomposizione che segue la messa in opera delle condotte

Va considerato innanzitutto che le superfici che vengono attraversate dalle condotte interrato (metanodotti, oleodotti) sono soggette ad occupazione temporanea durante i lavori e non espropriate, quindi la conduzione dell'uso del suolo, dopo la ricomposizione che segue l'interramento della

condotta, ritorna nella disponibilità dei proprietari. Vale il principio generale di riportare le aree interessate all'uso del suolo preesistente gli interventi e ciò è in particolare valido per le superfici agricole attraversate, per le quali non vi sono limitazioni d'uso agricolo post operam in tal senso.

In altri casi la costruzione di un metanodotto può essere un'opportunità per realizzare interventi naturalistici finalizzati all'incremento della ricchezza di comunità vegetali presenti in una certa area. Un caso significativo in tal senso è quello dell'attraversamento da parte del metanodotto di versanti boscati, in questi casi è possibile realizzare interventi di ricostruzione di stadi della serie della vegetazione diversi da quelli di partenza.

Ad esempio nelle zone montane non sempre è opportuno procedere alla semplice ricostruzione della vegetazione preesistente, tagliata durante la costruzione delle opere (esempio: taglio di alberi = messa a dimora di alberi della stessa specie), e ciò per una serie di motivi:

- richiesta degli enti locali di mantenere attive le piste realizzate;
- necessità funzionali di percorrenza di piste di manutenzione;
- opportunità di tipo naturalistico di creare tipologie vegetazionali diverse, in funzione dell'ecosistema dell'area vasta attraversata: ad esempio sostituzione di aree boscate attraversate, in cui si è operato il taglio raso, con vegetazione arbustiva (comunità di "mantello") o a prato pascolo, ciò si verifica ad esempio in zone dove l'abbandono della montagna ha creato vaste superfici boscate;
- opportunità di incrementare e facilitare la presenza di specie autoctone all'interno di rimboschimenti a conifere e di boschi monospecifici (es. pinete, castagneti, robinieti);
- vanno però anche tenute in conto le esigenze derivanti dall'attuazione del protocollo di Kyoto e succ., in termini di aumento delle superfici di nuova forestazione.

5. PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI A VERDE

5.1 Documentazione di progetto

Gli interventi a verde nei progetti di condotte interrato e relativi punti impiantistici vanno collocati tra le opere principali e sono soggetti alle stesse fasi e modalità di progettazione.

Va prodotta in sede di progetto, con l'approfondimento derivante dalla fase (preliminare, definitiva, esecutiva) e in analogia con gli altri interventi, la documentazione che segue.

Si tenga presente che normalmente il progetto degli interventi a verde e I.N. fa parte del progetto generale della infrastruttura e quindi alcuni documenti non vengono prodotti nel progetto degli interventi a verde e I.N. se non per la parte di competenza (Piano Sicurezza, Programma di manutenzione, capitolato d'appalto, ecc.).

Nelle varie fasi è implicito che i dati di analisi si recuperano, ove esistenti dalla fase precedente, salvo espresse necessità di approfondimento. In assenza di tale disponibilità i dati essenziali di analisi vanno comunque prodotti in ogni fase a supporto delle scelte progettuali.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ / MITIGAZIONI DA INSERIRE IN AMBITO SIA

- Relazione botanico-vegetazionale;
- Corografia (scala 1:25.000);
- Fotomosaico;
- Foto simulazioni da punti visuali significativi delle situazioni: ante operam, post operam con la sola infrastruttura, post operam con gli interventi di mascheramento a verde delle stazioni di pompaggio;
- Relazione tecnica di progetto contenente tra l'altro:
 - Tabelle delle specie legnose di impiego distinte tra arbustive ed arboree
 - Descrizione degli interventi a verde, di I.N. e verde tecnico
 - Planimetria dello stato di fatto;
 - Planimetria del progetto degli interventi di I.N. sulla base del progetto dell'infrastruttura (scale varie) ;
 - Sezioni tipo degli interventi di rivegetazione, I.N. e verde tecnico;
 - Indicazioni sulle manutenzioni.

PROGETTO PRELIMINARE

1. Premessa
2. Aspetti climatici
3. Aspetti geologici, geomorfologici (da SIA)
4. Vincolistica (da SIA)
5. Pedologia (eventuale, in funzione della problematica)
6. Vegetazione naturale e potenziale
7. Corografia (1:25.000)
8. Planimetria degli interventi (scale varie)
9. Sezioni tipo degli interventi
10. Relazione tecnica con proposte progettuali
11. Proposte di mitigazioni faunistiche
12. Documentazione fotografica
13. Quadro economico

PROGETTO DEFINITIVO

1. Relazione geologica/idrogeologica (da SIA e/o da progetto infrastruttura)
2. Relazione pedologica (eventuale, in funzione della problematica)
3. Relazione botanico-vegetazionale
4. Fotosimulazioni
5. Corografia (1:25.000)

-
6. Fotomosaico
 7. Planimetria catastale dell'area di intervento
 8. Planimetria dello stato di fatto
 9. Planimetria del progetto degli interventi di I.N. sulla base del progetto dell'infrastruttura (scale 1: 1.000 – 1:5.000)
 10. Planimetrie di dettaglio relative a mitigazioni di punti e impianti di linea (scala 1: 200 – 1:500)
 11. Sezioni tipo e particolari costruttivi per gli interventi di rivegetazione, I.N. e verde tecnico (1:50 – 1:100)
 12. Relazione tecnica di progetto contenente tra l'altro:
 - Tabelle delle miscele delle specie erbacee per le semine
 - Tabelle delle specie legnose di impiego distinte tra arbustive ed arboree
 - Sesti di impianto tipologici con percentuale delle singole specie di alberi/arbusti
 - Descrizione degli interventi a verde, di I.N. e verde tecnico
 13. Stima dei costi
 14. Documentazione fotografica

PROGETTO ESECUTIVO

1. Relazione geologica/idrogeologica (da SIA e/o da progetto infrastruttura)
2. Relazione pedologica (da progetto definitivo)
3. Relazione botanico-vegetazionale (da progetto definitivo)
4. Relazione tecnica di progetto contenente:
 - Tabelle delle miscele delle specie erbacee per le semine
 - Tabelle delle specie legnose di impiego distinte tra arbustive ed arboree
 - Piani di scarpata per ogni singola superficie di intervento (sesti di impianto con indicate le specie di alberi/arbusti)
 - Descrizione degli interventi a verde, di I.N. e verde tecnico
5. Elenco prezzi
6. Analisi nuovi prezzi
7. Computo metrico estimativo
8. Documentazione fotografica
9. Corografia (25.000)
10. Planimetria catastale dell'area di intervento (1:2.000) con le aree di ingombro degli interventi a verde
11. Planimetria del progetto degli interventi di I.N. sulla base del progetto dell'infrastruttura (scale esecutive in genere 1:2.000 – 1:500)
12. Sezioni degli interventi a verde e di I.N. sulla base delle sezioni del progetto dell'infrastruttura (scale esecutive)
13. Sezioni tipo e particolari costruttivi per gli interventi di rivegetazione, I.N. e verde tecnico (scale esecutive)
14. Voci di capitolato da inserire nel Capitolato speciale d'appalto
15. Elementi per il Piano di sicurezza (parte di competenza)
16. Elementi per il Programma di manutenzione (parte di competenza)
17. Piano di Monitoraggio Ambientale (parte di competenza)
18. Cronoprogramma riferito al cronoprogramma del progetto dell'infrastruttura

6. IMPATTO POTENZIALE DEI TRACCIATI DELLE CONDOTTE INTERRATE

Le condotte interrate vanno considerate a tutti gli effetti nella categoria delle infrastrutture lineari la cui realizzazione produce una “intrusione” nel territorio ovvero un impatto potenziale, legato alle operazioni di scavo per l’interramento delle tubature.

Nelle figure allegate sono schematizzate le possibili dimensioni delle aree di passaggio o piste di lavoro in condizioni normali (fascia sino a 32 m di larghezza per i diametri maggiori) o in condizioni particolari (area di passaggio ridotta).

L’utilizzo di tubazioni inguainate negli ultimi 30 anni ha reso possibile eseguire interventi di rivegetazione lungo i tracciati delle condotte, sia eseguendo inerbimenti sia mediante interventi di piantagione, non essendoci più il problema di eventuali interferenze degli apparati radicali con l’integrità delle tubazioni stesse.

Ciò ha migliorato notevolmente le possibilità di reinserimento paesaggistico delle condotte interrate rispetto ai tempi passati in cui potevano attuarsi solo ripristini semplificati (idrosemine) non armonizzati con gli ecosistemi circostanti.

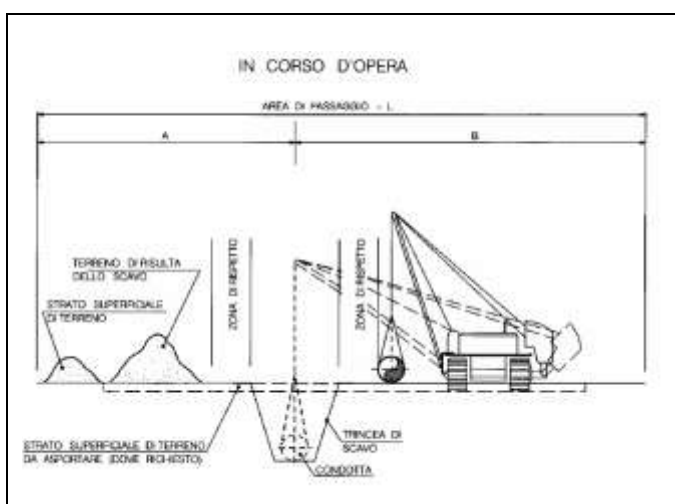


Figura 1 - Area di passaggio normale

DIAMETRO CONDOTTA		AREA DI PASSAGGIO NORMALE		
mm	inch	A (m)	B (m)	L (m)
50-150	2-6	6	8	14
200-300	8-12	7	9	16
350-450	14-18	8	11	19
500-600	20-24	9	12	21
650-750	26-30	10	14	24
800-950	32-38	11	15	26
1000-1200	40-48	12	18	30
1300-1500	50-60	13	19	32

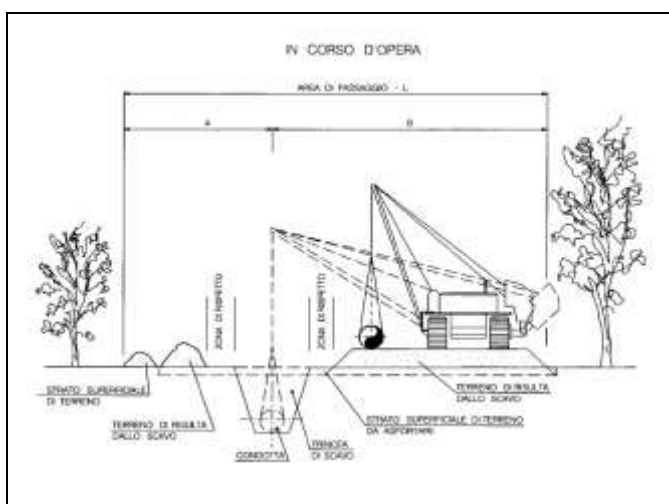


Figura 2 - Area di passaggio ridotta

DIAMETRO CONDOTTA		AREA DI PASSAGGIO RISTRETTA		
mm	inch	A (m)	B (m)	L (m)
50-150	2-6	4	8	12
200-300	8-12	5	9	14
350-450	14-18	6	10	16
500-600	20-24	7	11	18
650-750	26-30	8	12	20
800-950	32-38	9	13	22
1000-1200	40-48	9	13	22
1300-1500	50-60	10	14	24



Foto 1 - *M. Sei Busi Monfalcone (GO) – Visibile il tracciato dell'oleodotto transalpino soggetto a pulizia periodica (a destra) parallelo al recente metanodotto inguainato (a sinistra) non soggetto a pulizia – Foto G. Sauli, 2010*

Vengono di seguito presentate alcune immagini di scavi per posa delle condotte che danno un'idea delle fasce d'occupazione legate agli scavi, accumuli e piste laterali. Le immagini degli scavi sono abbinate a quelle delle ricomposizioni morfologiche e regimazioni superficiali che vengono realizzate e che sono la premessa per gli interventi a verde e di I.N..



Foto 2 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Tracciato in zona boscata con ripristino previsto a prato, fase di cantiere, Posa delle tubature – Foto G. Sauli, maggio 2002*



Foto 3 - *Durante i lavori: realizzazione di diaframmi in sacchetti per contenimento rinterro - 5° tronco: versante P. 126/130 Loc. S.P. Montasanagrina, Vastogirardi (CB)- Foto Snam Rete Gas*



Foto 4 - Riprofilatura del terreno con opere di regimazione superficiali - 5° tronco: versante P. 126/130 Loc. S.P. Montasanagrina, Vastogirardi (CB) - Foto Snam Rete Gas



Foto 5 - Durante i lavori: scavo e montaggio della condotta - 5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas



Foto 6 - Riprofilatura delle aree di lavoro (5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas



Foto 7 - Ripristini vegetazionali: inerbimenti e piantagione a isole vegetazionali (2006) - 5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas



Foto 8 - Posa tubazione - 5° tronco attraversamento fosso Campolongo P.52/58 Comune di Vastogirardi – IS – Foto Snam Rete Gas



Foto 9 - M. Sei Busi Monfalcone (GO) – Visibile il tracciato dell'oleodotto transalpino soggetto a pulizia periodica (a destra) parallelo al recente metanodotto inguainato (a sinistra) non soggetto a pulizia – Foto G. Sauli, 2010

7. CASISTICA DI INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE E INGEGNERIA NATURALISTICA DI METANODOTTI

Viene di seguito riportata una casistica di oltre 10 anni di interventi di mitigazione a verde e di I.N. su tracciati di metanodotti in Italia. Come si evince dal materiale fotografico si tratta di un nuovo modo di intervenire sulle tematiche del verde di cui bisogna dare atto sia ai realizzatori (Snam Rete Gas che si ringrazia per i materiali gentilmente concessi) sia agli interlocutori istituzionali (Ministero Ambiente, MIBAC, Regioni, Comuni, ecc.) che in sede istruttoria e di autorizzazione hanno adottato prescrizioni particolareggiate in senso naturalistico e paesaggistico.

7.1 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) attraversamento versante boscato loc. Chiaranda (Val Aupa – Moggio udinese)

Si tratta di un versante in roccia dolomitica e detrito con inclinazione di 35° - 40° in esposizione meridionale, con copertura forestale a pinete a Pino nero d'Austria, qui nelle stazioni naturali. Precedenti interventi su una condotta degli anni '80 hanno dimostrato la scarsa efficacia della ripresa delle resinose in assenza di altri interventi.

Nel 2002 è stato realizzato il metanodotto che è un tratto del Malborghetto – Bordano, su cui sono stati progettati e realizzati interventi di stabilizzazione e consolidamento del versante con tecniche di I.N. e rivegetazione con specie arbustive ed alto arbustive.

Gli interventi si sono riproposti di diversificare l'ecomosaico, non riproponendo semplicemente le formazioni boschive a Pino nero esistenti, ma creando dei cespuglieti abbinati a tecniche di I.N., rese necessarie dalle pendenze e dall'inevitabile impiego di materiale sciolto nelle ricomposizioni morfologiche.

Sono state in particolare realizzate (metanodotto vecchio e nuovo):

- palificata doppia viva;
- cordonate vive;
- palizzate con talee, canaletta e fascinate morte;
- idrosemina 30 gr/m²;
- piantagione di specie arbustive ed alto-arbustive autoctone con protezioni antifauna in rete singole e ad isole (recinti). Sono state impiegate le seguenti specie: Carpino nero, Sorbo montano, Orniello, Salice eleagno, Nocciolo, Pero corvino, Lantana, Ligustro volgare, Crespino.

Si riporta di seguito la documentazione fotografica degli interventi a verde e le risultanze, mostrate in sequenza temporale, dal 2002 al 2011.



Foto 10 - Tratto prima dei lavori: per il ripristino della seconda condotta (anni '80) si noti il maggiore impiego di conifere, che, a distanza di anni, presentavano ancora uno sviluppo non ottimale - Foto Snam Rete Gas, 2001

Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda (Moggio Udinese, Val Aupa) - Sequenza vista frontale interventi dal 2001 (prima dei lavori) al 2011.



Foto 11 - Versante come si presentava prima dei lavori: corridoio esistente derivato dal precedente metanodotto costruito negli anni '80 - Foto Snam Rete Gas



Foto 12 – Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002



Foto 13 – Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002



Foto 14 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002



Foto 15 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2003



Foto 16 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD)
vista frontale interventi - Foto G. Sauli, agosto 2003



Foto 17 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD)
vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2009



Foto 18 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD)
vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2010



Foto 19 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD)
vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2011

Risultanze dopo 8 anni: le piante messe a dimora (semenzali di 1-2 anni di altezza 60 – 80 cm) sono oggi alti arbusti (di latifoglie) di 3-4 metri. Le protezioni sono state rimosse nel 2009.

7.2 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione e rivegetazione di una discarica di inerti derivanti dalla galleria di attraversamento Val di Gleris – Val Alba sotto il M. Chiavals

Vengono riportate in sequenza le immagini relative agli interventi stabilizzanti e di rivegetazione relativi ad una discarica di inerti derivanti dagli scavi della galleria di attraversamento del M. Chiavals da località Val di Gleris a località Val Alba, lungo il metanodotto Malborghetto – Bordano in provincia di Udine.

Sono in particolare stati eseguiti i seguenti interventi:

- rimodellamenti morfologici delle scarpate della discarica;
- formazione di cordone vive di salici;
- idrosemine;
- utilizzo di fiorume locale;
- messa a dimora di arbusti locali al piede della scarpata.

A distanza di quasi dieci anni gli interventi di rivegetazione e stabilizzazione sono ormai completamente riusciti.



Foto 20 - *Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito - Foto Snam Rete Gas, 2005*



Foto 21 - *Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito dopo un anno - Foto Snam Rete Gas, 2006*



Foto 22 - *Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Distribuzione di fiorume e messa a dimora di arbusti autoctoni al piede della scarpata - Foto Snam Rete Gas, 2005*



Foto 23 - *Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris; panoramica degli interventi di IN sulla deponia derivata dallo scavo galleria metanodotto – Foto V. Zago, luglio 2007*



Foto 24 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris , Cordonate vive – Foto G. Sauli, 2006*



Foto 25 - *Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito dopo quattro anni - Foto Snam Rete Gas, 2009*

7.3 Metanodotto P.so Gries – Mortara interventi di trapianto di ceppaie di castagno e messa a dimora di altre specie forestali

Si riporta in sequenza fotografica il caso del Metanodotto dal confine svizzero Passo Gries a Mortara (PV) dove sono stati sperimentati per la prima volta nel tratto montano:

- interventi di salvaguardia e trapianto di ceppaie di piante adulte di castagno lungo il tracciato del metanodotto (località Mottarone VB);
- piantagione di latifoglie forestali a gruppi.

Per quanto riguarda i trapianti di ceppaie i risultati funzionali del trapianto sono stati discreti in particolare per la salvaguardia in pista, anche se l'efficacia non è stata generalizzata ma molto discontinua lungo il tracciato, anche in funzione dei terreni, dell'altitudine dei singoli tratti, della giacitura, del periodo di esecuzione dei lavori. Oltre alla funzione stabilizzatrice degli apparati radicali le ceppaie hanno svolto un ruolo importante nella rivegetazione della pista di lavoro già nel breve periodo. A 8 anni di distanza i ricacci hanno presentato nei casi migliori uno sviluppo in altezza dei polloni pari a 3 metri. In alcuni casi questo tipo di interventi ha facilitato lo sviluppo di specie a comportamento pioniero quali ginestre e betulle.

Per quanto riguarda i lavori di rivegetazione è stata effettuata la piantagione a gruppi che per la prima volta sono stati protetti da recinzioni circolari a costituire le cosiddette "isole vegetazionali" con l'obiettivo di creare nuclei di vegetazione che accelerino i naturali processi evolutivi delle cenosi e coprano la pista, creando discontinuità spaziali (radure) tra cenosi erbacee ed arboree. Nei tratti di bosco sono state utilizzate anche specie pioniere (Salici e Ontani) rispetto alla vegetazione circostante, in grado di colonizzare i suoli più rapidamente oltre ad altre specie arbustive, di sottobosco e di mantello. Tali interventi sono da considerare di maggiore valore ecologico e diretti nel senso della ricostituzione di cenosi con specie arboreo – arbustive della serie dinamica del bosco misto di latifoglie.

Sono state messe a dimora negli anni 2000 – 2002 complessivamente oltre 40.000 piante. A distanza di 6 – 7 anni si riscontra un buon successo delle piantagioni con fallanze limitate (10 %) anche grazie alle condizioni pedoclimatiche favorevoli e nonostante un pascolamento ovino e caprino che ha prodotto danneggiamenti alle protezioni delle piante.



Foto 26 - Metanodotto Passo Gries – Mortara. Fase di taglio degli alberi lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000



Foto 27 - *Metanodotto Passo Gries – Mortara. Fase di espianto di ceppaie di castagno lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000*



Foto 28 - *Metanodotto Passo Gries – Mortara. Trapianto di ceppaie di castagno lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000*



Foto 29 - *Metanodotto P.so Gries – Mortara. Fase di scavo della trincea - Foto Snam Rete Gas, 2001*



Foto 30 - *Metanodotto Passo Gries – Mortara. Salvaguardia di ceppaie di castagno mediante taglio raso a lato pista – Foto G. Sauli, novembre 2002*



Foto 31 - *Metanodotto Passo Gries – Mortara. Ricaccio di ceppaie di castagno salvaguardate a lato pista - Foto Snam Rete Gas, 2006*



Foto 32 - *Metanodotto Passo Gries – Mortara. Particolari delle ceppaie dopo la riprofilatura della pista di lavoro. Nella porzione centrale le ceppaie espianate e in quella laterale quelle salvaguardate in pista durante i lavori - Foto Snam Rete Gas, 2003*



Foto 33 - 34 - Metanodotto Passo Gries – Mortara. Salvaguardia di ceppaie, lo stesso tratto a distanza di alcuni anni - Foto Snam Rete Gas, 2004 e 2006



Foto 35 - Metanodotto Passo Gries – Mortara. Risultanze dei trapianti dopo 5 – 6 anni - Foto Snam Rete Gas, 2006



Foto 36 - Metanodotto Masera – Mortara, piantagione di arbusti con protezioni antifauna in recinzioni a “isole” – Foto G. Sauli, novembre 2002



Foto 37 - Metanodotto Masera – Mortara, Passo Gries: isole vegetazionali – Foto Snam Rete Gas, 2008

7.4 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione e rivegetazione di versanti forestati loc. Malborghetto

Viene presentata una sequenza relativa alla messa a dimora di arbusti ed alberi su un tratto di metanodotto che attraversa una zona boscata (Foresta di Tarvisio – UD) e in cui si è applicata la strategia della messa a dimora ad isole per i seguenti motivi:

- creazione di nuclei di vegetazione volutamente discontinui e con prevalenza di specie arbustive per differenziare l’habitat forestale circostante;
- impiego di recinzioni circolari ad “isole” per proteggere le giovani piante dai possibili danni da fauna selvatica;
- previsione di asporto delle reti metalliche nel medio periodo (5 – 6 anni) ad affermazione avvenuta delle piante;
- rimozione effettuata delle recinzioni di protezione.



Foto 38 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Messa a dimora di alberi e arbusti con protezione in rete metallica a “isole” – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 39 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Messa a dimora di alberi e arbusti con protezione in rete metallica a “isole” rincalzo delle buche con terra vegetale locale – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 40 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Protezione a “isole” – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 41 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Protezione a “isole”, particolare rete a maglia fitta antilepre – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 42 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Contenitori da trapianto in fitocella e vasetto – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 43 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Inzaffardatura piante a radice nuda – Foto G. Sauli, 2003*

7.5 Metanodotto Malborghetto - Bordano (UD) interventi di stabilizzazione versante con gradonate vive e messa a dimora di arbusti loc. Pontebba

Viene presentato il caso di un tratto di versante in località Pontebba (UD) dove è stata effettuata la stabilizzazione in condizioni di pendenza limite ($35-40^\circ$) mediante realizzazione di gradonate vive di salici, alternate a canalette trasversali, messa a dimora di arbusti autoctoni e semine.

Nella sequenza dal 2003 al 2010 si notano ottime risultanze:

- di tipo funzionale con totale stabilizzazione delle superfici di ricomposizione dopo scavi e rinterri a seguito della realizzazione e pieno sviluppo dei salici delle gradonate ;
- di tipo naturalistico, con sviluppo delle piante arbustive piantate, e inizio del processo di affermazione di cespuglieti in ambito boscato.



Foto 44 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive e canaletta con graticciata – Foto G. Sauli, giugno 2003



Foto 45 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive – Foto G. Sauli, giugno 2003



Foto 46 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. messa a dimora di arbusti tra le file di gradonate – Foto G. Sauli, agosto 2006*



Foto 47 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive con canaletta e messa a dimora di arbusti. Ottime risultanze funzionali e naturalistiche – Foto G. Sauli, agosto 2006*



Foto 48 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive con canaletta e messa a dimora di arbusti. Ottime risultanze funzionali e naturalistiche dopo 7 anni anche in termini di biodiversità con costituzione di cespuglieti in zona boscata – Foto G. Sauli, giugno 2010*

7.6 Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo trapianti in zolla di prato stabile

Vengono riportate in sequenza le operazioni di espianto e trapianto di zolle erbose di prati naturali stabili (Arrenatereti) in un tratto del metanodotto Bordano – Flaibano in loc. Piani di Osoppo (UD).

L'operazione ha consentito la salvaguardia del prato stesso che a distanza di un anno già si presentava ricostituito con le specie originarie, dimostrando il successo dell'operazione di salvaguardia della cenosi naturale (Arrenatereto). A distanza di cinque anni il tratto interessato dallo scavo per la posa del metanodotto non è più distinguibile dalla formazione prativa naturale adiacente.

Va rimarcato che lungo il tracciato del vecchio metanodotto che corre parallelo al nuovo, si notava al momento dei lavori una netta predominanza di infestanti che solo con operazioni ripetute di sfalci per la fienagione è poi regredita nel tempo.



Foto 49 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, taglio ed espianto delle zolle erbose – Foto Snam Rete Gas, 2003



Foto 50 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, stoccaggio su pallets delle zolle – Foto Snam Rete Gas, 2003



Foto 51 - Metanodotto Bordano – Flaibano Loc. Piani di Osoppo; trapianti in zolla con zolle poste a strato singolo su pallet con foglio di polietilene; spessore medio zolle 10 cm, preparazione fondo con stesura terreno rimosso in precedenza – Foto G. Sauli, 2004



Foto 52 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, prelievo delle zolle – Foto Snam Rete Gas, aprile 2004



Foto 53 - Metanodotto Bordano – Flaibano Loc. Piani di Osoppo; trapianti in zolla, rimessa in pristino delle zolle – Foto G. Sauli, 2004



Foto 54 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, riposizionamento delle zolle – Foto Snam Rete Gas, 2004*



Foto 55 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata – Foto Snam Rete Gas, 2004*



Foto 56 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, Particolare del rullo frangizolle - Foto Snam Rete Gas, 2004*



Foto 57 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata dopo 3 mesi - Foto Snam Rete Gas, luglio 2004

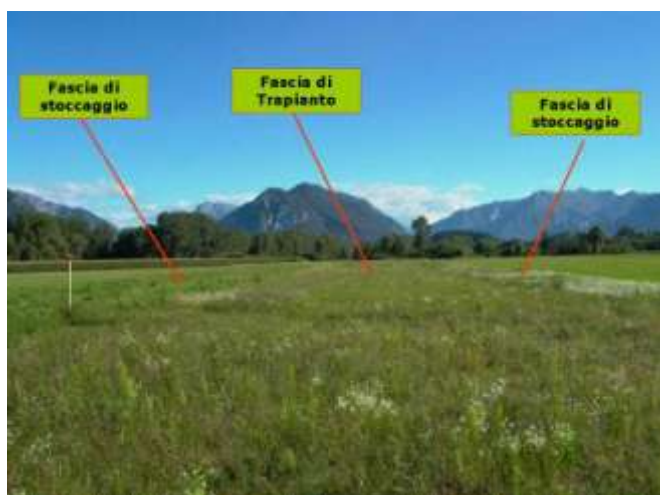


Foto 58 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata dopo 4 mesi - Foto Snam Rete Gas, agosto 2004



Foto 59 - Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata - Foto Snam Rete Gas, 2004



Foto 60 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD), pista ripristinata mediante trapianto zolle erbose. Presenza di infestanti sul vecchio tracciato - Foto G. Sauli, 2004*



Foto 61 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, nel 2009 il tratto si presenta omogeneo e il prato stabile è soggetto a periodici sfalci per la fienagione - Foto Snam Rete Gas*

7.7 Metanodotto Bernalda - Brindisi interventi di trapianto e messa a dimora di arbusti di gariga mediterranea

Viene riportata la sequenza fotografica fasi ante operam, cantiere e post operam di interventi di trapianto di arbusti di gariga mediterranea sul metanodotto Bernalda – Brindisi (Loc. Massafra e Crispiano- Puglia).

Sono stati effettuati interventi di espianto, stoccaggio e ripiantagione di arbusti di gariga mediterranea lungo il tracciato del metanodotto.

Successivi monitoraggi effettuati da Snam Rete Gas testimoniano di una percentuale di attecchimento media su tutti gli interventi attorno al 40% che va considerata soddisfacente pensando alle condizioni di estrema aridità estiva delle aree di intervento. Il trapianto in loco come facilmente noto è l'unico metodo che garantisce l'autoctonia delle specie anche dal punto di vista genetico ed è pratica da adottare soprattutto in ambito mediterraneo per la difficoltà di reperimento di piante dal mercato vivaistico.



Foto 62 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, situazione ante operam – Foto G. Sauli, 1998*



Foto 63 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 64 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 65 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 66 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 67 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 68 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; situazione piantagione arbusti ad opera appena eseguita. Si noti un notevole ricaccio di cisti – Foto G. Sauli, 2002*



Foto 69 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; situazione piantagione arbusti dopo due anni – Foto G. Sauli, 2004*



Foto 70 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; particolare Rosmarino dopo due anni – Foto G. Sauli, 2004*

Esempio di scheda di monitoraggio di intervento di piantagione con specie di Macchia e Gariga (da documentazione Snam Rete Gas)

4. TRATTO DI MACCHIA-GARIGA: ANALISI CHIMICO FISICA DEI SUOLI

Parametri	Unità di misura	Terreno indisturbato	Fascia lavori
pH	unità pH	7,84	7,88
Scheletro	%	47	59
Sabbia	%	40	58
Limo	%	35	20
Argilla	%	25	22
Sostanza organica	% s.s.	3,26	1,36
Azoto totale	% s.s.	0,15	0,09
Calcario totale	% s.s.	40,47	66,2
Potassio scambiabile	mg/kg s.s.	386	179
Fosforo assimilabile	mg/kg s.s.	5,7	6,3

In questo suolo non è stato effettuato il riporto di terreno in superficie.

Notiamo la maggiore presenza di scheletro nella fascia lavori, anche se risulta comunque elevata nel tratto indisturbato.

Nel suolo originario si nota comunque un maggior equilibrio tra le componenti della “terra fine” e buon contenuto di sostanza organica.

4. TRATTO DI MACCHIA-GARIGA: RIPRISTINI VEGETAZIONALI

Piante forestali n° 550 (Pino 20%, Pero selvatico 20%, Fillirea 20%, Lentisco 20%, Rosmarino 20%)				
Piante selvatiche			morte	%
Lentisco selv.	n°	64	31	49
Rosmarino selv.	n°	59	6	10
Cisto selv.	n°	44	5	11
Pino d'Aleppo selv.	n°	35	28	80
Asparago selv.	n°	3	3	100
Calicotome selv.	n°	5	1	20
Ranno selv.	n°	5	4	80
Dafne	n°	7	4	57
Totale selvatiche	n°	220	82	37

La mortalità è stata leggermente inferiore (37%) rispetto alla media complessiva (40%).

Ottime rese di Rosmarino e Cisto (10 e 11%) mentre il lentisco può aver risentito della maggior grossolanità del suolo.

Il Pino d'Aleppo non ha dato risultati significativi all'espianto.



Foto 71 - Metanodotto Bernalda – Brindisi. Tratto di macchia prima dei ripristini vegetazionali – Foto Snam Rete Gas



Foto 72 - Metanodotto Bernalda – Brindisi. In questo tratto è particolarmente evidente la natura dei terreni: quasi litosuoli. Questa è una caratteristica anche dei tratti indisturbati, seppur più strutturati e uniformemente “colonizzati” dalle cenosi erbacee e arbustive – Foto Snam Rete Gas



Foto 73 - Metanodotto Bernalda – Brindisi. Risultato ad un anno dai lavori di rivegetazione – Foto Snam Rete Gas

8. INTERVENTI A VERDE PER IMPIANTI DI COMPRESSIONE

Per gli impianti di compressione, gli interventi a verde sono finalizzati all'inserimento paesaggistico degli stessi, attenuando l'impatto visivo delle opere edili ed impiantistiche già nel breve periodo mediante la formazione di fasce arboree perimetrali con l'impiego di alberature d'alto fusto nelle aree esterne di pertinenza degli impianti stessi.

Anche gli interventi nelle aree interne, hanno lo scopo di contribuire in modo sostanziale alla mitigazione visiva delle infrastrutture impiantistiche e dei fabbricati. Si deve però evitare, per ragioni di sicurezza, la messa a dimora piante in aree prospicienti impianti e tubazioni o in aree che presentano strutture impiantistiche o servizi interrati, concentrando le piantagioni solo nelle aree idonee per gli spazi richiesti.

In casi di zone con problemi di tipo geotecnico legati alla natura dei litosuoli (es. argille su rocce flysciodi) gli interventi sono a prevalente funzione di consolidamento e possono essere necessarie tecniche di I.N. sia per le centrali che per le strade di accesso quali: terre verdi rinforzate, gabbionate verdi, ecc..

8.1 Verde di arredo interno

In casi particolari possono essere adottati interventi di arredo verde interno alle aree degli Impianti di compressione, sempre rispettando il principio della non interferenza con le infrastrutture e gli impianti.

Sono normalmente realizzati: prati, siepi, pavimentazioni verdi, messa a dimora di singole alberature, coperture di edifici a verde pensile.



Foto 74 - Area interna a prato. Impianto di compressione di Melizzano (BN) - Foto Snam Rete Gas



Foto 75 - Area interna a prato e siepi ornamentali Impianto di compressione di Melizzano (BN) - Foto Snam Rete Gas

8.2 Fasce perimetrali di mascheramento visuale

Per zone di particolare rilievo paesaggistico e sulla base di prescrizioni degli Enti Locali possono essere realizzate fasce verdi di mascheramento mediante piantagioni di arbusti ed alberi autoctoni, come nelle foto sotto riportate relative ad un'area impiantistica in loc. Bordano (UD).



Foto 76 - Fascia boscata perimetrale area impiantistica di Bordano (UD) - Foto G. Sauli, 2003



Foto 77 - Fascia boscata perimetrale area impiantistica di Bordano (UD) - Foto G. Sauli, 2003

9. TECNICHE A VERDE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA

9.1 Tecniche antierosive

I principali interventi antierosivi di rivestimento di scarpate interessanti uno strato superficiale sino a 20 – 30 cm di profondità sono: semine, idrosemine, semine a paglia e bitume, biostuoie, stuoie in genere abbinate a semine, rivestimenti vegetativi a stuoia e a materasso con abbinamento di reti metalliche e stuoie o geotessili.

Si riportano di seguito descrizioni sintetiche e immagini fotografiche relative ad alcune delle citate tecniche.

9.1.1 Semine e idrosemine

Su tutte le superfici di scarpata con riporti di terreno vegetale vanno normalmente eseguite semine, in genere potenziate quali: semine a paglia e bitume, idrosemine, idrosemine a spessore, idrosemine a matrice di fibre legate, ecc. per la formazione di cotici erbosi con funzione antierosiva. Vengono di solito usate miscele commerciali. Per zone di pregio naturalistico va impiegato il fiorume, cioè la trebbiatura da prati naturali locali.

Vanno evitati i seguenti possibili errori:

- Semine su superfici prive di terreno vegetale o con terreno di caratteristiche scadenti;
- Interventi fuori stagione (aridità estiva, gelo invernale);
- Semine con seme di quantità/qualità insufficiente;
- Proporzioni sbagliate dei materiali costituenti l'idrosemina;
- Eccesso di concimanti con effetto pompaggio del primo anno e successiva carenza.



Foto 78 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Tracciato in zona boscata, ripristino con idrosemina – Foto G. Sauli, agosto 2003



Foto 79 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, fase di cantiere – Foto G. Sauli, gennaio 2002*



Foto 80 – *Metanodotto Malborghetto Bordano (UD), zona S. Leopoldo, Ripristino a prato falciabile – Foto G. Sauli*



Foto 81 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, effetti dell'alluvione del 29.08. '03 – Foto G. Sauli*



Foto 82 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, ripristino del prato* - Foto G. Sauli, maggio 2011



Foto 83 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, idrosemina con fibra organica* Foto G. Sauli, dicembre 2001



Foto 84 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Idrosemina su suoli ricchi di scheletro* – Foto G. Sauli, agosto 2003

Semine con fiorume



Foto 85 – Raccolta fiorume in zona Carso (TS) – Foto Snam Rete Gas



Foto 86 - Raccolta fiorume in zona Carso (TS) – Foto Snam Rete Gas

9.1.2 Stuoie organiche



Foto 87 - Biotessile in juta (stuoia organica) – Foto G. Sauli

9.1.3 *Trapianto di zolle erbose*



Foto 88 - *Metanodotto Bordano – Flaibano (UD). Zolle erbose pronte per il trapianto – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 89 - *Fase di stoccaggio zolle erbose a bordo pista. Prateria in quota (1200 m). Loc. Monte Polo, Corniglio (PR) - Foto Snam Rete Gas, 2003*

Nel caso del trapianto di zolle erbose di prati naturali lo stoccaggio delle stesse va effettuato in pila di altezza massima di un metro (per brevi periodi) o su pallet in monostrato e dovranno essere adottate le opportune misure di conservazione (nei periodi estivi ad esempio con impiego di teli ombreggianti, esecuzione di irrigazioni, ecc) Qualora le zone di deposito siano in adiacenza agli scavi e su zone di prato naturale il deposito dovrà essere il più breve possibile.

9.2 **Tecniche stabilizzanti**

I principali interventi stabilizzanti, interessanti uno strato superficiale sino a 1,5 - 2 metri di profondità sono: messa a dimora di talee, arbusti ed alberi, viminate, fascinate , gradonate e cordonate vive, graticciate, palizzate vive.

Si riportano di seguito descrizioni sintetiche e immagini fotografiche relative ad alcune delle citate tecniche.

9.2.1 *Messa a dimora di arbusti da vivaio*



Foto 90 - *Arbusti da vivaio Puglia - Foto Snam Rete Gas*



Foto 91 – *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Rivegetazione e isole - Foto G. Sauli, 2006*



Foto 92 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Rivegetazione e isole - Foto G. Sauli, 2006*



Foto 93 – *Metanodotto del Carso. Rivegetazione presso i Campi da golf (TS) – Foto G. Sauli, 2003*



Foto 94 – *Rivegetazione Metanodotto del Carso presso i Campi da golf; particolare arbusto con rete antifauna - Foto G. Sauli, 2003*

9.2.2 *Messa a dimora di alberi da vivaio*



Foto 95 – *Metanodotto Villa Opicina – S. Giuseppe della Chiusa (TS), loc. Chiusa, piantagione di legnose del bosco mesofilo su arenaria – Foto G. Sauli, 2004*



Foto 96 – *Tarvisio (UD) Vimate e messa a dimora di Abeti – Foto G. Sauli*



Foto 97 - *Tarvisio (UD) Vimate e messa a dimora di Abeti – Foto G. Sauli*



Foto 98 - *Metanodotto Masera – Mortara, messa a dimora di quercia con pacciamatura in biofeltro – Foto G. Sauli, novembre 2002*

9.2.3 *Trapianto di arbusti ed alberi dalle aree di intervento*



Foto 99 - *Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, durante lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 100 – *Metanodotto Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, durante lavori di trapianto di arbusti di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001*



Foto 101 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris, trapianti di Pino mugo – Foto G. Sauli*



Foto 102 – *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris; trapianti di Genista radiata – Foto G. Sauli*



Foto 103 – *Trapianto Castagno in Regione Piemonte – Foto Snam Rete Gas*

9.2.4 *Viminate vive*



Foto 104 – *Viminata Viva – Foto G. Sauli*

9.2.5 *Cordonate e gradonate vive, palizzate*



Foto 105 – *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris; Cordonate vive per stabilizzazione di discarica di smarino di galleria – Foto Snam Rete Gas, 2005*



Foto 106 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Cordonate vive ricaccio dei salici – Foto Snam Rete Gas, 2005*



Foto 107 – *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda, palizzate vive, - Foto G. Sauli, agosto 2003*



Foto 108 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata – Foto G. Sauli, giugno 2003*



Foto 109 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata sviluppo dei salici ed altri arbusti dopo 3 anni – Foto G. Sauli, agosto 2006*



Foto 110 - *Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata sviluppo dei salici ed altri arbusti dopo 7 anni – Foto G. Sauli, giugno 2010*



Foto 111 – *Metanodotto zona autostrada SA-RC. Stabilizzazione di versanti mediante opere morte (canalette con palizzate) e vive, semine, messa a dimora di arbusti autoctoni. L'abbinamento opere morte opere vive è dovuto al superamento dei limiti di applicazione delle tecniche stabilizzanti con materiale vivo in zone a forte aridità - Foto G. Sauli*

9.3 Tecniche combinate e di sostegno

Interventi di sostegno e costruttivi misti, alternativi ad opere tradizionali, quali: terre verdi rinforzate o armate, palificate vive di sostegno, muri cellulari o muri in terra armata verdi, gabbionate verdi. Si riportano di seguito descrizioni sintetiche e immagini fotografiche relative ad alcune delle citate tecniche.

9.3.1 Palificate vive di versante



Foto 112 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) palificata viva doppia in costruzione - Foto Snam Rete Gas



Foto 113 - Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda, palificata viva doppia - Foto G. Sauli, agosto 2003

9.3.2 Palificate vive spondali



Foto 114 - Metanodoto Bordano – Flaibano (UD), palificata spondale in legname e pietrame realizzata per il ripristino spondale del corso d'acqua Fiume Ledra – Foto Snam Rete Gas, 2004



Foto 115 - Metanodoto Bordano – Flaibano (UD), palificata spondale in legname e pietrame realizzata per il ripristino spondale del corso d'acqua Fiume Ledra dopo 2 anni – Foto Snam Rete Gas



Foto 116 - Metanodotto Bordano – Flaibano, Fiume Ledra dopo 4 anni –Foto Snam Rete Gas, 2009

10. MANUTENZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE DELLE CONDOTTE INTERRATE

10.1 Principi e metodi

Gli interventi di rivegetazione attuati secondo i principi e metodi dell'I.N. vengono in genere progettati per avere una sostanziale autonomia gestionale che è basata su alcuni presupposti:

- interventi manutentivi (irrigazione, sfalci, potature, ecc.) limitati alle prime stagioni vegetative;
- sostanziale autonomia nelle fasi successive di sviluppo;
- raggiungimento nel medio - lungo periodo di accrescimenti atti a garantire l'efficacia funzionale delle piante (antierosiva, stabilizzante, di consolidamento) legata all'azione sul suolo delle radici;
- raggiungimento del massimo livello di diversità vegetale, compatibile con le funzioni tecniche di cui sopra (stadio della serie dinamica coerente con le condizioni stazionali e funzionali dell'intervento).

Tali obiettivi e in particolare l'autonomia nel breve periodo della vegetazione, si raggiungono, come già detto, principalmente utilizzando specie autoctone della serie dinamica potenziale del sito.

10.2 Gli interventi di potatura quale fonte di materiale da propagazione

Va segnalato che gli interventi di potatura di arbusti e alberi con capacità di riproduzione per via vegetativa tramite talea legnosa (salici, pioppi, tamerici) possono diventare fonte di facile approvvigionamento di ramaglia viva per altri interventi di piantagione su scarpate, versanti o strutture di I.N. senza ricorrere al prelievo in natura. Le piante adulte sopportano molto bene tali potature e ricacciano in tempi brevi, se vengono assicurate le normali precauzioni (evitare il taglio raso, non ripetere con eccessiva frequenza, operare nei periodi stagionali più indicati in genere autunno-inverno).

10.3 Interventi di manutenzione del verde

10.3.1 Manutenzione del verde lungo i tracciati delle condotte

- sfalcio di pulizia per liberare gli arbusti da soffocamento delle erbe
- potature di irrobustimento di alberi e arbusti
- sostituzione delle piante non attecchite (risarcimenti)
- rimozione reti e pali di tutoraggio (per protezioni singole o a "isole")

10.3.2 Manutenzione del verde delle centrali di compressione

Le operazioni di manutenzione del verde da impianto delle centrali vanno effettuate con normali modalità che variano a seconda della tipologia di verde e di struttura.

1. - Verde di arredo interno
 - sfalcio di pulizia per liberare gli arbusti da soffocamento delle erbe
 - potature di irrobustimento di alberi e arbusti
2. - Siepi, fasce boscate, terrapieni di mascheramento perimetrali
 - sfalcio di pulizia per liberare gli arbusti dal soffocamento delle infestanti
 - potature di irrobustimento di alberi e arbusti
 - potature scolpite di siepi e sieponi
3. - Irrigazioni
4. - Concimazioni
5. - Sostituzione delle piante non attecchite (risarcimenti)

11. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- AA.VV *Manuale tecnico di IN*. Regione Emilia Romagna, Assessorato all'ambiente, Regione del Veneto Assessorato Agricoltura e Foreste - 1993
- AA.VV *Opere e tecniche di IN e recupero ambientale*. Regione Liguria, Ass. edilizia, Energia e Difesa del suolo – 1995
- AA.VV *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di IN*. Regione Piemonte Direzione tutela e risanamento ambientale, Programmazione gestione rifiuti; Direzione Opere Pubbliche - 2003
- AA. VV. *Linee guida per capitolati speciali per interventi di IN*. Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio – PODIS – 2006
- AA.VV.– *Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere degli impianti di trasporto del gas naturale con densità non superiore a 0,8* - “Supplemento ordinario alla GAZZETTA UFFICIALE All.A - 2008
- AA. VV. *Linee guida alla progettazione degli interventi di IN nelle Marche*. Sezione Regionale AIPIN Marche - 2010
- Cornellini P. *Una nuova tipologia. La palificata viva tipo "Roma"*. Acer 1/2001
- Cornellini P. , Sauli G. *Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di difesa del suolo con tecniche di IN*. PODIS Ministero Dell'Ambiente - 2005
- Dinetti M. *Infrastrutture ecologiche*. Il Verde Editoriale - 2000
- Florineth F. *Piante al posto del cemento*. Il Verde Editoriale – 2007
- Krautzer B., Peratoner G., Bozzo F. *Specie erbacee idonee al sito. Produzione del seme ed utilizzo per l'inerbimento in ambiente montano*. Provincia di Pordenone – 2004
- Manfredi A. *La ricostruzione sostenibile. Il modello Versilia*. Comunità Montana Alta Versilia – 2002
- Ministero Dell'ambiente, Servizio Via Commissione Via *Linee guide per capitolati speciali per interventi di IN e lavori di opere a verde*. Prestampa AIPIN- TS – 1997
- Palmeri F. Et Al. *Manuale tecnico di IN della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni*. PTCP Provincia di Terni – 2003
- Regione Lombardia *Deliberazione Giunta Regionale 29 febbraio 2000 - N. 6/48740 Approvazione direttiva "Quaderno opere tipo di IN*. BUR della Lombardia 9 Maggio 2000 1° supplemento straordinario al n. 9 - 2000
- Regione Toscana *Principi e Linee Guida per l'IN, Voll. 1 e 2, Collana Fiumi e Territorio* – 2000 e 2001
- Sauli G. *Casistica di interventi di IN: costi e risultanze*. Atti del Convegno transnazionale "Efficacia e costi degli interventi di IN" EFIB - AIPIN Trieste 25-27 novembre 1999
- Sauli G. *The transfer of soil bioengineering into new climatic, edaphic and floristic zones*. Atti della Conferenza 1999 «Ground and Water Bioengineering for Erosion Control and Slope Stabilization» IECA Manila 19-21 aprile 1999
- Sauli G. *Linee Guida sugli interventi di mitigazione delle grosse infrastrutture soggette a procedura V.I.A*. Commissione V.I.A. Ministero Ambiente - 2003
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale d'IN applicabile al settore idraulico*. Regione Lazio - 2002
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale 2 d'IN applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose*. Regione Lazio - 2003
- Sauli G. Cornellini P., Preti F. *Manuale 3 d'IN Sistemazione dei versanti*. Regione Lazio – 2006
- Sauli G. Cornellini P. *Principi metodi e deontologia dell'ingegneria naturalistica* Regione Lazio - 2012
- Sauli G. et al. *Problemi e tecniche negli studi di impatto ambientale delle Grandi Opere*. Colombo - 2006
- Sauli G., Siben S. *Tecniche di rinaturazione e di IN: esperienze europee*. Patron – 1992

Schiechtl H. M., Stern R. *Bioingegneria forestale, basi, materiali da costruzione vivi, metodi*. Castaldi - 1991

Schiechtl H. M., Stern R. *IN – Manuale delle costruzioni idrauliche*. ARCA - 1994

Schiechtl H. M., Stern R. *IN, manuale delle opere in terra*. Castaldi - 1992

Zeh H. *Tecniche di IN. Rapporto di studio Nr. 4, 1993*. Il Verde Editoriale - 1997

12. GLOSSARIO (solo termini compresi nel testo)

Ammendamento (di suoli): Aggiunta di sostanze in grado di migliorare e/o correggere la costituzione fisico-meccanica e la reazione di un terreno.

Area di passaggio o Pista di lavoro: Fascia di terreno lungo l'asse del tracciato ed entro la quale devono essere contenuti tutti i lavori di costruzione della condotta. Tale fascia è definita nella Normativa Interna Snam Rete Gas ed è caratterizzata da due possibili configurazioni: Normale o Ridotta.

Centrale di compressione: complesso dei dispositivi ed elementi posti lungo le condotte ed atti ad innalzare la pressione del gas per permetterne il trasporto.

Comportamento pioniero/Pianta pioniera: Si definisce specie pioniera o pianta pioniera una specie vegetale che si insedia per prima su terreni di recente formazione, come quelli derivati da frane o colate laviche, o terreni in cui la vegetazione sia stata distrutta da incendi.

Condotta: l'insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed altri pezzi speciali uniti tra loro per il trasporto del gas naturale.

Distanza della condotta dai fabbricati: la minima distanza, misurata in orizzontale, intercorrente tra l'asse della condotta e il perimetro del fabbricato.

Fascia boscata tampone (filtro): Zona boscata ricostruita a fianco di infrastrutture lineari o puntuali con funzione di mascheramento visuale, reinserimento paesaggistico, filtro per determinati inquinanti (polveri, luci, ecc.).

Fiorume: Miscuglio naturale di sementi derivato dalla fienagione o da un taglio di erbe opportunamente scelto su prati stabili naturali.

Gasdotto: Insieme di infrastrutture che concorrono alla funzione di trasporto del gas tra due punti di riferimento. Esso si compone di linea, punti di linea, opere accessorie.

Impianti: complesso dei dispositivi ed elementi costituiti dagli impianti di riduzione e regolazione della pressione e dagli impianti di misura del gas.

Impianti di linea: Complesso dei dispositivi e degli elementi, non riconducibili univocamente ad un gasdotto, che assolve alle seguenti funzioni: regolazione e riduzione della pressione, connessione e smistamento (nodo), terminali di condotte sottomarine.

Linea: Complesso dei dispositivi e degli elementi di un gasdotto costituito da un insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed accessori uniti fra loro per il trasporto del gas.

Mantello: formazione lineare arbustiva ecotonale che si sviluppa ai margini del bosco, nella fascia di transizione tra vegetazione arborea e vegetazione erbacea della prateria. Al mantello partecipano specie pioniere e sciafile.

Metanodotto: Tipologia di gasdotto che identifica una condotta di considerevole importanza per il trasporto del gas tra due punti di riferimento; viene indicato con i nomi dei comuni o delle località dove l'opera ha origine e fine in relazione alla finalità del trasporto del gas.

Mitigazione naturalistica: Interventi di tipo naturalistico, cioè di messa a dimora di piante, creazione di habitat, realizzazione di strutture di deframmentazione faunistica, ecc., strettamente collegati con l'opera progettata e gli impatti potenzialmente indotti in fase di realizzazione e gestione.

Opere accessorie: Complesso dei dispositivi e degli elementi di un gasdotto con funzione complementare all'esercizio, quali: opere di protezione meccanica, opere di consolidamento dei terreni, strumenti di monitoraggio aree instabili, attraversamenti di corsi d'acqua, opere in sotterraneo (gallerie, minitunnel, raise borer, etc.), strade di accesso agli impianti, sfiati, etc.

Pacciamatura (disco pacciamante): Impiego di materiali atti ad impedire lo sviluppo delle erbe infestanti e consentire lo sviluppo delle specie legnose piantate. Vengono utilizzati feltri organici.

Pianta autoctona: Pianta nativa dell'area geografica in cui risiede (indigena)

Profondità d'interramento: la distanza compresa tra la generatrice superiore del tubo e la superficie del terreno.

Punti di linea: aree destinate a contenere valvole e pezzi speciali con funzioni di intercettazione del flusso del gas, di smistamento del gas, di lancio e ricevimento di apparati di pulizia ed ispezione interna delle condotte, di terminali marini; le stesse, per quanto riguarda la determinazione delle attività soggette al rilascio del certificato di prevenzione incendi previste dal decreto del Ministro dell'interno 16 febbraio 1982, sono assimilate alla condotta.

Rinaturazione (rinaturalizzazione): si intende l'insieme degli interventi, strutturali e non strutturali, e delle azioni atti a ripristinare le caratteristiche ambientali e biocenotiche, nonché la funzionalità ecologica, di un ecosistema in relazione alle sue condizioni potenziali, determinate dalla sua ubicazione geografica, dal clima, dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito e della sua storia naturale pregressa.

Rivegetazione: processo che consiste nella ricostituzione della vegetazione nel caso in cui il soprassuolo abbia subito una distruzione, parziale o totale, dovuta ad incendi, ovvero eventi capaci di far variare notevolmente l'equilibrio dinamico del popolamento. La rivegetazione viene attuata però anche al fine di conferire maggiore stabilità a suoli erosi ed in particolare ai versanti: le piante svolgono infatti un'importante azione di difesa del suolo contrastando l'azione erosiva degli eventi atmosferici. L'interazione fisica delle radici delle piante con il terreno permette di proteggere gli strati superiori dall'erosione causata dal dilavamento, riducendo il trasporto solido a valle, e di conferire stabilità al suolo. Inoltre la vegetazione, assorbendo elevate quantità d'acqua che vengono successivamente rilasciate in atmosfera per mezzo della traspirazione, contribuisce ad una significativa riduzione dei deflussi, con il risultato di un'azione regimante sui fenomeni di piena.

Serie di Vegetazione: l'insieme di comunità vegetali o stadi che possono svilupparsi all'interno di uno spazio ecologicamente omogeneo, con le stesse potenzialità vegetali (tessella o tessera), e che sono tra loro in rapporto dinamico. Include perciò tanto la vegetazione rappresentativa della tappa matura o testa di serie quanto le comunità iniziali o subseriali che la sostituiscono. È sinonimo di sigmetum, unità di base della Fitosociologia dinamica o Sinfitosociologia.

Stuoia organica: Stuoia in fibre organiche (paglia, cocco, juta, agave, ecc.) cucite con fili di cotone o supportate su reticelle plastiche, abbinata a semine con funzione antierosiva a ricoprire suoli nudi su scarpate o in abbinamento con strutture (es. reti su Terre rinforzate).

Suoli tecnogenici (o antropogenici): Suoli ricostruiti da matrici minerali locali con aggiunta di altre sostanze (fibre vegetali, sostanza organica, concimanti, pomici, lapilli, ecc.) che sostituiscono il terreno vegetale quando tale materiale non è disponibile

Terreno vegetale: Parte più superficiale di un profilo di suolo, più umica e comprendente il reticolo radicale e la pedofauna.

Trapianto dal selvatico di zolle erbose o ecocelle. Porzioni di vegetazione autoctona, delle dimensioni di 0,5-1 m², composte dal terreno compenetrato di radici, vegetazione erbacea, pedofauna e microrganismi, vengono prelevate dal selvatico e successivamente trapiantate in più punti di aree denudate e prive di vegetazione.

Vegetazione naturale: l'insieme di varie forme vegetali insediate in un dato ambiente di cui caratterizzano l'aspetto e riflettono le condizioni ecologiche.

Vegetazione pioniera: vegetazione in grado di colonizzare superfici o ambienti creando i presupposti per l'insediamento di specie ecologicamente più esigenti.

Vegetazione potenziale: vegetazione stabile che esisterebbe in un dato territorio come conseguenza della successione progressiva, in assenza di utilizzo antropico.

13. Indice delle foto

Foto 1 - <i>M. Sei Busi Monfalcone (GO) – Visibile il tracciato dell'oleodotto transalpino soggetto a pulizia periodica (a destra) parallelo al recente metanodotto inguainato (a sinistra) non soggetto a pulizia – Foto G. Sauli, 2010.....</i>	19
Foto 2 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Tracciato in zona boscata con ripristino previsto a prato, fase di cantiere, Posa delle tubature – Foto G. Sauli, maggio 2002.....</i>	19
Foto 3 - <i>Durante i lavori: realizzazione di diaframmi in sacchetti per contenimento rinterro - 5° tronco: versante P. 126/130 Loc. S.P. Montasanagrina, Vastogirardi (CB)- Foto Snam Rete Gas.....</i>	19
Foto 4 - <i>Riprofilatura del terreno con opere di regimazione superficiali - 5° tronco: versante P. 126/130 Loc. S.P. Montasanagrina, Vastogirardi (CB) - Foto Snam Rete Gas.....</i>	20
Foto 5 - <i>Durante i lavori: scavo e montaggio della condotta - 5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas.....</i>	20
Foto 6 - <i>Riprofilatura delle aree di lavoro (5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas.....</i>	20
Foto 7 - <i>Ripristini vegetazionali: inerbimenti e piantagione a isole vegetazionali (2006) - 5° tronco: percorrenza area boschiva e di prebosco loc. San Nicola, Vastogirardi (CB) Veduta da P.133 verso P. 145 - Foto Snam Rete Gas.....</i>	21
Foto 8 - <i>Posa tubazione - 5° tronco attraversamento fosso Campolongo P.52/58 Comune di Vastogirardi – IS –Foto Snam Rete Gas.....</i>	21
Foto 9 - <i>M. Sei Busi Monfalcone (GO) – Visibile il tracciato dell'oleodotto transalpino soggetto a pulizia periodica (a destra) parallelo al recente metanodotto inguainato (a sinistra) non soggetto a pulizia – Foto G. Sauli, 2010.....</i>	21
Foto 10 - <i>Tratto prima dei lavori: per il ripristino della seconda condotta (anni '80) si noti il maggiore impiego di conifere, che, a distanza di anni, presentavano ancora uno sviluppo non ottimale - Foto Snam Rete Gas, 2001.....</i>	22
Foto 11 - <i>Versante come si presentava prima dei lavori: corridoio esistente derivato dal precedente metanodotto costruito negli anni '80 - Foto Snam Rete Gas.....</i>	23
Foto 12 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002.....</i>	23
Foto 13 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002.....</i>	23
Foto 14 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2002.....</i>	23
Foto 15 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2003.....</i>	23
Foto 16 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto G. Sauli, agosto 2003.....</i>	24
Foto 17 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2009.....</i>	24
Foto 18 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2010.....</i>	24
Foto 19 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) vista frontale interventi - Foto Snam Rete Gas, 2011.....</i>	24
Foto 20 - <i>Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito - Foto Snam Rete Gas, 2005.....</i>	25
Foto 21 - <i>Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito dopo un anno - Foto Snam Rete Gas, 2006.....</i>	25

Foto 22 - <i>Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Distribuzione di fiorume e messa a dimora di arbusti autoctoni al piede della scarpata - Foto Snam Rete Gas, 2005</i>	25
Foto 23 - <i>Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris; panoramica degli interventi di IN sulla deponia derivata dallo scavo galleria metanodotto – Foto V. Zago, luglio 2007</i>	26
Foto 24 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris , Cordonate vive – Foto G. Sauli, 2006</i>	26
Foto 25 - <i>Metanodotto Malborghetto - Bordano Loc. Val di Gleris. Interventi con cordonate vive sulle scarpate del deposito dopo quattro anni - Foto Snam Rete Gas, 2009</i>	26
Foto 26 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Fase di taglio degli alberi lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000</i>	27
Foto 27 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Fase di espianto di ceppaie di castagno lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000</i>	28
Foto 28 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Trapianto di ceppaie di castagno lungo il tracciato - Foto Snam Rete Gas, 2000</i>	28
Foto 29 - <i>Metanodotto P.so Gries – Mortara. Fase di scavo della trincea - Foto Snam Rete Gas, 2001</i>	28
Foto 30 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Salvaguardia di ceppaie di castagno mediante taglio raso a lato pista – Foto G. Sauli, novembre 2002</i>	29
Foto 31 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Ricaccio di ceppaie di castagno salvaguardate a lato pista - Foto Snam Rete Gas, 2006</i>	29
Foto 32 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Particolari delle ceppaie dopo la riprofilatura della pista di lavoro. Nella porzione centrale le ceppaie espantate e in quella laterale quelle salvaguardate in pista durante i lavori - Foto Snam Rete Gas, 2003</i>	29
Foto 33 - 34 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Salvaguardia di ceppaie, lo stesso tratto a distanza di alcuni anni - Foto Snam Rete Gas, 2004 e 2006</i>	30
Foto 35 - <i>Metanodotto Passo Gries – Mortara. Risultanze dei trapianti dopo 5 – 6 anni - Foto Snam Rete Gas, 2006</i>	30
Foto 36 - <i>Metanodotto Masera – Mortara, piantagione di arbusti con protezioni antifauna in recinzioni a “isole” – Foto G. Sauli, novembre 2002</i>	31
Foto 37 - <i>Metanodotto Masera – Mortara, Passo Gries: isole vegetazionali – Foto Snam Rete Gas, 2008</i>	31
Foto 38 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Messa a dimora di alberi e arbusti con protezione in rete metallica a “isole” – Foto G. Sauli, 2003</i>	32
Foto 39 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Messa a dimora di alberi e arbusti con protezione in rete metallica a “isole” rinalzo delle buche con terra vegetale locale – Foto G. Sauli, 2003</i>	32
Foto 40 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Protezione a “isole” – Foto G. Sauli, 2003</i>	32
Foto 41 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Protezione a “isole”, particolare rete a maglia fitta antilepre – Foto G. Sauli, 2003</i>	33
Foto 42 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Contenitori da trapianto in fitocella e vasetto – Foto G. Sauli, 2003</i>	33
Foto 43 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Inzaffardatura piante a radice nuda – Foto G. Sauli, 2003</i>	33
Foto 44 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive e canaletta con graticciata – Foto G. Sauli, giugno 2003</i>	34
Foto 45 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive– Foto G. Sauli, giugno 2003</i>	34
Foto 46 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. messa a dimora di arbusti tra le file di gradonate – Foto G. Sauli, agosto 2006</i>	35

Foto 47 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive con canaletta e messa a dimora di arbusti. Ottime risultanze funzionali e naturalistiche – Foto G. Sauli, agosto 2006</i>	35
Foto 48 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Gradonate vive con canaletta e messa a dimora di arbusti. Ottime risultanze funzionali e naturalistiche dopo 7 anni anche in termini di biodiversità con costituzione di cespuglieti in zona boscata – Foto G. Sauli, giugno 2010</i>	35
Foto 49 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, taglio ed espianto delle zolle erbose –Foto Snam Rete Gas, 2003</i>	36
Foto 50 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, stoccaggio su pallets delle zolle – Foto Snam Rete Gas, 2003</i>	36
Foto 51 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano Loc. Piani di Osoppo; trapianti in zolla con zolle poste a strato singolo su pallet con foglio di polietilene; spessore medio zolle 10 cm, preparazione fondo con stesura terreno rimosso in precedenza – Foto G. Sauli, 2004</i>	37
Foto 52 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, prelievo delle zolle – Foto Snam Rete Gas, aprile 2004</i>	37
Foto 53 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano Loc. Piani di Osoppo; trapianti in zolla, rimessa in pristino delle zolle – Foto G. Sauli, 2004</i>	37
Foto 54 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, riposizionamento delle zolle – Foto Snam Rete Gas, 2004</i>	38
Foto 55 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata – Foto Snam Rete Gas, 2004</i>	38
Foto 56 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, Particolare del rullo frangizolle - Foto Snam Rete Gas, 2004</i>	38
Foto 57 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata dopo 3 mesi – Foto Snam Rete Gas, luglio 2004</i>	39
Foto 58 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata dopo 4 mesi - Foto Snam Rete Gas, agosto 2004</i>	39
Foto 59 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, pista di lavoro ripristinata - Foto Snam Rete Gas, 2004</i>	39
Foto 60 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD), pista ripristinata mediante trapianto zolle erbose. Presenza di infestanti sul vecchio tracciato - Foto G. Sauli, 2004</i>	40
Foto 61 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD) loc. Piani di Osoppo, nel 2009 il tratto si presenta omogeneo e il prato stabile è soggetto a periodici sfalci per la fienagione - Foto Snam Rete Gas</i>	40
Foto 62 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, situazione ante operam – Foto G. Sauli, 1998</i>	41
Foto 63 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	41
Foto 64 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	41
Foto 65 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	42
Foto 66 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	42
Foto 67 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	42
Foto 68 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; situazione piantagione arbusti ad opera appena eseguita. Si noti un notevole ricaccio di cisti – Foto G. Sauli, 2002</i>	43
Foto 69 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; situazione piantagione arbusti dopo due anni – Foto G. Sauli, 2004</i>	43

Foto 70 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi Loc. Crispiano; particolare Rosmarino dopo due anni – Foto G. Sauli, 2004</i>	43
Foto 71 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi. Tratto di macchia prima dei ripristini vegetazionali – Foto Snam Rete Gas</i>	45
Foto 72 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi. In questo tratto è particolarmente evidente la natura dei terreni: quasi litosuoli. Questa è una caratteristica anche dei tratti indisturbati, seppur più strutturati e uniformemente “colonizzati” dalle cenosi erbacee e arbustive – Foto Snam Rete Gas</i>	45
Foto 73 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi. Risultato ad un anno dai lavori di rivegetazione – Foto Snam Rete Gas</i>	45
Foto 74 - <i>Area interna a prato. Impianto di compressione di Melizzano (BN) - Foto Snam Rete Gas</i>	46
Foto 75 - <i>Area interna a prato e siepi ornamentali Impianto di compressione di Melizzano (BN) - Foto Snam Rete Gas</i>	47
Foto 76 - <i>Fascia boscata perimetrale area impiantistica di Bordano (UD) - Foto G. Sauli, 2003</i>	47
Foto 77 - <i>Fascia boscata perimetrale area impiantistica di Bordano (UD) - Foto G. Sauli, 2003</i>	47
Foto 78 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Tracciato in zona boscata, ripristino con idrosemina – Foto G. Sauli, agosto 2003</i>	48
Foto 79 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, fase di cantiere – Foto G. Sauli, gennaio 2002</i>	49
Foto 80 – <i>Metanodotto Malborghetto Bordano (UD), zona S. Leopoldo, Ripristino a prato falciabile – Foto G. Sauli</i>	49
Foto 81 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, effetti dell’alluvione del 29.08. ’03 – Foto G. Sauli</i>	49
Foto 82 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) zona S. Leopoldo, ripristino del prato - Foto G. Sauli, maggio 2011</i>	50
Foto 83 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, idrosemina con fibra organica Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	50
Foto 84 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. canale Cialatta. Idrosemina su suoli ricchi di scheletro – Foto G. Sauli, agosto 2003</i>	50
Foto 85 – <i>Raccolta fiorume in zona Carso (TS) – Foto Snam Rete Gas</i>	51
Foto 86 - <i>Raccolta fiorume in zona Carso (TS) – Foto Snam Rete Gas</i>	51
Foto 87 - <i>Biotessile in juta (stuoia organica) – Foto G. Sauli</i>	51
Foto 88 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD). Zolle erbose pronte per il trapianto – Foto G. Sauli, 2003</i>	52
Foto 89 - <i>Fase di stoccaggio zolle erbose a bordo pista. Prateria in quota (1200 m). Loc. Monte Polo, Corniglio (PR) - Foto Snam Rete Gas, 2003</i>	52
Foto 90 - <i>Arbusti da vivaio Puglia - Foto Snam Rete Gas</i>	53
Foto 91 – <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Rivegetazione e isole - Foto G. Sauli, 2006</i>	53
Foto 92 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Rivegetazione e isole - Foto G. Sauli, 2006</i>	53
Foto 93 – <i>Metanodotto del Carso. Rivegetazione presso i Campi da golf (TS) – Foto G. Sauli, 2003</i>	54
Foto 94 – <i>Rivegetazione Metanodotto del Carso presso i Campi da golf; particolare arbusto con rete antifauna - Foto G. Sauli, 2003</i>	54
Foto 95 – <i>Metanodotto Villa Opicina – S. Giuseppe della Chiusa (TS), loc. Chiusa, piantagione di legnose del bosco mesofilo su arenaria – Foto G. Sauli, 2004</i>	55
Foto 96 – <i>Tarvisio (UD) Vimate e messa a dimora di Abeti – Foto G. Sauli</i>	55
Foto 97 - <i>Tarvisio (UD) Vimate e messa a dimora di Abeti – Foto G. Sauli</i>	55

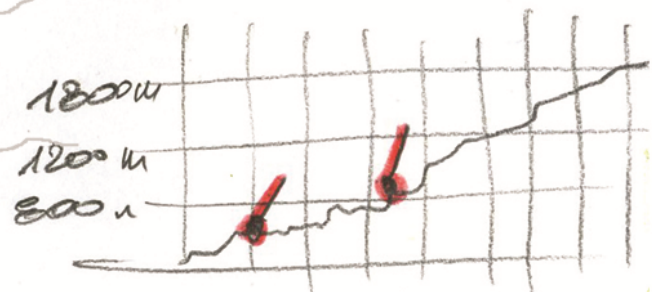
Foto 98 - <i>Metanodotto Masera – Mortara, messa a dimora di quercia con pacciamatura in biofeltro – Foto G. Sauli, novembre 2002</i>	56
Foto 99 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, durante lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	56
Foto 100 - <i>Metanodotto Bernalda – Brindisi, Loc. Massafra, durante lavori di trapianto di arbusti di gariga mediterranea – Foto G. Sauli, dicembre 2001</i>	57
Foto 101 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris, trapianti di Pino mugo – Foto G. Sauli</i>	57
Foto 102 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris; trapianti di Genista radiata – Foto G. Sauli</i>	57
Foto 103 - <i>Trapianto Castagno in Regione Piemonte – Foto Snam Rete Gas</i>	58
Foto 104 - <i>Viminata Viva – Foto G. Sauli</i>	58
Foto 105 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris; Cordonate vive per stabilizzazione di discarica di smarino di galleria – Foto Snam Rete Gas, 2005</i>	58
Foto 106 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Val di Gleris. Cordonate vive ricaccio dei salici – Foto Snam Rete Gas, 2005</i>	59
Foto 107 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda, palizzate vive, - Foto G. Sauli, agosto 2003</i>	59
Foto 108 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata – Foto G. Sauli, giugno 2003</i>	59
Foto 109 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata sviluppo dei salici ed altri arbusti dopo 3 anni – Foto G. Sauli, agosto 2006</i>	60
Foto 110 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Pontebba. Particolare gradonate vive e canaletta con graticciata sviluppo dei salici ed altri arbusti dopo 7 anni – Foto G. Sauli, giugno 2010</i>	60
Foto 111 - <i>Metanodotto zona autostrada SA-RC. Stabilizzazione di versanti mediante opere morte (canalette con palizzate) e vive, semine, messa a dimora di arbusti autoctoni. L'abbinamento opere morte opere vive è dovuto al superamento dei limiti di applicazione delle tecniche stabilizzanti con materiale vivo in zone a forte aridità - Foto G. Sauli</i>	60
Foto 112 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) palificata viva doppia in costruzione - Foto Snam Rete Gas</i>	61
Foto 113 - <i>Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda, palificata viva doppia - Foto G. Sauli, agosto 2003</i>	61
Foto 114 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD), palificata spondale in legname e pietrame realizzata per il ripristino spondale del corso d'acqua Fiume Ledra – Foto Snam Rete Gas, 2004</i>	62
Foto 115 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano (UD), palificata spondale in legname e pietrame realizzata per il ripristino spondale del corso d'acqua Fiume Ledra dopo 2 anni – Foto Snam Rete Gas</i>	62
Foto 116 - <i>Metanodotto Bordano – Flaibano, Fiume Ledra dopo 4 anni – Foto Snam Rete Gas, 2009</i>	62



- * Pirella complessa
- * torrente compreso (edentrupe)
- * Pirella TESTA (statta)
- * CORRENTE TESTA (ocupațina)

- sezione
- Pirella
- registra

orechi Tetture naturali con artificiali giorni di STEREO e RAPORTO



CONTROLLO PENDENZA

