



REGIONE LOMBARDIA

DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E URBANISTICA
UNITÀ ORGANIZZATIVA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

RIASSETTO IDROGEOLOGICO E MITIGAZIONE DEI RISCHI
NATURALI PRESENTI IN VAL TORREGGIO
Comune di Torre S.Maria (SO)

DICEMBRE 2006

TITOLO

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE

A.T.I.:

MANDATARIA

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 - E-Mail: Studiopaoletti@etatec.it

MANDANTE

ETATEC S.R.L.
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 - E-Mail: ETATEC@ETATEC.IT

MANDANTE

Prof. Geol. Lamberto Griffini

20149 MILANO - via E. Pagliano, 37 - tel.(02) 61298369
fax (02) 61296490 - E-Mail: griffinil@tin.it

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

CONSULENTI:

ASPETTI NATURALISTICI E VEGETAZIONALI :
Dott. Agr. GIANPAOLO GUZZETTI

NOME

FIRMA

DATA

REDAZIONE

C. Passoni

VERIFICA

G.B. Peduzzi

APPROVAZIONE

A. Paoletti

TIPOLOGIA

PD

COMMITTENTE

122

COMMESSA

06/03

DOCUMENTO

RD

NUMERO

A.03.00

SCALA:

-

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. SINTESI DELLE OPERE CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE IN PROGETTO.....	3
3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO	7
3.1 GENERALITÀ.....	7
3.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE	7
3.3 OPERE DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO E MITIGAZIONE DEL RISCHIO NATURALE	12
3.3.1 Interventi nel tratto terminale tra briglia 17 (selettiva) e l’inizio del cunettone.....	12
3.3.2 Interventi in alveo tra briglia 25 e torrente Arcogliasco.....	14
3.3.3 Zona piede versante A sino a confluenza Arcogliasco.....	16
3.3.4 Zona piede versante B sino a banche di ex-cava.....	17
3.3.5 Zona Arcogliasco.....	19
3.3.6 Zona nicchie residue frana D.....	19
3.3.7 Zona versante B tra Braccia e Masoni Corlatti	20
3.3.8 Alveo Mallero a valle confluenza Torreggio.....	21
3.3.9 Smantellamento cantiere	22
4. CONCLUSIONI.....	23

RELAZIONE DESCRITTIVA DELLE OPERE

1. PREMESSA

La descrizione delle opere in progetto si collega ai commenti relativi all'analisi delle opere già realizzate in fase d'emergenza ed alla motivazione delle scelte di fondo espresse nella *relazione generale* (A.01.00) ed nella *relazione sullo stato dei luoghi, analisi dei rischi attuali e residui* (A.02.01).

Come già sottolineato nella relazione generale, la soluzione progettuale proposta risulta preferibile, se rapportata alle alternative individuate, per molteplici motivi, tra i quali si sottolinea che con tale soluzione:

- si riducono i concreti pericoli di instabilizzazione dei versanti e dell'alveo e il conseguente rischio di onde di sommersione causate da possibili collassi;
- si consolida la capacità di deflusso nelle tratte interessate da infrastrutture e abitazioni, senza tuttavia imporre opere di impatto sul territorio e senza pregiudicare futuri interventi, a seguito di un'oculata osservazione delle dinamiche indotte dalla nuova morfologia. Ciò in aderenza ad una necessità di graduare gli interventi in relazione al rischio individuato ed alla risposta del bacino all'intervento di sistemazione.

Come descritto in altre parti del presente progetto, si è esaminato ogni possibile intervento di rafforzamento, modifica, smantellamento, variazione e adeguamento delle singole opere che attualmente garantiscono il deflusso del Torreggio, individuando quelle opere che sono da ritenersi funzionalmente complete e quindi necessitano unicamente di interventi di inserimento, nonché

le altre opere che, pur avendo assicurato in questi 15 anni la fruibilità della zona, richiedono modifiche in funzione della loro struttura oggi provvisoria, potenziamento o nuova edificazione.

Le opere associate alla soluzione di progetto, oltre ad essere descritte in dettaglio nella presente relazione, sono riportate negli elaborati grafici e sono stimate economicamente nell'allegato computo metrico (H.02.00).

2. SINTESI DELLE OPERE CARATTERISTICHE DELLA SOLUZIONE IN PROGETTO

L'insieme delle analisi esposte nelle Relazioni di dettaglio e la richiesta di intervento mirato alla misura dei problemi da risolvere nel bacino del Torreggio, hanno condotto all'individuazione, nell'ambito delle opzioni possibili, della soluzione più idonea per la sistemazione dell'area di Val Torreggio.

Nella successiva Tabella 1 si riporta sinteticamente l'elenco delle opere proposte in progetto per la realizzazione della soluzione prescelta. In tabella sono evidenziati anche l'obiettivo di ciascuna opera e la vita attesa, nonché i riferimenti alle tavole in cui sono riportate le opere

Tabella 1 – Descrizione delle opere, obiettivo, vita attesa

OPERA	INTERVENTO	OBIETTIVO	VITA ATTESA (anni)
ZONA TERMINALE			
- Tra briglia 17 e inizio cunettone TAV. T.05.01 TAV. T.07.00	Realizzazione di sopralzo di muro in sponda destra (2,0 m) su spalla briglia esistente e di muro in sinistra con inclinazione 45° su spalla esistente.	Contenimento possibile dislavecamento per portata di crollo 400 m ³ /s. Contrasto per eventuale aggiramento difese a valle	100
- Pista di accesso in sinistra TAV. T.05.01	Riapertura pista esistente attualmente ostruita da muro su strada comunale	Manutenzione briglia selettiva 17	100
- Nicchia su spalla sinistra briglia 17 TAV. T.05.01	Intervento di ingegneria naturalistica su nicchia di modeste dimensioni	Evitare la degenerazione del dissesto anche per presenza di case soprastanti	50
- Tubazione di by-pass esistente da quota 990,0 m s.m. residuo cantiere 1988 TAV. T.05.01	Rimozione della tubazione in PVC diametro 400 mm e dei relativi blocchi di ancoraggio	Eliminazione di possibile via di deflusso preferenziale per le acque con innesco di erosioni ove mancante (vedi nicchia precedente)	Definitiva
- Rinverdimento e rinaturazione tratto cunettone e briglie TAV. T.15.00	Piantumazioni ed inerbimento, sistemazioni ambientali	Mitigazione impatti visivi opere esistenti Definizione assetto area non interessata dai lavori	50

OPERA	INTERVENTO	OBIETTIVO	VITA ATTESA (anni)
- Pulizia piste a lato alveo	Asportazione di arbusti da pista, sistemazione e consolidamento	Mitigazione con riordino delle essenze su terreno colonizzato da erbacee. Definizione vie di accesso per manutenzioni	100
- Versante frana A _v e zona limitrofa versante A TAV. T.08.00	Consolidamento definitivo con tecniche di ingegneria naturalistica e drenaggi Asportazione reti divelte che favoriscono erosioni localizzate	Sistemazione definitiva di area di frana stabilizzata	50
ALVEO TRA BRIGLIA 25 E CONFLUENZA ARCOGLIASCO			
- Risagomatura TAV. T.05.02 TAV. T.06.00 TAV. T.07.00	Risagomatura con locale riporto Protezione spondale con scogliere alla rinfusa ed a coltello. Formazione di banche laterali a contatto con i versanti	Stabilizzazione sponde alveo Allontanamento definitivo da piede frana A e B	100
- Stabilizzazione TAV. T.05.02 TAV. T.06.00 TAV. T.07.00	Formazione di nuclei rompi-tratta in massi ciclopici	Stabilizzazione locale dell'alveo per contrastare eventuale scivolamento con opere flessibili atte a resistere a spinta lenta versante B	100
ZONA PIEDE VERSANTE A sino a confluenza Arcogliasco			
- Idrografia superficiale TAV. T.08.00	Regimazione con briglie in legname e pietrame	Arresto azione erosiva disordinata su versante nei tre canali esistenti Convogliamento acque nel Torreggio per evitare dilavamento attuale al piede	40
- Circolazione acque profonde TAV. T.10.00	Realizzazione di drenaggi, speroni drenanti e canalette di scolo e raccolta	Aumento coefficienti di sicurezza stabilità zona bassa versante	50
- Reti paramassi TAV. T.08.00	Rimozione reti attuali e posa nuove reti a quota 1.125 m s.m.	Protezione cantiere da rimuovere a fine lavori	2
- Opere di ingegneria naturalistica TAV. T.08.00	Formazione di passonate, gradinate, inerbimento e piantumazione	Arresto azione erosiva superficiale su zona esposta	40
ZONA PIEDE VERSANTE B sino a banche di ex-cava			
- Idrografia superficiale TAV. T.09.00	Regimazione con briglie in legname e pietrame e canalette	Arresto azione erosiva disordinata su versante e convogliamento acque nel Torreggio ad evitare dilavamento attuale al piede	40
Circolazione acque profonde TAV. T.10.00	Realizzazione di drenaggi, speroni drenanti e canalette di scolo e raccolta	Aumento coefficienti di sicurezza stabilità zona bassa versante	50
- Opere di ingegneria naturalistica TAV. T.11.00	Formazione muretti a secco per terrazzamento, passonate, gradinate, inerbimento e piantumazione	Recupero ambientale area a lato Masoni	50

OPERA	INTERVENTO	OBIETTIVO	VITA ATTESA (anni)
- Rimozione massi a monte case Masoni TAV. T.12.00	Asportazione di circa 15.000 m ³ di materiale ciclopico per scogliera con spessore massimo 2,0 m	Recupero ambientale area degradata e impianto prato. Alleggerimento corpo frana zona alta	100
- Rimodellazione banche basse TAV. T.11.00	Movimentazione locale terreni	Eliminazione attuale configurazione a gradoni di cantiere, sistemazione ambientale e finitura pista	50
ZONA ARCOGLIASCO			
- Briglie in pietrame esistenti TAV. T.13.00	Ripristino strutture esistenti in pietrame recuperato in loco	Stabilizzazione fondo Arcogliasco Recupero funzionale opere esistenti da 40 anni	40
- Consolidamenti locali sponde Arcogliasco TAV. T.13.00	Ingegneria naturalistica con passionate e inerbimento	Stabilizzazione nicchie locali	50
- Confluenza in Torreggio TAV. T.05.03 TAV. T.13.00	Formazione di scogliere per protezione sponda sinistra Torreggio Sagomatura confluenza e allontanamento della corrente dal piede di frana A	Stabilizzazione sponde e piede versanti	100
ZONA NICCHIE RESIDUE FRANA D			
- Nicchie TAV. T.14.00	Formazione scogliera a coltello al piede Opere di ingegneria naturalistica ed inerbimento versanti (circa 3'500 m ²) Diradamento selettivo bosco sponda destra Drenaggio acque superficiali con canalette e fascine	Stabilizzazione versante e recupero definitivo ultime zone ancora esposte ad erosione Consolidamento bosco su versante C con selezione e regolazione crescita	50
- Sentiero di accesso TAV. T.14.00	Tracciamento sentiero ex Castellaccio	Accesso pedonale e con piccolo mezzo a zona lavori Ripristino viabilità pedonale di accesso per controllo evoluzione lavori e versante	50
ZONA VERSANTE B tra Braccia e Masoni Corlatti			
- Sentiero di accesso TAV. T.09.00	Formazione di sentiero pedonale	Recupero vecchio tracciato mulattiera ad uso di sicurezza per evitare ingresso estranei in cantiere	50
MALLERO A VALLE CONFLUENZA TORREGGIO			
- Svaso briglie TAV. I.02.00	Asportazione di circa 28'000 m ³ di materiale	Ripristino capacità accumulo annuale Uso per rimodellazione alveo Torreggio senza apertura di nuove cave in valle	1

Come si può osservare da quanto riportato in tabella, le opere connesse alla soluzione progettuale prescelta risultano, per la quasi totalità, costituite da:

- drenaggi degli ammassi instabili e con possibile interferenza con l'alveo;
- consolidamento dell'alveo attuale mediante scogliere alla rinfusa ed a coltello;
- consolidamento puntuale dell'alveo con nuclei di massi ciclopici;
- interventi di ingegneria naturalistica e di regimazione delle acque superficiali di ruscellamento .

L'intera realizzazione delle opere consiste infatti in scavi, riporti, risagomature e sistemazioni ambientali, con limitatissime opere in calcestruzzo (un brevissimo tratto di sopralzo delle sponde tra briglia 17 e il cunettone).

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

3.1 GENERALITÀ

La soluzione progettuale prescelta si articola in opere di riassetto idrogeologico e di prima mitigazione ed in opere di recupero a lungo termine dell'area del versante sinistro tra Braccia e Masoni Corlatti ove può essere pensato un intervento di riqualifica e riconnessione del paesaggio.

Come descritto nelle apposite relazioni, a fronte dell'impatto fornito dalle opere della parte terminale del Torreggio (a cui tuttavia è assegnata un'importante valenza di riduzione del rischio e le quali già stanno godendo di un ritrovato equilibrio che favorisce la crescita della vegetazione ripariale), è stata spesso trascurata – nelle precedenti progettazioni fino al 2000 - la problematica dell'assetto ambientale della zona centrale della valle, ove, invece, un recupero totale è possibile ed auspicabile.

3.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Prima di entrare nel merito della descrizione di ogni singola opera, si ritiene opportuno riassumere i concetti base su cui si fonda la soluzione progettuale adottata.

A fronte della situazione attuale, i criteri di progettazione potrebbero spaziare entro uno intervallo limitato da due opposte strategie:

- il ritorno alla situazione precedente gli interventi, con la rimozione delle difese esistenti e la formazione di un alveo più “naturale”;
- la ripetizione della filosofia d'intervento valida per il tratto di valle (cunettone più briglie in c.a.) anche a monte di briglia 25.

Sul primo punto non ci si sofferma in quanto si rimanda direttamente alla relazione A.02.01 ove sono descritti i rischi a cui sarebbero esposte le infrastrutture a fronte di una rimozione o anche solo una riduzione dell'attuale sistema di controllo della stabilità dei versanti di valle e di trasporto delle piene nel tratto terminale.

Sul secondo punto merita osservare quanto segue.

Come ampiamente descritto nell'atto A.02.01, l'analisi effettuata porta a concludere che i tratti sistemati a valle della briglia 25, si presentano oggi funzionali ed efficaci nei confronti dei rischi che dovevano fronteggiare. Resta da definire (e ciò è stato fatto approfonditamente nel presente progetto) se tali tipologie (cunettone e briglie in c.a.) sono necessarie e sufficienti anche per la risoluzione dei rischi evidenziati e delle problematiche del tratto di monte.

Il bacino del Torreggio può essere suddiviso in tre zone sufficientemente omogenee:

- 1) la zona terminale, nella quale, a seguito del passaggio della piena del 1987, si era inciso un alveo di larghezza circa 30 m (a fronte dei 10 m precedenti), con profondità di 5÷10 m, che ha privato i versanti del sostegno al piede. In tale tratto i versanti presentano pendenze dell'ordine del 100% con punte superiori su cui si sono sviluppati gli abitati (cfr. fraz. Dosso). La stabilità dei versanti era dunque inficiata dalla perdita di sostegno al piede, come dimostrato dall'innescò, successivo agli eventi (1988), della frana Av, avente sviluppo altimetrico ridotto a poche decine di metri;
- 2) la zona centrale, caratterizzata da un allargamento della valle e da due

versanti che, seppur in dissesto, presentano pendenze minori e dinamiche di movimento diverse (lento scivolamento per la frana B su pendenze minori del 30%; collasso di zone residuali di nicchia a quote elevate – 400 m sul fondo alveo – per la frana A; possibile erosione al piede della zona bassa di frana A nel caso di avvicinamento della corrente);

- 3) la zona alta, caratterizzata da pendenze d'alveo nettamente inferiori (minori del 20%), su cui eventuali fenomeni di debris – flow trovano la possibilità di arresto (cfr. atto B.02.00), e da versanti in netto recupero ambientale, come testimoniato dalla crescita notevole di vegetazione dal 1994 ad oggi.

Alla luce di quanto sopra descritto, l'intervento nella zona terminale, che doveva restituire il piede ai versanti in un ambito ristretto e contrastare movimenti di spessore modesto e che ha presentato ottima funzionalità, mal si adatta alla zona centrale, ove un rialzamento del fondo imponente (10 m) non contrasterebbe i movimenti di frana B (lenti e coinvolgenti volumi posti centinaia di metri a monte) e di frana A (le zone instabili di nicchia poste 400 oltre il fondo alveo) ed indurrebbe la necessità di realizzare successive opere di stabilizzazione del nuovo fondo (con elementi rigidi) che si troverebbero a loro volta in difficoltà nei confronti dei lenti movimenti di frana B senza possibilità di lieve adattamento. Il rialzamento inoltre indurrebbe la necessità di reperimento di quantitativi di materiale (centinaia di migliaia di metri cubi) incompatibili con gli equilibri attuali della valle se si pensa che dalla zona di ex-cava in frana B sono stati estratti solo 80'000 m³.

D'altra parte, per l'allontanamento dell'alveo dal piede di frana A non risulta

necessario il rialzamento al fine di guadagnare spazi, in quanto già oggi la valle presenta un ampio terrapieno (larghezza minima 20÷30 m) tra alveo e piede versante. Tale terrapieno è oggi difeso dalla scogliera provvisoria realizzata nel 1994 ed ancora pienamente funzionale. Come detto, tale stabilità (pur di un'opera provvisoria) testimonia una sufficiente stabilità dell'alveo seppur sollecitato da eventi rilevanti (cfr. atto B.02.00).

La formazione, pertanto, di strutture rigide (sottoposte alle pressioni lente ma rilevanti indotte dalla frana B) non risulta giustificata dalla necessità di consolidamento del tratto.

La soluzione migliore appare quindi quella di non interferire eccessivamente con un alveo caratterizzato da corazzamento naturale stabile, creando unicamente lievi sagomature e raccordi di tracciato e pendenza ed elementi rompi-tratta flessibili che limitino eventuali inneschi di slope-faillure.

Sul versante, inoltre, la dinamica rilevata negli anni trascorsi, in cui si sono verificati franamenti di masse volumetriche dell'ordine di quelle ancora instabili (40'000÷70'000 m³) che non hanno raggiunto l'alveo ma si sono fermate lungo il versante stesso, e l'insuccesso di ogni tentativo di approccio al versante (vedi la pista realizzata negli anni 1987 e 1988 ed oggi inesistente) sconsigliano ogni opera in quota.

Quanto detto per la zona intermedia vale a maggior ragione per il tratto a monte del torrente Arcogliasco, ove le pendenze d'alveo risultano minori e i rischi di collasso di versante ridotti dalla stessa evoluzione naturale dei luoghi.

L'insieme, infine, delle considerazioni in merito al trasporto solido medio annuo atteso (circa 30'000 m³, cfr. relazione B.06.00), alla capacità di

smaltimento naturale dell'asta torrentizia - testimoniata oggi dall'assenza di sovralluvionamento, sia in alveo che nella briglia selettiva che nel cunettone di valle -, alla minor probabilità di movimentazione nel tratto di massi ciclopici (per effetto della maggior stabilità dei versanti e della minor pendenza), rende la formazione di bacini di ritenuta oltre che inutile anche dannosa se rapportata alle esigenze di manutenzione:

- se tali bacini vengono previsti con capacità di intercettazione di pezzature medio-basse, si rischia di innescare un fenomeno di erosione a valle e di far trovare le strutture piene (a causa del trasporto medio annuo) nel momento del bisogno supposto (durante le piene), con conseguente sopralzo dei livelli idrici in zone di versante normalmente non interessate dalle acque;
- se vengono previsti con funzione analoga a quella della briglia selettiva 17 (ritenuta dei massi di più grandi dimensioni), non sussistono i presupposti affinché vi possa essere, nella zona alta, movimentazione di massa di elementi ciclopici.

Tali realizzazioni inoltre, poiché necessariamente di volumetria limitata (minore di 15'000÷20'000 m³) a causa della forte pendenza del bacino, indurrebbe pesanti oneri annuali di manutenzione, consentendo ai mezzi l'accesso alle zone più integre della valle.

Pertanto, date le caratteristiche dell'asta e quanto sopra riportato, appare preferibile l'impostazione attuale che tende a favorire il deflusso annuo continuo e progressivo del trasporto solido nel Mallero ove già sono presenti zone di accumulo regolato di maggior accessibilità, minor impatto e di

dimensioni tali da coinvolgere economie di scala nelle manutenzioni. D'altra parte, come detto, l'impostazione attuale non evidenzia crisi (alvei in forte erosione o sovralluvionamento) né sul Torreggio né sul Mallero per effetto prioritario del Torreggio.

Di seguito vengono presentate le opere che caratterizzano la soluzione, compiutamente descritte nelle tavole allegate al presente progetto.

3.3 OPERE DI RIASSETTO IDROGEOLOGICO E MITIGAZIONE DEL RISCHIO NATURALE

3.3.1 Interventi nel tratto terminale tra briglia 17 (selettiva) e l'inizio del cunettone

L'intervento prevede il rinforzo delle sponde destra e sinistra dell'alveo attuale (già delimitato da muri in pietrame) al fine di contenere il possibile disalveamento di correnti liquido-solidi associate ad eventi di collasso di sbarramenti in alveo. Per le normali portate di piena, infatti, (anche associate a tempi di ritorno ultracentennali) l'alveo risulta sufficiente al deflusso. In caso di onda anomala da monte il punto di criticità individuato (da briglia 25 a confluenza Mallero) è proprio il raccordo in oggetto. La possibile fuoriuscita di correnti nel tratto potrebbe provocare lo scorrimento delle stesse a tergo dei muri spondali e quindi il danneggiamento per erosione delle strutture e delle infrastrutture (le due case di Torre S.Maria) poste ai lati e sopravvissute al 1987. L'intervento prevede pertanto la formazione di un contro muro esterno con tipologia IPL15 del Q.O.T. ("Quaderno delle Opere Tipo" della Regione Lombardia; nel progetto si è scelto, per continuità e come importante riferimento, di mantenere anche la denominazione del vecchio Q.O.T.) di

sviluppo circa 20 m per parte e completo tombamento dello stesso in rilevato successivamente inerbato in sponda destra (ove verrà ricollocata l'area pic-nic) e a servizio della pista di accesso in sponda sinistra.

Per consentire l'accesso alla manutenzione della briglia 17 (selettiva) si riaprirà la pista in sponda sinistra con imbocco dalla strada comunale, previa rimozione di un tratto di circa 5 m di muretto di contenimento ed il suo raccordo con risvolto a monte. La pista verrà ripulita dagli attuali infestanti e sistemata con caratteristiche di mulattiera sino alla zona della spalla della briglia. Da lì in avanti e sino a briglia 25 la pista assumerà l'aspetto attuale di sentiero da mantenere pulito.

Poco a monte della briglia selettiva si interverrà, sempre in sponda sinistra (spalla briglia 19) per sanare una piccola nicchia provocata dall'erosione dovuta alla fuoriuscita di acqua da una delle vecchie tubazioni di by-pass oggi in disuso. L'intervento, in ottica generale, è minimale ma corrisponde alla filosofia progettuale adottata, di attenzione alle reali cause di rischio. Pertanto, al fine di non lasciare degenerare il versante (da quota 900,00 m s.m. a quota 960,00 m s.m.) e creare situazioni di rischio alle case della frazione Dosso soprastanti, si interverrà con tecniche di ingegneria naturalistica (passonate, inerbimento, gradonate: ESS5; ESS71; ESS3 del Q.O.T.), allo scopo di arrestare l'erosione superficiale innescata, su una superficie complessiva di 1'600 m². Saranno inoltre rimosse le alberature parzialmente compromesse e instabili. L'intervento sarà completato dalla rimozione di circa 400 m di tubazione in PVC ancora esistente sul versante e correlata alle operazioni di by-pass del cantiere degli anni 1988. La rimozione della tubazione (eseguita a

mano) e dei blocchi di ancoraggio (demolizione a mano) consente di evitare che in futuro si possano ripetere situazioni quali quella in oggetto con innesco di erosioni.

L'intervento nella zona bassa è completato dalle opere di mitigazione e ripristino ambientale (piantumazioni, inerbimenti, ecc.).

Sempre nella zona terminale si provvederà al risanamento definitivo della nicchia di frana Av mediante asportazione delle reti ammalorate e ritorte e il consolidamento della colonizzazione in atto del versante ormai stabile mediante tecniche di ingegneria naturalistica (passonate, inerbimento, gradonate: ESS5; ESS71; ESS3 del Q.O.T.) e piantumazioni.

3.3.2 Interventi in alveo tra briglia 25 e torrente Arcogliasco

Per quanto concerne tale zona si prevede, unicamente un'opera di allontanamento dell'alveo dalle pendici dei versanti A e B mediante una modesta risagomatura di tutto l'alveo e delle banche di cantiere esistenti in sponda sinistra.

L'intervento, esteso per circa 600 m, prevede inoltre la protezione delle sponde mediante scogliere che nel tratto a valle sono disposte alla rinfusa come quelle attuali (IPL133) mentre nella zona a monte assumono la tipologia a coltello (presente in ampi tratti del Brembo di Carona, ove le pendenze sono significative e ove sono state impiegate per sostenere le discariche di materiale sciolto da smarino di cava) che ne aumenta la stabilità pur in condizioni di forte pendenza dell'alveo e inclinazione subverticale delle sponde (cfr. B.02.00).

La rimodellazione delle sponde per la realizzazione di banche idonee (specie in sinistra) prevede la movimentazione locale di circa 25'000 m³ e l'apporto

dall'esterno di altri 25'000 m³ circa di materiale.

L'intento dell'intervento è quello, come detto, di allontanare l'alveo dai piedi dei due versanti (come oggi visibile tra le quote 1'040,0 m s.m. e 1'095,0 m s.m.) senza alterare significativamente il naturale corazzamento dello stesso che si dimostra ai fatti abbastanza stabile.

Ai fini di ridurre le possibilità di innesco di slope-faillure in un tratto che manterrà come oggi pendenze significative, si sono previste 9 soglie rompi-tratta formate da 800 m³ di massi ciclopici ciascuna. Tali tipologie ben si adattano alla zona, caratterizzata dai lenti movimenti della frana B che, a fronte di modeste deformazioni, indurrebbero notevoli tensioni ad eventuali opere rigide quali quelle in c.a.. La tipologia completamente flessibile dell'alveo invece risulta in grado di assorbire tali deformazioni senza perdere funzionalità.

Ai lati dell'alveo sono previste delle banche che consentono una sagomatura dolce dei piedi di pendio.

I materiali per la formazione delle opere giungono rispettivamente da:

- lo svasso delle briglie di accumulo sul Mallero a valle confluenza Torreggio, da utilizzare per i modesti riporti, con vantaggi ambientali di non produrre nuovi siti di cava in valle ed economici di evitare un intervento annuo di manutenzione sul Mallero;
- lo scarico della zona di frana B sopra Masoni, con asportazione dei soli massi ciclopici utili per le soglie rompi tratta e la conseguente possibilità di recupero dei terreni;
- le cave di prestito della ValBrembana (tramite il passo di S.Marco) o

della Valmalenco stessa, per le lastre a coltello, che tuttavia sviluppano volumetria modesta, quindi anche un numero minimo di viaggi.

3.3.3 Zona piede versante A sino a confluenza Arcogliasco

L'intervento si prefigge lo scopo di garantire stabilità all'ammasso della zona al piede del versante A, la cui asportazione parziale ha causato i dissesti del 1987.

Per quanto verificato gli interventi idonei alla stabilizzazione risultano i seguenti:

- regimazione delle acque superficiali che attualmente ruscellano ingovernate incidendo i tre canali presenti da quota 1'080 m s.m. all'alveo del Torreggio, mediante formazione di briglie in legname e pietrame. Oggi le acque del versante ruscellano alla base dell'ammasso e provocano l'erosione del piede e il dissesto superficiale dell'ammasso stesso;
- drenaggio delle acque di falda mediante la formazione di una duplice serie di dreni di profondità variabile sino a 50 m con restituzione delle acque in canalette e quindi, a valle di pozzetti di raccolta, al Torreggio;
- drenaggio delle acque di falda mediante speroni drenanti in gabbioni in corrispondenza delle incisioni;
- formazione di opere di ingegneria naturalistica (come già descritto) per l'arresto dell'erosione superficiale e la installazione di vegetazione colonizzatrice.

L'intervento prevede infine la rimozione delle attuali reti paramassi che risultano sovraccariche e quindi potenzialmente pericolose in caso di collasso

improvviso. Durante il cantiere saranno installate nuove reti per la protezione degli operai. Tali reti, tuttavia, verranno rimosse a fine lavori poiché, come testimoniato dall'esperienza attuale, la loro presenza ne provoca la progressiva saturazione e quindi la necessità di manutenzione con cadenza almeno quinquennale. Inoltre non sussistono rischi alla libera caduta di massi isolati in alveo, che non risultano provocare particolari problemi. Ben più grave, come detto, potrebbe essere il collasso repentino di una struttura sovraccarica con grande quantitativo movimentato impulsivo.

3.3.4 Zona piede versante B sino a banche di ex-cava

L'intervento si prefigge lo scopo regimare le acque di circolazione nel versante che, per quanto osservato dai dati di monitoraggio, sono sicuramente una delle principali (se non la principale) causa di innesco di movimento della frana. Per quanto verificato, gli interventi idonei alla riduzione dei lenti movimenti risultano i seguenti:

- regimazione delle acque superficiali che attualmente ruscellano ingovernate da quota 1'200 m s.m. a quota 1'040 m s.m., mediante la formazione di canalette in legname e pietrame. Oggi le acque del versante ruscellano, si infiltrano, riemergono (es. la sorgente sopra Masoni scompare e quindi riappare a valle dell'abitato alla quota 1'100 m s.m. in corrispondenza di una banca dell'area di ex cava, per poi scomparire definitivamente;
- drenaggio delle acque di falda mediante la formazione di una serie di dreni di profondità variabile sino a 50 m con restituzione delle acque in canalette e quindi, a valle di pozzetti di raccolta, al Torreggio;

- sistemazione e recupero ambientale dell'area, mediante la formazione di opere di ingegneria naturalistica. Tali opere (data la scarsa pendenza del versante) non risultano strettamente necessarie al consolidamento, ma sono importanti per il recupero ambientale. Emerge infatti, per l'assenza di terreno idoneo, la difficoltà del bosco a ricolonizzare sotto quota 1'260 m s.m. ove oggi è attestato il limite inferiore. Il versante, prima degli storici eventi franosi, era caratterizzato da terrazzamenti di cui si ritrova traccia in corrispondenza dell'abitato di Braccia (cfr. Figura 1);
- rimozione dello strato corticale di massi ciclopici sopra Masoni (da quota 1'200 m s.m. a quota 1'260 m s.m. per complessivi 15'000 m³ circa, al fine di ricavare i materiali da scogliera, alleggerire la zona alta della frana B in movimento, operare una rinaturazione dei luoghi liberati dagli accumuli di paleo-frana

Figura 1 – Versante sotto Braccia prima degli interventi. Si notano i terrazzamenti residui asportati successivamente



3.3.5 Zona Arcogliasco

Sul torrente Arcogliasco è prevista la ricostruzione e l'asestamento delle 15 briglie esistenti in pietrame a secco che per circa 40 anni (dal 1960) hanno garantito la stabilità dell'asta. Per l'opera si prevede l'accesso mediante teleferica in modo da evitare la realizzazione di piste in fregio all'alveo.

La ricostruzione ed il risanamento delle briglie risponde alla necessità di mantenere in essere qui presidi che nel tempo hanno garantito stabilità al contesto di bacino.

Le opere sull'Arcogliasco saranno completate dalla realizzazione di difese di versante in palizzate in isolate situazioni e dalla protezione con scogliera della zona di confluenza con il Torreggio (sponda destra e sinistra) al fine di evitare locali erosioni. Si accentuerà inoltre la tendenza attuale del torrente a confluire perpendicolarmente al fine di evitare che le acque possano seguire il piede del promontorio che separa l'Arcogliasco dalla zona A e sotto il quale vengono realizzati gli ultimi drenaggi profondi già descritti.

3.3.6 Zona nicchie residue frana D

Per quanto concerne la zona D si prevede l'intervento di sistemazione delle due nicchie residue sulle quali la vegetazione non ha ancora iniziato la colonizzazione. Si tratta di due aree poste sotto l'Alpe Son, di estensione complessiva di circa 3'500 m². Anche allo scopo di limitare l'invasività in un tratto ove già la natura provvede al risanamento delle ferite (vedi zone C ed E), i lavori saranno eseguiti con tecniche di ingegneria naturalistica e l'accesso sarà consentito tramite il ripristino del sentiero vicinale del Castellaccio direttamente dal Masoni Corlatti.

I materiali per le scogliere al piede (sviluppo complessivo 60 m) saranno approvvigionati e calati in opera direttamente da elicottero. I materiali vegetali per corodnate, passonate ed altro saranno viceversa direttamente ricavati dal versante opposto dove si prevede un intervento di pulizia selettiva del bosco di proprietà comunale (vedi planimetria catastale) sviluppatosi con vigore dal 1987 ad oggi.

3.3.7 Zona versante B tra Braccia e Masoni Corlatti

In fase di cantiere, per garantire l'accesso agli alpeggi senza passare attraverso le banche di cava si è previsto il ripristino del sentiero che univa Braccia Masoni Corlatti passando per Case Pirola. Su tale via saranno realizzati muretti a secco e consolidamenti al fine di ripristinare definitivamente l'accesso anche a lavori finiti.

In generale tale zona sarà oggetto di recupero ambientale e fruizionale.

Tale obiettivo, nella zona tra Braccia e Masoni, dove il terreno franoso e di grande estensione ha un ridotto tasso di rischio, è però complicato da diversi fenomeni di antropizzazione. Il primo riguarda il piccolo nucleo abitativo di Braccia e Ciappanico, frazione di Torre S. Maria. Tale abitato è ubicato vicino alla ex-cava di prestito, seconda forma di antropizzazione, e a ridosso della frana "B" che lo separa dagli alpeggi più a monte, terza antropizzazione. Una mulattiera in pietrame locale, poi affiancata dalla viabilità della ex-cava, costituiva l'unico collegamento tra Ciappanico e questi alpeggi, prima dell'alluvione.

Considerando anche le disposizioni del Piano Regolatore Generale del Comune di Torre S. Maria che destina l'area a funzione agricola, si propone un recupero

forestale e agronomico dei terreni della ex-cava quanto di quelli circostanti, attraverso la formazione di terrazzamenti, al fine di ridurre tale pendenza e la velocità di scorrimento dell'acqua, permettendo conseguentemente alle piante un'ottimale radicazione. In questo modo, riuscendo a raccordare la ex-cava con le aree limitrofe si potrà ottenere un ambiente più omogeneo e morfologicamente più armonico con il carattere alpino, restituendo agli abitanti un aspetto della valle più simile alla tradizione. I terrazzamenti, scenario non infrequente in Valtellina, saranno realizzati grazie alla predisposizione di muretti a secco a sostegno della porzione a monte e saranno di materiale lapideo locale (recupero dal versante B stesso tra quota 1'230 m s.m. e 1'260 m s.m. secondo l'analisi granulometrica allegata alla relazione I.01.00), di un'altezza tale da non accentuare troppo la pendenza del terreno e nello stesso tempo da non essere troppo visibili. Inoltre dovranno integrarsi con il recupero della mulattiera che conduce agli alpeggi (realizzato nel primo stralcio) e che verrà rivalutata in modo da costituire un agevole, ma gradevole percorso locale, anche ricreativo.

La mitigazione di tali terrazzamenti passerà attraverso l'iniziale inerbimento dei terreni cui seguirà una sistemazione forestale. I muretti a secco potranno essere integrati nel paesaggio attraverso talee o cespugli che con il tempo tenderanno a ricoprirli in modo casuale.

Sarà opportuno e interessante il coinvolgimento degli abitanti e degli Enti locali nel recupero di una zona oggi abbandonata a se stessa.

3.3.8 Alveo Mallero a valle confluenza Torreggio

Al fine di approvvigionare materiali senza aprire nuovi siti di cava in valle si è

previsto, come del resto effettuato in manutenzione ordinaria, lo svasso delle due briglie sul torrente Mallero poste a valle della confluenza del Torreggio ed a monte del ponte della S.P.15.

I quantitativi di svasso sono modesti (circa 25'000 m³) e tuttavia l'opera consente di ottimizzare a livello economico e ambientale la problematica (ridotta al minimo) della movimentazione di materiali.

3.3.9 Smantellamento cantiere

A completamento delle opere si prevedono gli interventi di:

- rimozione del cantiere;
- allontanamento delle macerie oggi presenti per effetto di discarica abusiva;
- rimodellazione parziale delle banche più basse;
- riduzione delle strade di cantiere a piste di montagna alle quali consentire l'accesso con i mezzi unicamente da parte dei proprietari di alpeggi, mediante il mantenimento della sbarra prevista ad inizio cantiere.

4. CONCLUSIONI

La soluzione progettuale scelta, le cui opere sono descritte nella presente relazione, oltre ad abbattere sostanzialmente i rischi, garantisce la possibilità di recupero ambientale, paesaggistico e fruizionale di un'area attualmente degradata ma con enormi potenzialità, senza precludere futuri aggiustamenti locali nel caso se ne rilevasse la necessità.

Le opere connesse alla soluzione risultano, per la quasi totalità, costituite da drenaggi e opere di ingegneria naturalistica, contenuti nell'ambito dell'area oggetto di intervento

Nella scelta delle tipologie si è data importanza alla reperibilità con minimo impatto dei materiali, oltre che al massimo rendimento dell'investimento economico di ogni componente.

Milano, dicembre 2006

I PROGETTISTI

Prof. Ing. Alessandro paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Dott. Geol. Lamberto Griffini