

MANUALE DELLA SORVEGLIANZA

ASSET DI INTERESSE GEOTECNICO

CODICE MANUALE 005

	Struttura aziendale	Responsabile Nominativo	Firme
Redatto da:	BUOP/DIMI/IMA/STI	Paolo Anfosso	
Quality Gate:	DRCB/QUA	Cristina Schiavi	
	DHCO/OPC	Gregorio Moretti	
Approvato da:	BUOP/DIMI	Marco Perna	

MANUALE DELLA SORVEGLIANZA



Revisione	Data	Struttura Aziendale Responsabile	Consulente esterno	Istituto Universitario asseveratore
01	07/09/2022	BUOP/DIMI/IMA/STI	-	Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica

Revisione	Data	Oggetto della Revisione	Paragrafi revisionati
01	07/09/2022	Revisione generale	Tutti

Sommario

1. PREMESSA.....	4
2. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	4
3. SIGLE E DEFINIZIONI.....	4
4. Validità del presente manuale	5
5. Variazioni a quanto prescritto dal manuale	5
6. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	5
7. OGGETTO DELLA SORVEGLIANZA	5
8. ISPEZIONI	6
8.1. Modalità di ispezione	6
8.2. Frequenza delle ispezioni.....	7
9. PIANIFICAZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITA'	7
9.1. Qualifica del personale tecnico (ispettori)	7
9.2. Strumenti a supporto della sorveglianza.....	8
10. MODALITA' ESECUTIVA DELLE ISPEZIONI.....	8
10.1. Gli Asset di interesse geotecnico	8
10.2. Anomalie/difetti.....	9
10.2.1. Presidi geotecnici.....	9
10.2.1.1. Rilevati autostradali.....	9
10.2.1.2. trincee/fronti di scavo e versanti naturali prossimi alla sede autostradale.....	22
10.2.2. Muri di sostegno (muri di controripa, sottoscampa, d'ala, ecc.)	36
10.2.3. Opere di presidio pendici rocciose (reti di protezione e barriere paramassi).....	40
10.3. PROVE E CONTROLLI	41
10.3.1. INDAGINI GEOTECNICHE.....	41
10.3.2. MONITORAGGIO STRUMENTALE	41
6.4.3 Cura della strumentazione geotecnica.	42

Allegato 1: Schede sopralluogo

Appendice 1: Progetto ANIDRO

1. PREMESSA

Autostrade per l'Italia (di seguito denominata ASPI) ha elaborato la Procedura Gestionale: Sorveglianza degli asset dell'infrastruttura autostradale che definisce le responsabilità, le competenze e le modalità di esecuzione e restituzione/trasmissione della documentazione tecnica elaborata nell'ambito dello svolgimento delle ispezioni periodiche sistematiche dei vari asset autostradali, tra cui le opere d'interesse geotecnico.

Il presente Manuale delle Ispezioni propone di fornire gli elementi necessari per garantire l'applicazione di una metodologia corretta e sistematica per effettuare le ispezioni programmate, a cura del personale tecnico preposto (ispettori e personale ASPI¹), segnalando tempestivamente eventuali anomalie o difformità. L'obiettivo è quello di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità e l'efficienza dei presidi geotecnici, muri di sostegno e opere di presidio roccioso, presenti lungo la rete di Autostrade per l'Italia S.p.A..

Per ispezioni programmate si intendono quelle ispezioni che si svolgono in maniera ciclica e preordinata secondo una scadenza prefissata e non mutabile, in funzione di metodologie e frequenze basate sull'esperienza accumulata.

In particolare, si forniscono i requisiti e le indicazioni operative in merito a:

- Tipo di ispezioni programmate
- Frequenze ispettive
- Qualifica del personale addetto all'esecuzione delle ispezioni (di seguito "ispettore")
- Modalità esecutive delle ispezioni
- Valutazione in prima istanza dello stato di danno

2. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Lo scopo del presente documento è di fornire indirizzi operativi le linee guida per la pianificazione, l'esecuzione e la redazione dei report delle ispezioni programmate per il mantenimento in sicurezza ed efficienza della Rete di Autostrade per l'Italia S.p.A. ed è di riferimento per le altre società concessionarie controllate del Gruppo ASPI.

Il presente documento si applica alle opere di interesse geotecnico.

3. SIGLE E DEFINIZIONI

AdA	Assenza di Anomalie
AdM	Anomalia da Monitorare
AdP	Ripristino da pianificare ed eventuale intervento di mitigazione
AGE	Catasto ASPI su GMAPS

¹ Il personale ASPI è competente per le ispezioni di livello 0 di cui al cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

c.a.	Calcestruzzo armato
CdD	Classe di Difettosità
cls	Calcestruzzo
DPI	Dispositivo di Protezione Individuale
PSI	Pali di sostegno per impianti
Gestore o ASPI	Autostrade per l'Italia
GPS	Global Positioning System
MS	Messa in sicurezza
RPU	Anomalia – ripristino e/o intervento di mitigazione da attivare con urgenza

4. Validità del presente manuale

Il presente manuale resta valido fino a sua nuova revisione.

5. Variazioni a quanto prescritto dal manuale

Ogni variazione del presente manuale deve essere prima autorizzata dalla struttura centrale di ASPI BUOP/DIMI/IMA.

6. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- Procedura Gestionale: Sorveglianza degli asset dell'infrastruttura autostradale (ASPI_PR_MAN01_rev00_2021_Sorveglianza infrastrutture del 14.12.2021);
- D.p.r. n. 207/2010 – Codice dei Contratti Pubblici
- Manuale Operativo Disciplinare per l'installazione, conduzione e rimozione dei cantieri di lavoro sulla rete di autostrade per l'Italia; "Disciplinare per l'installazione, conduzione e rimozione dei cantieri di lavoro sulla rete di autostrade per l'Italia"
- Istruzione Operativa Indirizzi Operativi Linee guida per la sicurezza dell'operatore su strada."

7. OGGETTO DELLA SORVEGLIANZA

Secondo la Procedura Gestionale sopra descritta sono oggetto di sorveglianza anche gli asset di interesse geotecnico appartenenti all'intera rete ASPI ed ubicati sulle tratte autostradali in esercizio quali:

- presidi geotecnici: rilevati, trincee e versanti naturali prossimi alla sede autostradale;
- muri di sostegno (muri di controripa e sottoscarpa, muri d'ala);
- opere di presidio roccioso (reti in aderenza e barriere paramassi).

8. ISPEZIONI

8.1. Modalità di ispezione

Il presente manuale nasce dall'esigenza di fornire indirizzi operativi al personale tecnico preposto² (ispettori e personale ASPI) che effettua le ispezioni su asset di interesse geotecnico.

Lo scopo delle ispezioni degli asset di interesse geotecnico è quello di individuare anomalie già manifeste o potenziali che riguardano le suddette opere.

L'operazione sarà condotta visionando il sito/struttura e rilevando le eventuali anomalie. Particolare attenzione sarà rivolta al confronto con quanto osservato nelle precedenti ispezioni per cogliere gli aspetti evolutivi dei fenomeni.

L'attività di monitoraggio delle opere geotecniche si basa in primo luogo sull'osservazione "visiva" dei luoghi. L'esame visivo dei dissesti della sede autostradale e delle opere insieme all'osservazione dei segni presenti nei pendii e nei terreni prossimi alla sede autostradale, consentono infatti una prima valutazione dei processi deformativi e dei fenomeni di instabilità eventualmente presenti. Questa prima sommaria individuazione dei fenomeni in atto consente infatti di definire le più opportune misure/azioni correttive da attivare (monitoraggio e/o interventi di manutenzione) e l'eventuale necessità di ricorrere ad un qualificato supporto tecnico specialistico.

Nel caso di opere già dotate di sistemi di monitoraggio strumentale, prima della ispezione visiva dovranno essere recuperati e visionati i dati di monitoraggio disponibili. Nel corso della visita si dovrà valutare lo stato di conservazione della strumentazione installata; inoltre, in base alle evidenze riscontrate sul sito e alle risultanze delle precedenti letture, si dovrà valutare la necessità di richiedere aggiornamenti del monitoraggio attivo.

Ogni asset di interesse geotecnico, sito geotecnico o struttura di sostegno o presidio (di seguito genericamente indicato come "sito"), deve essere integralmente ispezionato a partire dalla piattaforma autostradale fino al piede del rilevato/recinzione, nel caso si tratti di un rilevato autostradale, oppure fino al fosso di guardia in sommità/recinzione, qualora si stia ispezionando una trincea e per tutta la sua estensione in caso di opera di sostegno o presidio, sia nel senso longitudinale che trasversale che in altezza, comprese le opere complementari quali fossi, cunette, canali, barriere di protezione, ecc..

Si dovranno descrivere, secondo quanto riportato nelle "schede sopralluogo" (all. 1), le anomalie geomorfologiche e/o strutturali presenti descrivendone tipologia e posizione geometrica.

Alle schede sopralluogo si dovrà aggiungere

- documentazione fotografica delle principali anomalie osservate
- schizzo (nel caso di strutture di sostegno) con indicazione anomalie (posizione, ampiezza, tipologia).
- Riconoscimento dell'entità del danno rispetto allo stato globale della struttura e valutazione di sintesi dell'entità del danno singolo anche in combinazione con altre anomalie ed indicazione della potenziale evoluzione dei fenomeni.

² Il personale tecnico preposto o "ispettore" può essere costituito da fornitore esterno o personale interno ASPI
ASPI_MO_MAN01-07_rev01_2021_ASSET GEOTECNICI_CM005

Nel presente manuale verranno descritte/analizzate, le modalità e frequenza delle ispezioni per ciascun asset di interesse geotecnico, in termini qualitativi e quantitativi, per l'individuazione e l'interpretazione delle principali anomalie.

8.2. Frequenza delle ispezioni

Per i siti geotecnici in generale, vale a dire rilevati, trincee e versanti prossimi alla sede autostradale è stabilita una frequenza annuale.

Per le strutture di sostegno, le opere di presidio delle pendici rocciose (reti e barriere), dreni tubolari), la frequenza d'ispezione è quadriennale. Qualora si rilevino anomalie di significativa entità o il monitoraggio evidenzia la presenza di una rapida evoluzione del degrado, oltre a proporre (richiedere) alla DT indagini specialistiche, l'area diverrà un "sito geotecnico" da ispezionare con frequenza annuale.

Nei casi particolari di siti geotecnici comprendenti opere realizzate con interventi di manutenzione il cui progetto di realizzazione risulta dotato del Piano di Manutenzione (in conformità a quanto previsto nel DPR 207/2010) la frequenza d'ispezione dovrà essere quella prevista nel piano stesso.

9. PIANIFICAZIONE E ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITA'

9.1. Qualifica del personale tecnico (ispettori)

Per lo svolgimento delle attività di ispezione sopra descritte, il personale tecnico "ispettore" dovrà possedere la formazione specialistica necessaria per il riconoscimento dei principali caratteri morfologici dei pendii caratterizzati da movimenti gravitativi, e insieme dei "difetti" del terreno e dei manufatti in muratura, in c.a. e di quelli metallici, potendo esprimere anche prime valutazioni sulla stabilità delle strutture.

L'attività in campo richiede che l'ispettore addetto ai rilievi abbia pertanto i seguenti requisiti:

- adeguate capacità fisiche anche per ispezionare siti su aree in pendenza, di non semplice raggiungimento o con apprezzabili differenze di quota;
- conoscenze specialistiche nel settore geologico-geotecnico, ambientale e strutturale tali da poter rappresentare, attraverso il giudizio espresso nella scheda di rilievo, prime valutazioni sulla stabilità della struttura e di potenziale danno verso l'infrastruttura autostradale e il territorio circostante;
- specifica e documentata formazione per l'esecuzione di attività in presenza di traffico, lavori in quota o in luoghi confinati.

9.2. Strumenti a supporto della sorveglianza

L'attrezzatura minima richiesta per ogni ispettore dovrà contemplare:

- vestiario e attrezzature di sicurezza e protettive (casco, scarponi/stivali, indumenti ad alta visibilità, corde e imbraghi);
- bindella metrica, GPS, torcia elettrica, macchina fotografica, disto-laser, ecc..

Particolare attenzione dovrà essere rivolta al rilievo con tecnica GPS, avendo cura di mappare il punto di inizio e fine tratto/sito con precisione.

La strumentazione GPS dovrà rispondere ad almeno i seguenti requisiti:

- precisione sub-decimetrica;
- visualizzazione mappa georiferita per verifica in tempo reale dei punti rilevati.

L'attività di sorveglianza deve essere organizzata con le squadre operative necessarie, costituite da ispettori competenti anche su questo tema.

Per l'esame di zone particolarmente acclivi, come ad esempio per l'esame delle opere di presidio delle pendici rocciose (reti in aderenza e barriere paramassi), le ispezioni di controllo potranno svolgersi utilizzando il sistema SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto - drone).

Il sistema SAPR dovrà consentire di valutare per ciascuna opera di presidio installata le condizioni strutturali delle reti, ancoraggi, montanti, e/o condizioni strutturali dell'ammasso roccioso a tergo delle stesse al fine di definire e pianificare eventuali approfondimenti conoscitivi di dettaglio per successive strategie d'intervento/manutenzione programmata.

Qualora siano stati individuati difetti strutturali, siano essi a carico delle reti, montanti/cavi o ancoraggi e/o dell'ammasso roccioso, che suggeriscono un'ispezione più approfondita, come ad esempio tramite ispettori specializzati come rocciatori, si dovranno indicare la modalità e la tempistica degli approfondimenti da condividere con la DT.

10. MODALITA' ESECUTIVA DELLE ISPEZIONI

10.1. Gli Asset di interesse geotecnico

Come esplicitato al punto 3, gli asset di interesse geotecnico sono i seguenti:

- a. presidi geotecnici: rilevati, trincee/fronti di scavo e versanti naturali prossimi alla sede autostradale, ecc.;
- b. muri di sostegno (muri di controripa e sottoscarpa, muri d'ala);
- c. opere di presidio roccioso (reti in aderenza e barriere paramassi)

Si intendono ricompresi negli asset sopra indicati anche le strutture interessate da movimenti del terreno (es: fondazioni di viadotti interne a corpi di frana) e le opere strutturali e idrauliche realizzate per la stabilizzazione di un pendio (es.: paratie di pali, opere di drenaggio).

Analogamente a quanto già presente nel sistema attualmente in vigore (sistema ANIDRO – Appendice 1), per ciascun asset è stata predisposta una specifica scheda di ispezione (all.1) che tiene conto della peculiarità dell'asset e pertanto delle principali caratteristiche ed eventuali anomalie che si possono riscontrare in sede di sopralluogo.

Ciascun elemento degli asset sopra descritti è stato, e dovrà per gli elementi non ancora censiti, essere opportunamente ubicato nella piattaforma AGE.

10.2. Anomalie/difetti

10.2.1. *Presidi geotecnici*

10.2.1.1. *Rilevati autostradali*

I dissesti più frequentemente riscontrati nei rilevati della Rete autostradale sono:

- Instabilità locale delle banchine;
- Instabilità del solo corpo del rilevato con scoscendimenti laterali (instabilità laterale);
- Instabilità del corpo del rilevato con coinvolgimento del piano di posa (instabilità profonda);
- Cedimenti del rilevato e/o del suo piano di posa (uniformi o differenziali).
- Instabilità delle scarpate del rilevato e rotture diffuse nella pavimentazione.

Questi dissesti possono avere origine nei materiali costituenti il rilevato (ruolo attivo del rilevato), ovvero essere indotti da azioni esterne (ruolo passivo del rilevato).

Ad esempio:

- si riconosce un ruolo attivo: se i materiali costituenti il rilevato ovvero l'anticapillare in fondazione, i dreni sotto la pavimentazione e le banchine o il sottofondo stradale sono causa del dissesto. Il cattivo funzionamento di queste parti del rilevato possono infatti generare regimi di pressioni interstiziali non compatibili con le condizioni di stabilità del rilevato o di alcune sue parti;
- si riconosce un ruolo passivo: se il rilevato raggiunge condizioni di instabilità per l'azione di forze esterne, quali innalzamento della falda, carichi applicati, acqua non canalizzata dalla sede stradale.

Il riconoscimento delle cause del dissesto è fondamentale per definire le più opportune azioni di rimedio da intraprendere.

Instabilità locale delle banchine (fig. 1, foto 1-3).

E' una forma di instabilità abbastanza diffusa nei rilevati della rete autostradale ed è dovuta, il più delle volte, ad un costipamento non adeguato nelle parti laterali del rilevato (causa attiva). Si tratta di cedimenti, di solito modesti, del piano della corsia di emergenza.

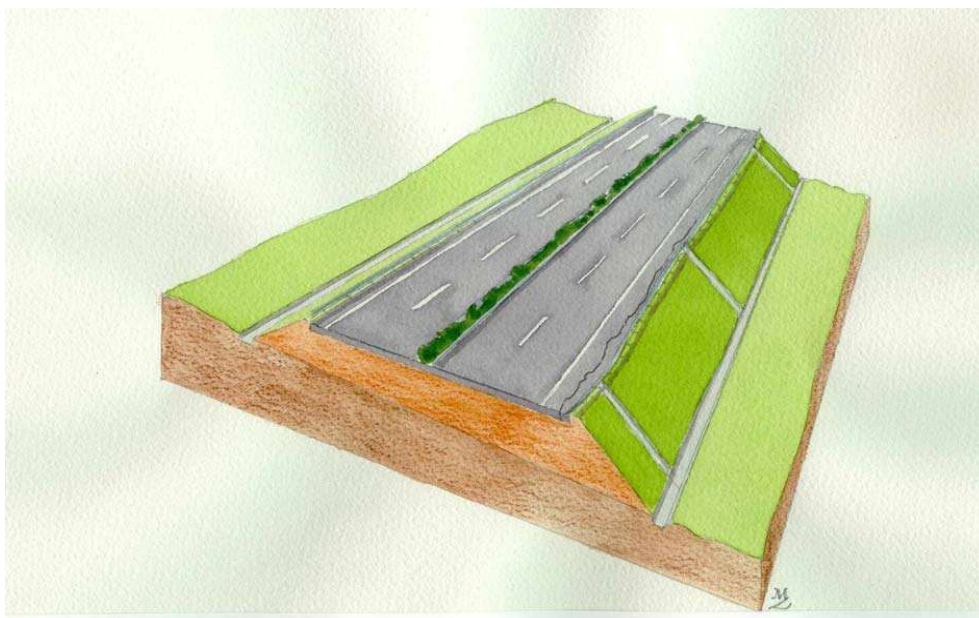


Fig. 1 – Instabilità locale delle banchine (fessurazioni longitudinali che interessano in genere la sola corsia di emergenza).



Foto 1 e 2,3: es. di instabilità banchine

Molto frequentemente questo dissesto è prodotto anche dal cattivo funzionamento del dreno sotto la pavimentazione e/o imbibizione/disseccamento del terreno sotto la banchina attraverso il ciglio del rilevato: diserbamento dell'arginello.

Modesti scorrimenti superficiali indotti dalle pressioni dell'acqua accumulata durante gli eventi meteorici o rigonfiamenti e ricompessioni prodotti dai cicli di imbibimento/essiccamento possono produrre le fessure di cui alla fig.1.

Evidenze:

- fessurazioni longitudinali, più o meno aperte, che interessano la corsia di emergenza. Tali fessurazioni possono estendersi anche per centinaia di metri;
- piccoli rigonfiamenti nella parte superiore della scarpata del rilevato vicino al ciglio, accompagnati da dissesti diffusi e qualche fessura.

Nel corso dell'ispezione si suggerisce inoltre di verificare l'esistenza e/o funzionalità degli "arginelli" in conglomerato bituminoso al bordo della pavimentazione e i relativi inviti in corrispondenza degli embrici.

Instabilità del solo corpo del rilevato con scoscendimenti laterali (instabilità laterale - fig. 2, foto 4-6).

E' una forma di instabilità che coinvolge il solo corpo del rilevato con superfici di scorrimento che non interessano i terreni di fondazione. Generalmente è dovuta alla scarsa qualità del materiale impiegato nella costruzione del rilevato e/o ad una posa in opera e costipamento non adeguati. E' una anomalia frequente nelle sezioni a mezza costa e nei rilevati costruiti su pendici ripide, per le difficoltà nell'esecuzione del costipamento.

Frequentemente queste condizioni di instabilità sono anche prodotte dall'innalzamento delle pressioni interstiziali nel rilevato, causate dalla mancanza o dall'inefficienza dello strato anticapillare o in curva dal cattivo funzionamento degli scarichi idrici nello spartitraffico.

Evidenze:

- lesioni ad arco nella pavimentazione (dette in gergo anche "lunate") che, di solito, interessano la corsia di marcia della carreggiata (raramente la corsia di sorpasso);
- cedimento del piano viabile all'interno della figura delimitata dalla "lunata" (gradino);
- rigonfiamento nella parte bassa del rilevato (solo quando si è verificato un notevole gradino);
- sicurvia e canalette deformati.

E' importante monitorare e valutare eventuali evoluzioni delle anomalie riscontrate rispetto all'ispezione precedente; qualora l'evoluzione delle anomalie sia significativa, suggerire alla DT competente per territorio l'attivazione di una specifica campagna indagini e l'installazione di strumentazione di monitoraggio (inclinometri e piezometri) al fine di identificare eventuale superficie di scorrimento e programmare il più corretto intervento di sistemazione.

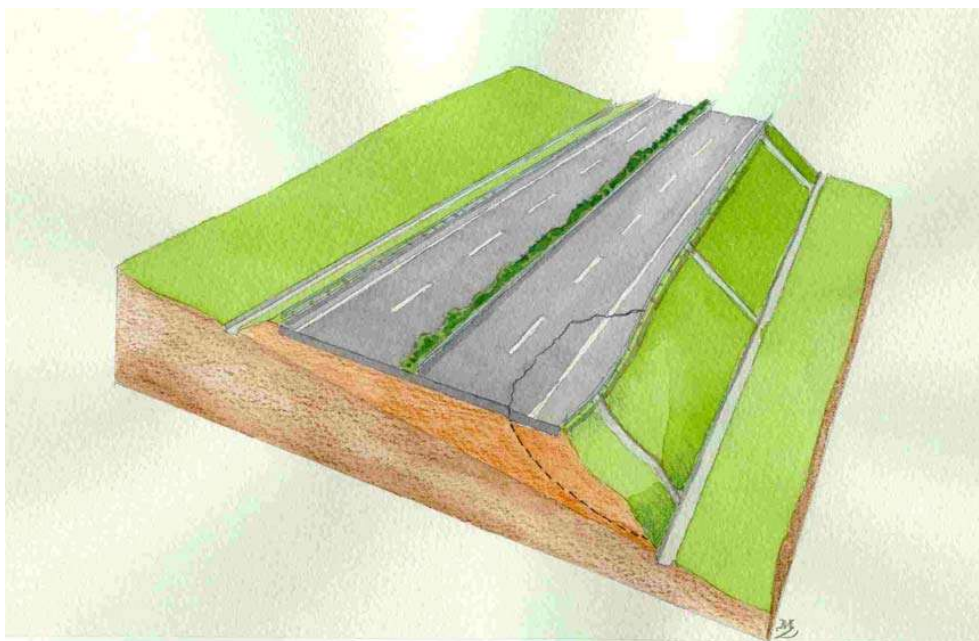


Fig. 2 – Instabilità del solo corpo del rilevato, con scoscendimenti laterali (lesioni ad arco sulla sede viabile del lato di valle del rilevato; possibile rigonfiamento della parte bassa del rilevato, quando si è verificato un notevole gradino).



Foto 4: es. di anomalie che tipiche d'instabilità del corpo del rilevato con lesioni ad "arco" che si manifestano su tutta la carreggiata, dall'emergenza alla marcia.



Foto 5: es. di instabilità del corpo del rilevato con lesioni ed evidenti cedimenti in corsia di emergenza e rigonfiamenti al piede della scarpata del rilevato.



Foto 6: es. d'instabilità del corpo del rilevato - i lavori di fresatura hanno confermato la rottura del corpo del rilevato già evidenziato con lesioni sulla pavimentazione

Instabilità del corpo del rilevato con coinvolgimento del piano di posa (instabilità profonda - fig. 3a, b e foto 7-10).

E' una forma di instabilità che si sviluppa sia all'interno del corpo del rilevato sia nel terreno sottostante, su cui il rilevato poggia. La superficie di scorrimento è di solito piuttosto profonda e può chiudersi, a valle, anche lontano dal rilevato. Si manifesta nei rilevati realizzati a mezza costa e può essere dovuta al peso del rilevato posto su un pendio già prossimo alle condizioni di instabilità.

Può essere prodotta da innalzamento dei valori delle pressioni interstiziali nel terreno di imposta. Le cause possono essere attive (incremento di infiltrazione a monte del rilevato per l'accumulo di acqua nel corso di prolungati eventi meteorici o passive (variazioni delle condizioni al contorno idrauliche indipendenti dal rilevato)

Evidenze:

- Lesioni della pavimentazione disposte a "lunata" (ad "arco") che individuano un ampio volume di terreno interno che è soggetto ad abbassamenti.
- Le lesioni possono spingersi alla carreggiata di monte ed anche oltre, nel qual caso il corpo autostradale risulterà tagliato da due lesioni grosso modo parallele.
- Svuotamenti nella parte alta del corpo di frana, rigonfiamenti a valle.
- Sicurvia e canalette deformati.
- Possibili zone umide a monte tra il rilevato ed il pendio, eventuale ristagno di acqua.

E' importante in questi casi, monitorare le anomalie riscontrate anche attraverso l'attivazione di specifica campagna indagini geotecniche e installazione di strumentazione di monitoraggio (inclinometri e piezometri) al fine di identificare l'eventuale superficie di scorrimento, generalmente profonda.

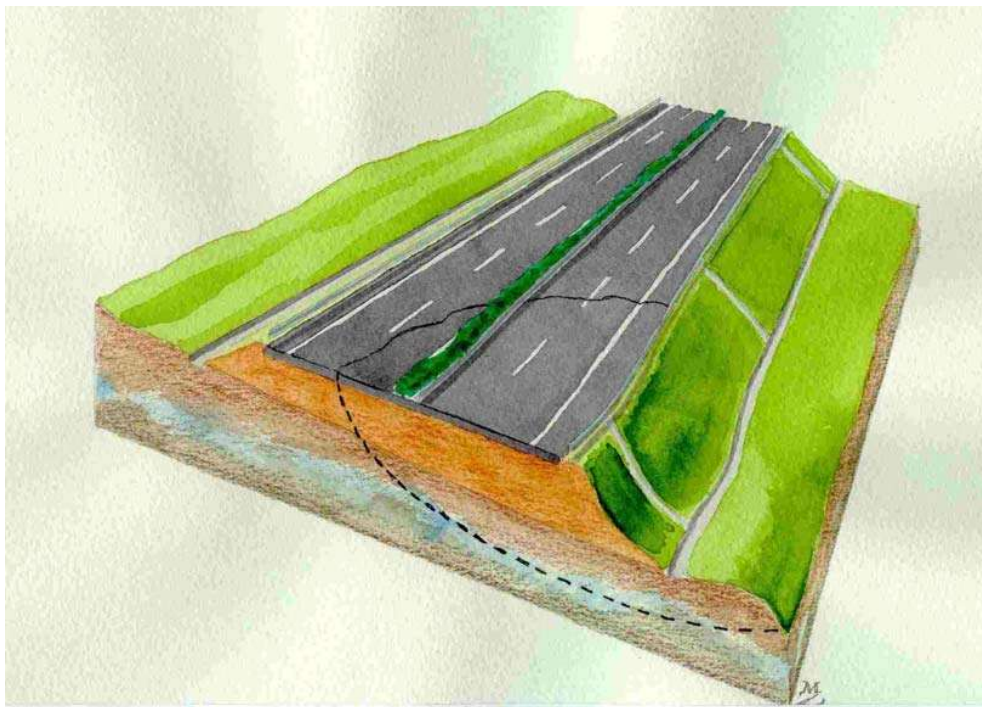


Fig. 3a – Instabilità del corpo del rilevato coinvolgente il piano di posa (frana rotazionale). Nel caso illustrato le lesioni, sempre disposte ad arco ("lunate"), individuano un ampio volume interno che è soggetto a notevoli abbassamenti.



Fig. 3b – Instabilità del corpo del rilevato coinvolgente il piano di posa (frana rotazionale). In questo secondo caso illustrato, le lesioni si spingono alla carreggiata di monte ed oltre, poiché la parte sommitale del movimento franoso è ubicata sulla pendice a monte. Le lesioni sulla sede viabile sono decisamente trasversali all’asse dell’autostrada e quasi parallele fra loro.



Foto 7: es. di instabilità del corpo del rilevato con coinvolgimento del piano di posa; in questo primo es. le lesioni ad “arco” e cedimenti evidenziate sulla pavimentazione della carreggiata S, si spingono fino alla carreggiata N



Foto 8: es. di instabilità del corpo del rilevato con coinvolgimento del piano di posa; in questo caso la lesione è trasversale all'asse autostradale e coinvolge la pavimentazione e il muretto in pietrame in dx.





Foto 9 - 10: es. di instabilità del corpo del rilevato con coinvolgimento del piano di posa; in questo caso le deformazioni sulla pavimentazione della carr. Ovest (lato di valle), si spingono fino alla carreggiata di monte (carr. E), come evidenzia la rottura del rilevato.

Cedimenti del rilevato (uniformi o differenziali - fig. 4a, b e foto 11-12).

Sono dovuti alla compressibilità dei terreni di fondazione ed agli assestamenti del corpo del rilevato sotto il proprio peso.

I cedimenti del primo tipo legati alla consolidazione dei terreni di imposta, possono essere particolarmente rilevanti nei tratti autostradali di recente costruzione, ivi comprese le terze corsie. I tempi di esaurimento dei processi di consolidazione dipendono dalle proprietà idrauliche e meccaniche dei terreni e dagli spessori degli strati in consolidazione, ma possono protrarsi anche per un decennio.

Gli assestamenti del solo corpo del rilevato possono essere dovuti alla circolazione di acqua nel rilevato e al conseguente dilavamento della frazione fine. Le lesioni del manto stradale, prodotte dagli stessi cedimenti, tendono a incrementare la circolazione dell'acqua nel rilevato.

Evidenze:

- Lesioni diffuse con evidente abbassamento della pavimentazione.
- Sicurvia e canalette deformati.

Nel corso dell'ispezione dovranno essere controllati l'efficienza del sistema di smaltimento delle acque superficiali, il funzionamento dei drenaggi e l'integrità delle condotte drenanti eventualmente presenti nel corpo del rilevato (tratti in curva).

Qualora sia presente strumentazione di rilievo delle quote piezometriche del terreno, sarà opportuno verificare che l'anticapillare non venga sommerso dalla falda. Eventualmente non presente, si può proporre l'installazione di tale strumentazione qualora se ne ravvisi la necessità.

Il monitoraggio periodico delle anomalie consente di valutare nel tempo eventuali evoluzioni negative.

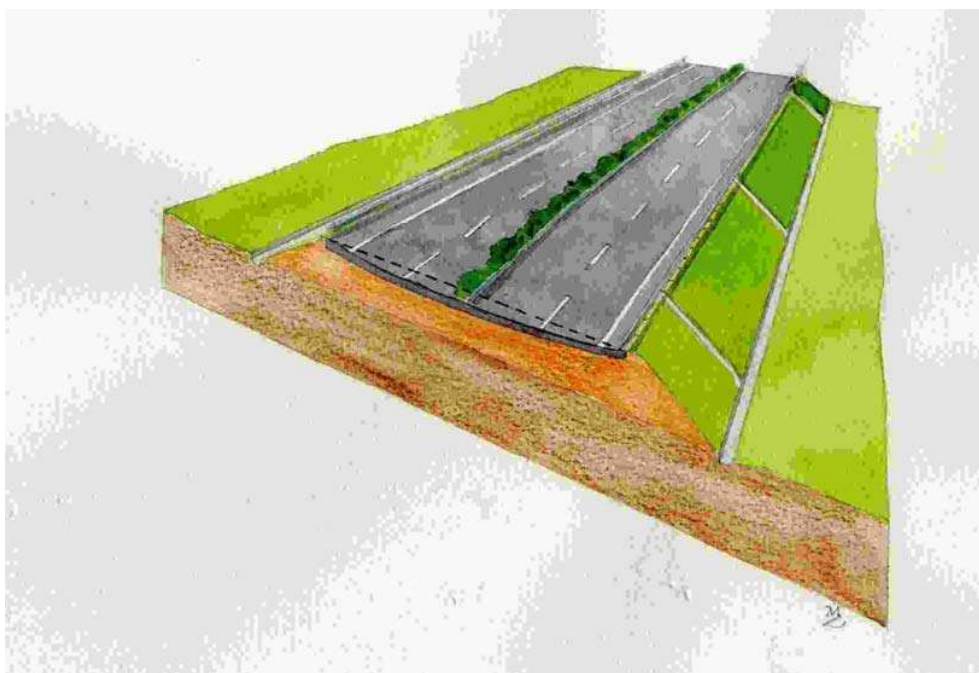


Fig. 4a – Cedimenti del corpo di un rilevato.

L'illustrazione vuol esemplificare l'assestamento del solo corpo del rilevato, non combinato con cedimenti del piano di posa. I cedimenti del piano stradale non sono uniformi e conseguentemente producono lesioni molto varie della pavimentazione. La principale causa di questi disuniformi assestamenti del materiale del rilevato è da ricercare nella scarsa compattazione di alcuni strati (più frequente, all'atto della costruzione, nelle zone di estremità, dove manca il contenimento laterale).

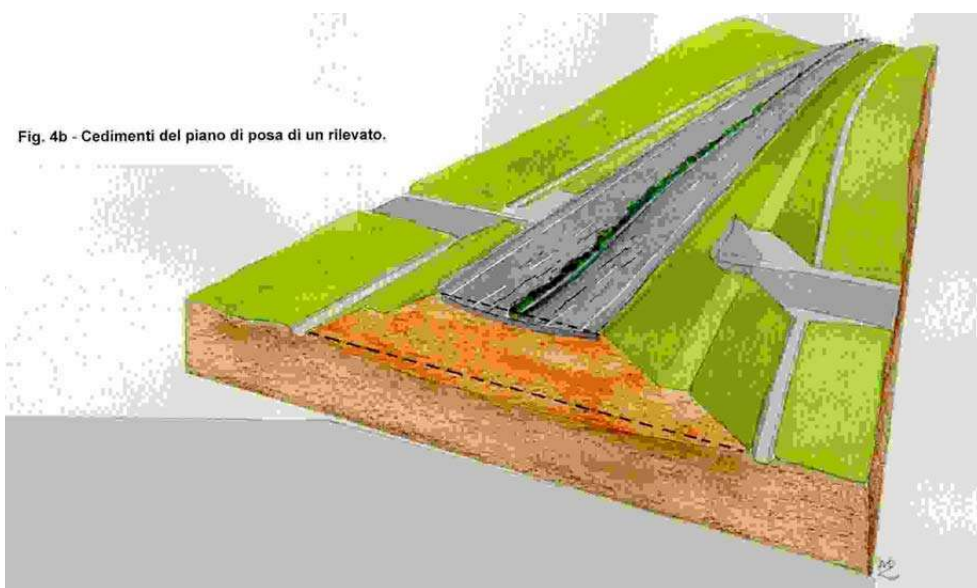


Fig. 4b - Cedimenti del piano di posa di un rilevato.

Fig. 4b – Cedimenti del piano di posa di un rilevato.

In questo secondo caso si è voluto evidenziare il cedimento del piano su cui poggia il rilevato stesso. Si verificano anche qui assestamenti differenziati, generalmente più evidenti al centro (dove i carichi unitari sono maggiori rispetto a quelli in corrispondenza delle scarpate) e presso i manufatti sottopassanti, come tombini e sottovia scatolari (che tendono a “galleggiare” sul piano di posa). In caso di opere “sotto rilevato”, anche queste possono subire assestamenti, più marcati in asse autostrada, dove in genere sono interrotte da un giunto. Dissesti di questo tipo sono frequenti in zone paludose bonificate, come la Val di Chiana (A1 – km 427) la Maremma laziale (A12 – km 0-3 – Fiumicino) o la piana del Biferno, (A14 km 477-478).





Foto 11 e 12: es. di cedimenti del rilevato

Instabilità delle scarpate del rilevato e rotture diffuse nella pavimentazione (fig.4c e foto 13-14).

Sono dovute alla pioggia, alla neve ed al gelo, che agiscono sulle scarpate di un rilevato e sulla pavimentazione (vedi figura 4c) localmente ammalorata.

Questi dissesti si possono ad esempio verificare:

- nel corso di eventi meteorici di lunga durata, per la riduzione di resistenza degli strati più superficiali delle scarpate (10÷30 cm) prodotta dal dilavamento superficiale, dal rigonfiamento per imbibizione e dall'insorgere di pressioni interstiziali positive;
- dopo abbondanti nevicate e temperature rigide, per gli aumenti di volume, e conseguente riduzione della resistenza del terreno prodotti dal congelamento della scarpata coperta di neve;
- in presenza di temperature rigide se la base della pavimentazione non è ben drenata. per il congelamento del terreno subito al di sotto della pavimentazione. Ulteriore danneggiamento si può poi verificare al disgelo per i cedimenti sotto i carichi stradali del terreno posto sotto la pavimentazione, reso più compressibile dal rigonfiamento subito.

Questi problemi delle scarpate e della pavimentazione possono essere dovuti alla non corretta granulometria del terreno costituente il corpo e le scarpate del rilevato, alla scarsa efficacia del drenaggio sotto la pavimentazione, che non si libera completamente dalle acque raccolte sulla pavimentazione, alla cattiva esecuzione dell'anticapillare alla base del rilevato che non interrompe la risalita capillare in modo sufficiente.

Evidenze:

- superficie del rilevato segnata da numerosi solchi poco profondi, materiale rimosso accumulato lungo le scarpate e ai piedi delle medesime.
- Lesioni concentrate a zone nella pavimentazione, con tendenza nell'area lesionata o al sollevamento o al cedimento.

E' importante monitorare e valutare eventuali evoluzioni delle anomalie riscontrate rispetto all'ispezione precedente; qualora l'evoluzione delle anomalie sia significativa, suggerire alla DT competente per territorio l'attivazione di una specifica campagna indagini geotecniche e installazione di strumentazione di monitoraggio (inclinometri e piezometri) al fine di identificare eventuale superficie di scorrimento e pianificare l'intervento di sistemazione.

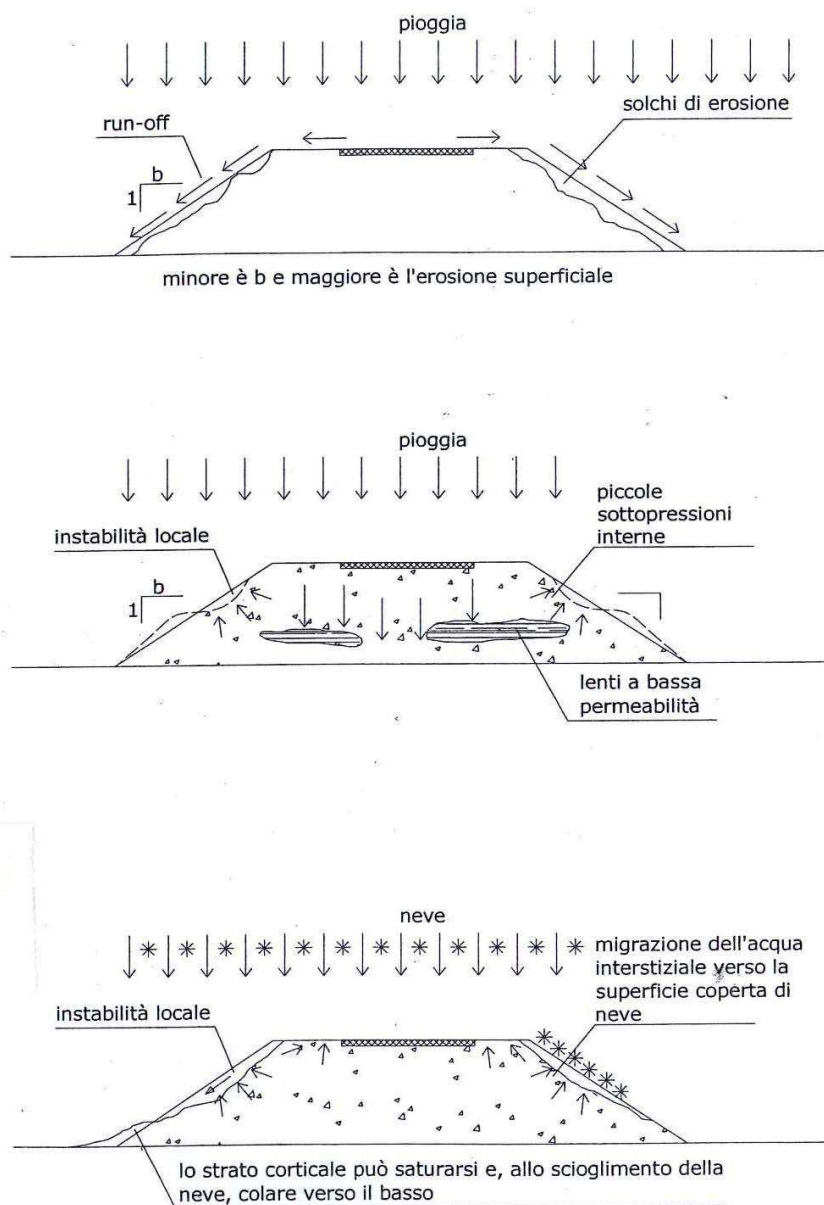


Fig. 4c – Instabilità delle scarpate del rilevato e rotture diffuse nella pavimentazione.



Foto 13 - 14: es. fenomeni d'instabilità che coinvolgono le scarpate dei rilevati; nella prima il fenomeno di dissesto è minimo, mentre la seconda evidenzia l'erosione della scarpata di un rilevato con asportazione di parte della corsia di emergenza per localizzata concentrazione delle acque di pioggia sulla pavimentazione

10.2.1.2. trincee/fronti di scavo e versanti naturali prossimi alla sede autostradale

I principali ammaloramenti e cause di dissesto, riscontrati nelle trincee e nei versanti prossimi alla sede autostradale della rete autostradale di ASPI sono:

- Erosioni superficiali e colate di fango;
- Frane rotazionali profonde

- Crolli e distacchi di materiale in presenza di rocce fratturate;

Erosioni superficiali e colate di fango (fig. 5 e foto 15-17).

Sono forme di dissesto che evolvono molto rapidamente. Sono originate dal ruscellamento delle acque meteoriche lungo trincee scavate in rocce tenere, soggette ad erosione, o in terreni, soggetti a colate (con il termine “colata di fango” si intende uno movimento gravitativo del terreno che si muove come un liquido).

Fessure presenti lungo il ciglio della trincea o nelle sue immediate vicinanze possono favorire notevolmente la diffusione dell’acqua di pioggia in profondità, che poi emergendo lungo il pendio della trincea dà luogo ad erosione.

I processi di saturazione di coltri superficiali di terreni a grana grossa di origine vulcanica possono innescare i fenomeni di colate di fango.

Le velocità di questi movimenti suggeriscono una costante sorveglianza, soprattutto durante e dopo violenti temporali.

L'erosione superficiale delle scarpate ad opera degli agenti atmosferici (vento, precipitazioni, cicli di gelo-disgelo, etc.) è tanto più dannosa ed insidiosa, quanto più acclive (pendenza) ed estesa (altezza) è la loro superficie e quanto meno consistenti sono i materiali che la costituiscono.

Inoltre, l'azione di dilavamento/erosione della scarpata può essere conseguenza della limitata efficienza dei fossi di guardia presenti in sommità della trincea. Non va pertanto trascurato di esaminare la funzionalità di questi elementi da rapportare all'estensione del pendio naturale presente a monte.

Con riferimento alle trincee a rischio (trincee in materiale tufaceo o in rocce molto fratturate con evidenza di pedogenizzazione - trasformazione della roccia in terreno -, trincee in materiale argilloso, ecc), le evidenze e i segni premonitori possono essere:

- Presenza sulla trincea di materiale già parzialmente rimosso e facilmente trascinabile in strada.
- Segnali di fenomeni avvenuti negli anni precedenti. Fossi di guardia ostruiti, permeabili o con segni di dilavamento a valle per sezione ridotta rispetto alla superficie drenata.
- Fessure presenti lungo il ciglio della trincea provocate da essiccamento del terreno o da fenomeni di trazione che si instaurano nella trincea medesima.
- Impianti di irrigazioni nelle vicinanze della trincea, che possono produrre un locale innalzamento della falda freatica a tergo della trincea.

Nel corso delle ispezioni particolare attenzione si dovrà rivolgere anche alla condizione dei fossi di guardia come sopra descritto.

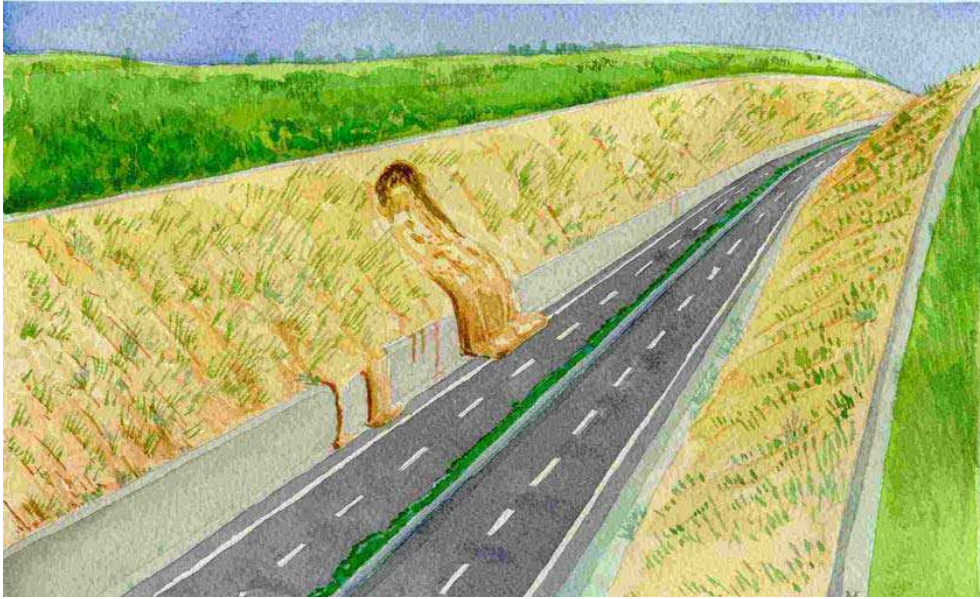


Fig. 5: Erosioni superficiali e colate di fango

L'illustrazione vuole esemplificare lo scoscendimento del materiale superficiale di una scarpata in materiale argilloso



Foto 15: es. di erosione sulla trincea



Foto 16 – 17: es. di erosione su trincea

Frane rotazionali profonde (fig. 6 e foto 18-18 bis).

Movimenti franosi profondi (frane rotazionali profonde) possono interessare la sola trincea come anche il pendio/versante naturale a monte. Sono fenomeni molto complessi che possono coinvolgere trincee, fronti di scavo e tutta la sede autostradale, che possono portare in tempi brevi al collasso anche zone apparentemente stabili. E' raccomandata pertanto una sorveglianza assidua delle trincee maggiori, con particolare attenzione a quelle in materiali argillosi (affioranti e non).

La sorveglianza dei pendii adiacenti all'autostrada presuppone innanzitutto ottimo spirito di osservazione ed agilità fisica, caratteristiche necessarie per ispezionare anche in zone densamente vegetate ed accidentate.

La morfologia di un pendio fornisce indicazioni in merito alla stabilità generale del versante stesso. Non è richiesta nella prima fase di ispezione un accurato rilievo geomorfologico del sito, ma è importante che l'ispezione sia finalizzata alla individuazione di quei fenomeni e di quelle evidenze che possono influire negativamente sulla stabilità di un pendio.

Nei fenomeni lenti, questi processi deformativi si sviluppano in tempi lunghi (giorni, mesi, anni) con periodi di quiescenza. Nei fenomeni rapidi il collasso può essere raggiunto in tempi brevi (ore).

Le evidenze più importanti, che devono essere ricercate ed annotate durante l'ispezione di un pendio, sono le seguenti:

- andamento ondulato o evidenze (accumuli di materiale o fronti di rilascio) che fanno pensare ad una frana avvenuta in tempi passati;
- fenditure nel terreno (è importante rilevarne l'andamento, l'orientamento);
- alberi, pali, etc. in posizione inclinata e sicuramente diversa da quella attesa;
- fessure e/o cedimenti di eventuali strutture presenti nel pendio;
- presenza di ristagni d'acqua e/o di vegetazione idrofila;

Importante è anche riconoscere deformazioni della sede autostradale (muri, cunette, e pavimentazione stradale, etc.) con evidenti lesioni, rotazioni e rigonfiamenti.

Al riscontro di tali evidenze, è opportuno dar seguito ad una campagna d'indagine accurata, condotta con l'ausilio di strumentazione "ad hoc" e con il supporto di personale tecnico specializzato.

E' importante monitorare e valutare eventuali evoluzioni delle anomalie riscontrate rispetto all'ispezione precedente; qualora l'evoluzione delle anomalie sia significativa, suggerire alla DT competente per territorio l'attivazione di una specifica campagna indagini geotecniche e installazione di strumentazione di monitoraggio (inclinometri e piezometri) al fine di identificare eventuale superficie di scorrimento.

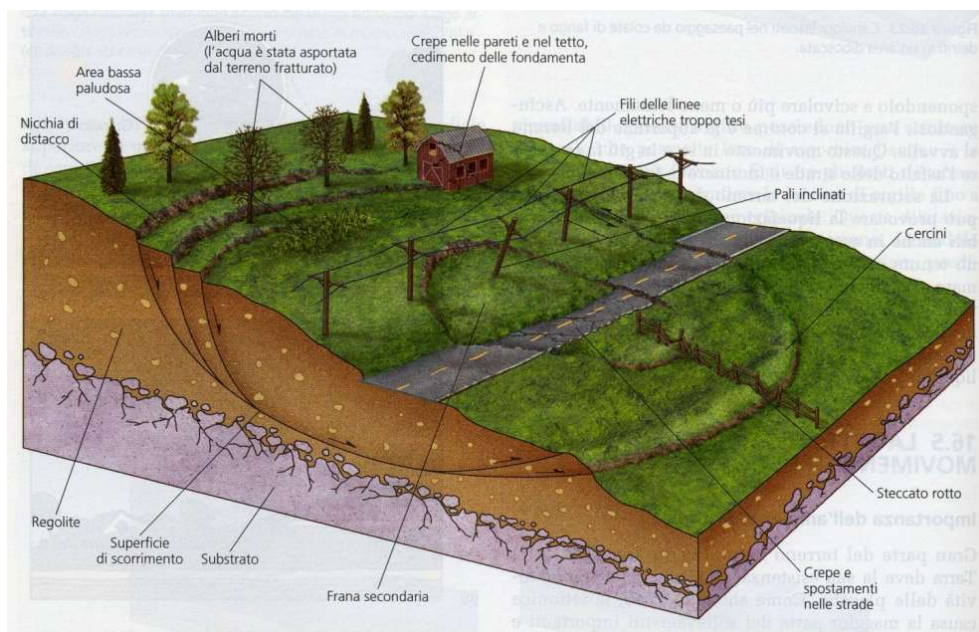


Fig. 6 – Frane rotazionali profonde.

L'illustrazione esemplifica il verificarsi di un movimento franoso di questo tipo in un versante. Nelle figure 3a e 3b, invece, sono stati illustrati gli effetti di frane rotazionali in corrispondenza di un rilevato e di un tratto "a mezza costa".



Foto 18: es. di frana rotazionale profonda che coinvolge la carreggiata e il pendio a monte; nonostante il versante a monte della carr. E sia coltivato, si notano delle fratture e contropendenze (A16 km 116+400).



Foto 18 bis: es. di frana rotazionale profonda che coinvolge la carreggiata autostradale e il pendio di monte; evidenti le fratture di trazione a monte ed il rigonfiamento a valle dell'autostrada (A16 km 122+500).

Distacchi di materiale in presenza di rocce fratturate (frane di crollo) (fig. 7 e foto 19-20).

Le trincee in roccia o le pendici rocciose incombenti sulla carreggiata e/o prossime alla sede autostradale sono siti da monitorare con attenzione in quanto, eventuali distacchi, avvengono con estrema rapidità e senza segnali premonitori. La caduta di una sola, semplice pietra sulla sede viabile può coinvolgere il transito dei veicoli: questo fatto impone scrupolosissime ispezioni nelle zone rocciose e/o con massi isolati.

In occasione di eventi meteo intensi sono stati riscontrati problemi anche agli imbocchi delle gallerie, legati all'accumulo di materiale roccioso, acqua e fango all'interno delle incisioni torrentizie, con cinematismo repentino, "debris flow" (colate detritiche, rappresentano un fenomeno molto insidioso a causa sia della estrema velocità con cui possono percorrere grandi distanze, sia per la frequente assenza di chiari segni premonitori.)

Questi fenomeni si sono spesso originati sui pendii prossimi alla sede autostradale tra Gemona e Tarvisio dell'A23.

Il tratto suddetto è interessato da rischio di dissesto, legato principalmente all'attività torrentizia dei corsi d'acqua.

In alcuni casi, l'attività torrentizia dei corsi d'acqua, espone il tracciato autostradale al rischio di invasione della carreggiata di copiosi accumuli di detriti.

Talvolta dai versanti a monte della sede autostradale, seppur ben vegetati e con barriere di protezione, sono stati segnalati rilasci di ciottoli/pezzame di roccia ma anche distacchi di massi, che hanno invaso in più punti la sede autostradale.

Le evidenze e i segni premonitori possono essere:

- pendici rocciose molto fratturate e/o con blocchi in precario equilibrio e quelle in materiale terroso con blocchi o strati rocciosi affioranti.

La presenza di vegetazione arborea o l'alternanza di fenomeni di gelo e disgelo può costituire, in questi casi, un aspetto negativo: oltre ad ostacolare l'ispezione visiva per individuare eventuali distacchi in corso, in certe situazioni la propagazione delle radici può favorire il distacco di blocchi in corrispondenza dei giunti e determinarne la caduta su strada. Inoltre, l'azione del clima può aggravare ed accelerare i fenomeni.

Il monitoraggio sistematico delle pendici rocciose sovrastanti la sede autostradale è necessario al fine di identificare eventuali blocchi o accumuli di materiale in equilibrio precario in particolare in occasione di eventi meteo intensi; dove sono presenti reti di protezione e/o barriere, e' necessario valutare e descrivere lo stato delle strutture ed individuare le situazioni per le quali si ritiene necessario realizzare interventi preventivi di svuotamento del materiale franato e accumulato a tergo dell'elemento di protezione (svuotamento reti/barriere e disgaggio massi).

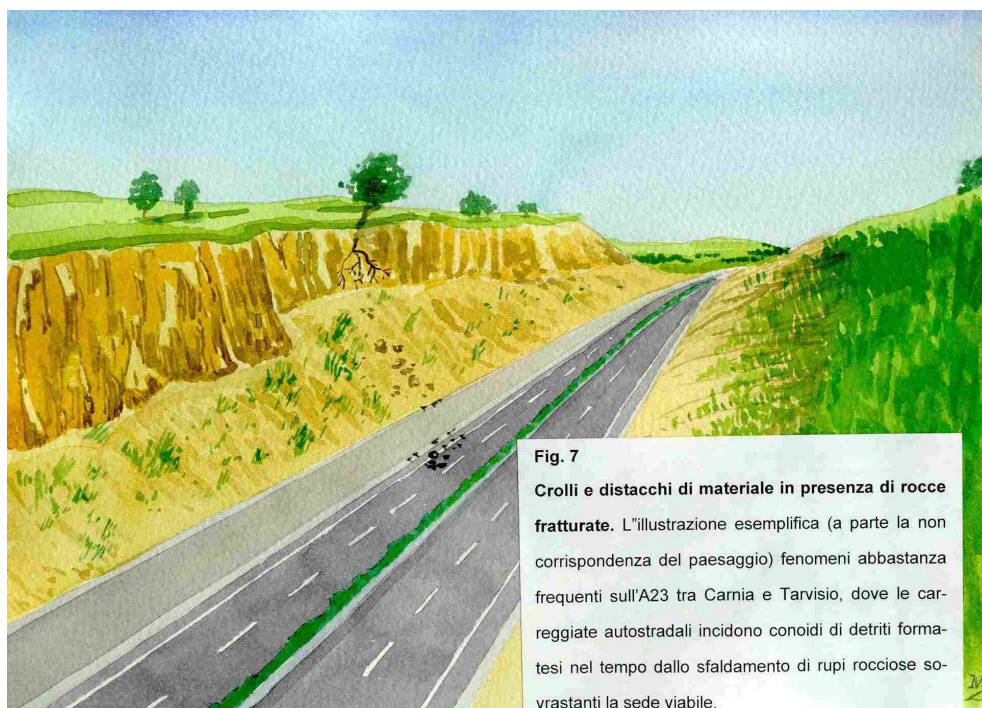


Fig. 7

Crolli e distacchi di materiale in presenza di rocce fratturate. L'illustrazione esemplifica (a parte la non corrispondenza del paesaggio) fenomeni abbastanza frequenti sull'A23 tra Carnia e Tarvisio, dove le carreggiate autostradali incidono conoidi di detriti formati nel tempo dallo sfaldamento di rupi rocciose sovrastanti la sede viabile.



Foto 19: es. di frana di crollo che coinvolge una trincea autostradale protetta da reti e barriere di “primo impianto” (A10, carr. Est).



Foto 20: es. di trincea in roccia protetta con reti, rafforzamento corticale e barriera paramassi a geometria fissa installata in sommità al muro di controripa.

Fondazioni di opere d'arte (fig. 9 e foto 25-32).

Anche piccoli dissesti di una fondazione possono produrre gravi danni all'intera opera d'arte e alla sua utilizzazione. Si pensi ad esempio a un possibile incremento del cedimento di una pila di ponte.

I più frequenti dissesti delle fondazioni o delle spalle di un ponte sono prodotti da movimenti di versante. Lo spostamento di un corpo di frana induce infatti sollecitazioni e spostamenti delle strutture che in esso ricadono. In particolare, lo spostamento orizzontale della fondazione di una pila può creare problemi di disassamento tra impalcato e pile e può produrre il tranciamento dei pali di fondazione se questi raggiungono una parte di terreno stabile.

Anche gli eventi sismici possono produrre dissesti delle opere di fondazione di un'opera d'arte, sia direttamente per gli spostamenti e le sollecitazioni indotte dal movimento ciclico, sia indirettamente per i movimenti gravitativi del terreno, indotti dal sisma, che possono interessare le fondazioni dell'opera.

Particolare attenzione nel corso della visita dovrà essere rivolta a tutti i segni di dissesto delle fondazioni, quali ad esempio:

- Disassamenti delle pile,
- movimenti anomali dell'impalcato riscontrabili dall'osservazione dei giunti e degli appoggi,
- possibili lesioni nei punti della struttura dove si generano dei picchi di tensioni (nodi strutturali, attacco fondazione/elevazione),
- movimenti in corrispondenza delle spalle.

Durante l'ispezione risulta rilevante:

- osservare i movimenti dell'impalcato (aperture o chiusure anomale dei giunti di dilatazione, disassamenti nelle pile, etc.) e le pendici a monte in quanto spinte impreviste sulle strutture di fondazione di un'opera possono creare dei problemi alla opera d'arte.
- verificare l'evoluzione nel tempo di eventuali anomalie riscontrate ovvero monitorare eventuali lesioni attraverso la posa in opera di fessurimetri, trasduttori di spostamento e/o inclinometri da parte (Foto 31-32) da installare ad es. sulle strutture di elevazione (pile/pulvini e/o impalcato/pila).

Qualora il monitoraggio visivo e/o strumentale metta in evidenza evoluzioni significative si dovrà attivare una specifica campagna di indagini geotecniche e relativo sistema di monitoraggio strumentale (inclinometri e piezometri) anche propedeutico all'eventuale progettazione di un intervento di consolidamento del versante su cui insiste l'opera d'arte.

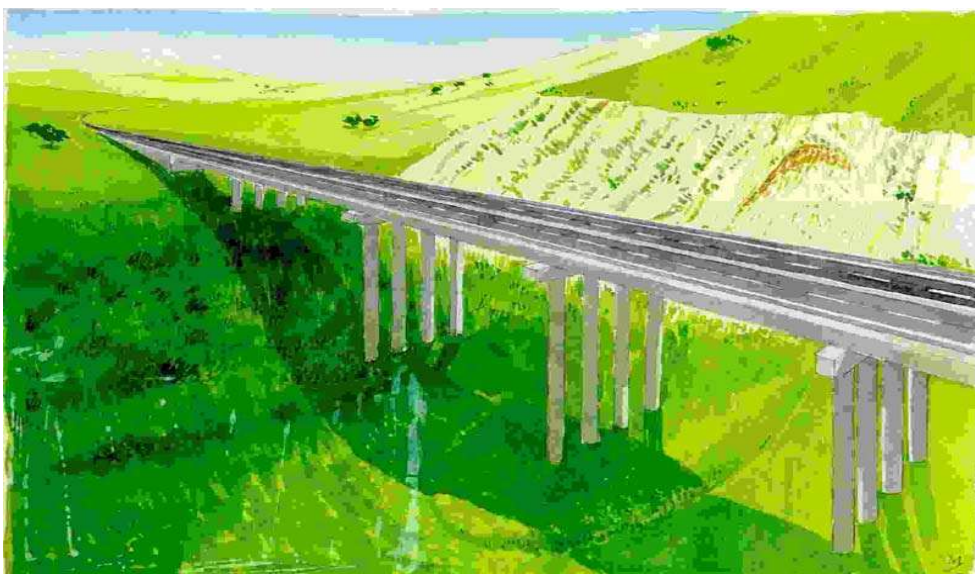


Fig. 9 – Dissesti coinvolgenti le fondazioni di strutture in elevazione (ponti e viadotti)



Foto 25: area sotto un viadotto che è stato oggetto di lavori di rinforzo delle fondazioni e di consolidamento frana di versante



Foto 26 – 27: vista d'insieme di un'area in frana in cui ricade un importante viadotto e parte della strumentazione di monitoraggio installata per il controllo dell'opera



Foto 28 - 29: opera oggetto su entrambe le spalle da fenomeni di crollo di materiale roccioso del versante



Foto 30: es. di apertura di un giunto per rotazione del muro in corrispondenza del portale



Foto 31: FESSURIMETRI (ad acquisizione continua e trasmissione dati real time)

Strumenti che consentono di misurare nel tempo gli spostamenti relativi tra diversi elementi strutturali di una stessa opera.



Foto 32: INCLINOMETRI DA PARETE:

Strumenti che consentono di misurare nel tempo l'inclinazione dell'elemento strutturale rispetto alla verticale.

10.2.2. *Muri di sostegno (muri di controripa, sottoscarpa, d'ala, ecc.)*

Per struttura di sostegno, di seguito denominata genericamente muro, (fig. 8 e foto 21-24) si intende un manufatto murario con la funzione principale di sostenere, o contenere, fronti di terreno di qualsiasi natura e tipologia.

Le strutture di sostegno (muri) assolvono alla funzione di resistere alle spinte del terreno e dei carichi su di esso gravanti, che possono variare nel tempo.

Le strutture possono essere soggette a forze transitorie di notevole intensità non previste, ad esempio la spinta dell'acqua, causata dall'innalzamento a tergo del muro del livello di falda durante eventi meteorici di lunga durata particolarmente intensi.

Sotto queste azioni l'opera di sostegno si deforma e subisce degli spostamenti rigidi (traslazioni e rotazioni) che riducono la spinta del terreno sull'opera fino al limite attivo. Abbassamenti del terreno a tergo dell'opera segnalano il raggiungimento delle condizioni di scorrimento attivo del terreno.

Le strutture di sostegno esistenti lungo il tracciato autostradale possono essere suddivise in due principali categorie: muri di "controripa" quando sostengono il piede di una scarpata in trincea, e di "sottoscarpa" quando contengono il piede di un rilevato. Possono inoltre essere differenziate in base alla tipologia costruttiva o in base alla tipologia fondazionale come ad esempio muri in pietrame a gravità, in calcestruzzo a gravità, cemento armato, con fondazioni dirette, su pali, ecc..

Le tipologie di dissesto sui muri di sostegno sono molteplici. Tra queste possiamo annoverare:

- gli spostamenti relativi tra i conci di un muro in corrispondenza dei giunti (instabilità globale del concio),
- le lesioni trasversali (apertura, dislocazione);
- l'inclinazione verso l'esterno della sola parte in elevazione (collegamento, "incastro" insufficiente con la fondazione),
- le lesioni longitudinali (varie possibili interpretazioni),
- gli ammaloramenti del calcestruzzo con espulsione del copriferro e corrosione delle armature (degrado conservativo correlabile ad una possibile instabilità se diffuso e profondo).
- Altre anomalie sono relative al sistema di drenaggio (dreni microfessurati e/o "barbacani") occluso ed inefficiente,
- gli avvallamenti del terreno a tergo e fenditure, i ristagni di acqua a monte che testimoniano impreviste condizioni di spinta idraulica, prodotte anche da cause antropiche.

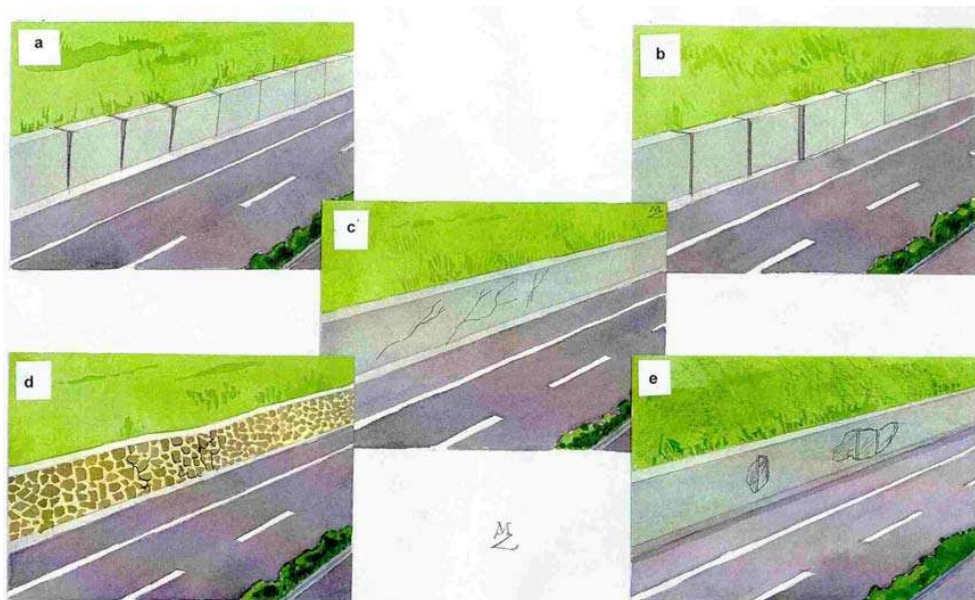


Fig. 8 – Dissesti tipici di strutture di sostegno del terreno.

L'illustrazione esemplifica dissesti tipici nei muri di controripa di una trincea. In un muro in calcestruzzo a conci separati da giunti, in caso di rotazione (a) o di traslazione(b); in un muro in calcestruzzo non dotato di giunti (c) in un muro in pietrame (d) ed in caso di ammaloramento dei paramenti esterni (e).

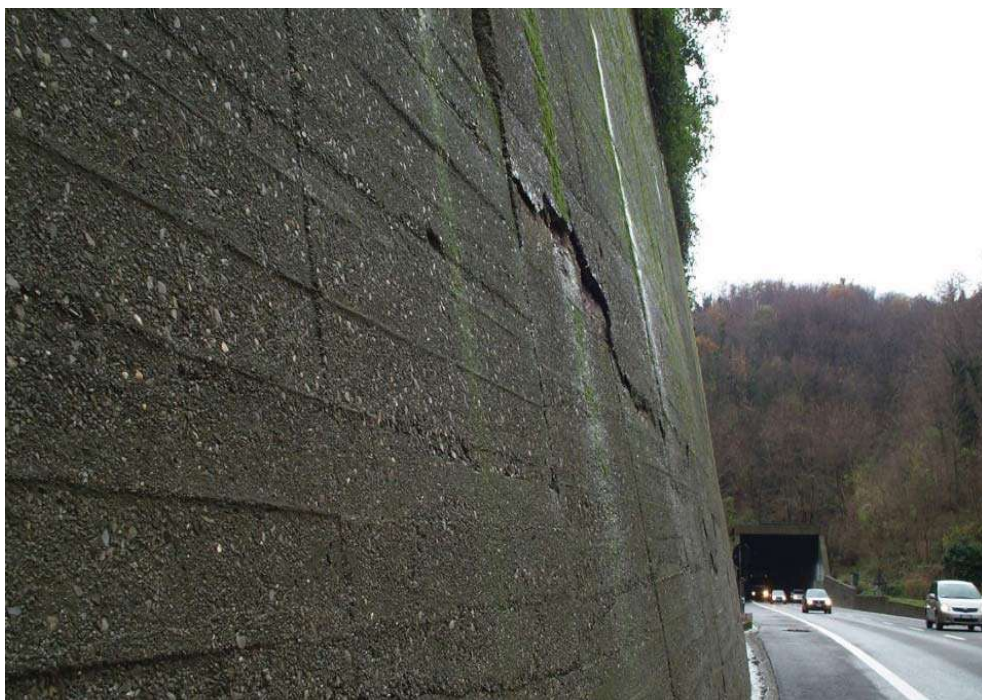


Foto 21 - 22: es di muri ammalorati



Foto 23: muro su cui sono visibili dislocazioni e rotazioni in corrispondenza dei giunti



Foto 24: esempio di dissesto della struttura di un muro della tipologia "terra armata"

Nel caso di strutture di sostegno interrate, è sicuramente difficile valutarne lo "stato di servizio" ed è necessario ricorrere all'ausilio di strumenti di indagine. Solo dove tali strutture non sono completamente interrate, si possono notare delle evidenze sulle parti visibili (di solito, travi di collegamento degli elementi verticali - pali o diaframmi - immersi nel terreno).

Deformazioni dell'asse di una trave di collegamento, lesioni sui calcestruzzi, anomalie nel dispositivo di ancoraggio dei tiranti indicano uno spostamento della struttura e incremento delle sollecitazioni. L'ispezione della zona può, comunque, fornire utili indicazioni sull'evoluzione delle spinte agenti sulla struttura di sostegno da parte del terreno contenuto (deformazione e/o presenza di fenditure nel terreno a monte, etc.).

Bisognerà verificare lo stato di drenaggio dell'opera e l'eventuale presenza di ristagni d'acqua e di avvallamento del terreno a tergo.

E' importante verificare l'evoluzione nel tempo delle anomalie riscontrate, quali lesioni, rotazioni ecc, tenendo presente quanto evidenziato nell'ispezione precedente.

Se necessario può essere proposta l'installazione di fessurimetri, preferibilmente con acquisizione in continuo e trasmissione dati da remoto. Qualora invece siano già presenti fessurimetri a lettura manuale, se ne dovrà rilevare l'eventuale incremento di spostamento o l'assenza di incremento.

Nel caso in cui il monitoraggio evidenzi incrementi significativi, specialmente se rilevati da strumentazione "in continuo" anche con il superamento di soglie di attenzione eventualmente definite, se il rilevamento è "in continuo", si dovrà procedere con una tempestiva segnalazione.

10.2.3. *Opere di presidio pendici rocciose (reti di protezione e barriere paramassi)*

Lungo la rete autostradale sono spesso presenti, in corrispondenza di trincee o versanti in roccia, opere di presidio con reti in aderenza, spesso rafforzate dalla presenza di incroci di funi in trefoli di acciaio con maglia variabile, ancorate al pendio con barre e/o tiranti, e barriere paramassi a presidio dell'infrastruttura autostradale dal possibile distacco di materiale lapideo che possa raggiungere direttamente o a seguito di successivi rimbalzi la carreggiata con rischio per l'utenza e l'esercizio autostradale.

Tali opere, realizzate sia in primo impianto contestualmente alla costruzione dell'autostrada che con successivi interventi di manutenzione, sono generalmente installate in prossimità della carreggiata autostradale, nelle aree di pertinenza, ma possono anche essere ubicate a notevole distanza dall'infrastruttura, come nel caso di versanti rocciosi anche molto estesi che possono essere interessati da caduta massi con ripercussioni sulla sede autostradale.

L'osservazione delle opere di presidio dovrà riguardare principalmente i seguenti aspetti:

- Stato di conservazione delle parti che compongono il presidio quali reti, funi, montanti o altri elementi di collegamento visibili, ecc. come per esempio ossidazione, lacerazione/strappo, allentamento bullonature, ecc.;
- Accumulo di materiale in distacco a tergo delle reti di protezione o delle reti che compongono le barriere paramassi che possono gravare sulle strutture o ridurre il volume di accumulo potenziale;
- "allentamento" delle funi o barre di ancoraggio, con perdita di tensione visibile a occhio che ne possa ridurre o compromettere la funzionalità;
- Deformazione delle strutture componenti le barriere paramassi quali montanti, controventi, ecc. che possono inficiare la funzionalità della barriera.

In relazione alle risultanze della ispezione visiva, ravvicinata quanto possibile, si potrà eventualmente attivare una campagna d'indagine accurata, condotta con il supporto di personale tecnico specializzato (rocciatore) e l'ausilio di strumentazione "ad hoc".

10.3. PROVE E CONTROLLI

10.3.1. *INDAGINI GEOTECNICHE*

Le indagini geotecniche corrispondono ad attività specialistiche che attraverso l'esecuzione di sondaggi e prelievo di campioni del terreno, consentono di definire la stratigrafia dei terreni interagenti con l'opera autostradale, il regime delle acque sotterranee, nonché determinare, attraverso prove in sito e prove di laboratorio, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni di interesse.

In molti casi le indagini geotecniche in generale possono essere accompagnate da uno studio geologico e geomorfologico dell'area.

Le indagini e gli studi sopra menzionati sono essenziali per la predisposizione di un qualsiasi progetto di consolidamento e ripristino delle opere autostradali.

Le attività più comuni che concorrono all'espletamento di un'indagine geotecnica sono:

Le più comuni indagini per i problemi geotecnici evidenziati sono:

- Esecuzione di Sondaggi con prelievo dei campioni indisturbati (terreni a grana fine e rocce tenere) e rimaneggiati (terreni a grana grossa) per la determinazione in laboratorio della natura e delle proprietà meccaniche dei terreni;
- Installazione dei piezometri per il monitoraggio del regime idraulico presente nel terreno;
- Installazione di tubi inclinometrici, per avere informazioni sulla geometria del corpo di frana, sulla posizione della superficie di scorrimento e la valutazione dell'entità e della velocità degli scorrimenti.
- esecuzione di prove meccaniche in sito (penetrometriche, pressiometriche, dilatometriche...)
- esecuzione di prove geofisiche (MASW, SASW, CROSS-HOLE)

10.3.2. *MONITORAGGIO STRUMENTALE*

Al fine di migliorare la capacità di previsione e prevenzione dei fenomeni franosi che possono incidere sulla funzionalità delle opere geotecniche, per rendere più razionale ed obiettiva la risultanza del monitoraggio visivo sistematico, ci si avvale per siti geotecnici specifici anche del monitoraggio strumentale geotecnico.

Ad oggi sono circa 120 i siti geotecnici della rete ASPI tenuti sotto controllo anche con strumentazione inclinometrica e piezometrica; la strumentazione è diversamente numericamente distribuita sulle tratte a maggiore suscettività geotecnica della rete in esercizio, circa 1.800 km.

Oltre che per avvalorare ed integrare le risultanze del monitoraggio visivo, il monitoraggio strumentale si attua al fine di definire e misurare obiettivamente i parametri che incidono sull'evoluzione dei movimenti franosi, quali:

- Profondità e velocità del dissesto (tramite misure inclinometriche);
- Profondità media e variabilità della falda freatica (tramite misure piezometriche);

In base all'esame delle informazioni geologiche e geotecniche disponibili per ogni tratta autostradale, individuare le aree con fenomeni geotecnici avversi già in atto o quelle che comunque appaiono più vulnerabili.

L'acquisizione dei suddetti parametri, vale a dire l'utilizzo delle evidenze scaturite dal monitoraggio visivo diretto e del di monitoraggio strumentale, consente di effettuare una mirata progettazione e programmazione degli interventi di manutenzione non ricorrente di natura geotecnica, anticipando quelli di maggiore criticità, per consentire/indirizzare i provvedimenti necessari alla tutela della sicurezza stradale.

6.4.3 Cura della strumentazione geotecnica.

Tutto il personale tecnico che opera sulle tratte autostradali oggetto anche di monitoraggio strumentale (inclinometri, piezometri, fessurimetri, ecc.) descritto al punto 6.3.2, dovrà prestare massima attenzione affinché il corretto funzionamento degli strumenti stessi sia assicurato nel tempo.

Infatti, questi strumenti, ubicati spesso sulla corsia di emergenza, al piede dei rilevati, in sommità delle trincee ed anche fuori proprietà, nei terreni dei frontisti, forniscono dati molto utili per conoscere lo "stato di salute" geotecnico di quei tratti di autostrada e dei siti attraversati.

In molti casi la vita utile della strumentazione non è molto lunga, specie se il dissesto monitorato ha un movimento relativamente veloce, che porta inevitabilmente alla messa fuori uso della strumentazione messa in opera.

Talvolta, il "fuori servizio" di inclinometri e piezometri, non dipende dal fenomeno franoso ma da operazioni/interventi di manutenzione o incuria quali:

- sulla sede viabile, le operazioni di fresatura e di stesa delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso, che possono ricoprire o distruggere i chiusini di protezione o provocare l'ingresso di materiali estranei nei tubi che impediscono le future letture dello strumento;
- lungo le scarpate e nelle aree a verde in genere: le operazioni di sfalcio eseguite a macchina, che spesso li "decapitano" o li deformano in mezzo all'erba alta, nonostante i segnali, rendendoli inservibili;
- nei terreni di frontisti: l'incuria durante le lavorazioni agricole o le azioni volutamente distruttive da parte di proprietari, che non ritengono più adeguato l'indennizzo annuo corrisposto loro dalle Direzioni di Tronco per la loro salvaguardia e per consentire il periodico accesso per le letture.

Per limitare i casi di danneggiamento accidentale alle strumentazioni esterne alla sede viabile è utile segnalare la loro presenza nel modo sottoindicato.

Ciascun terminale dovrà essere protetto con un pozzetto metallico dotato di coperchio e lucchetto, cementato nel terreno (e quando sporgente dal piano di campagna opportunamente protetto da eventuali impatti) o dotato di chiusino carrabile se installato sulla sede autostradale.

La colonnina potrà, nei casi di ubicazioni fuori proprietà più vulnerabili, essere protetta esternamente da un tubo in cemento del diametro di circa 600 mm, interrato, e con fori di drenaggio nella parte sporgente dal piano di campagna, nonché da una recinzione di paletti alti, collegati con nastro bianco e rosso, a segnalare la presenza del manufatto (anch'essa naturalmente protetta da eventuali impatti).

All 1 – Schede sopralluogo

Appendice 1 – il progetto ANIDRO