



# 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 IDROGEOLOGICA

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

ALTAIR

VERIFICA

G.B. Peduzzi

APPROVAZIONE

A. Paoletti

TIPOLOGIA

PD

COMMITTENTE

122

COMMESSA

06/03

DOCUMENTO

RI

NUMERO

B.04.00

SCALA:

-

## **INDICE**

|   |   |
|---|---|
| 1. PREMESSA.....  | 1 |
| 2. ZONA “A” .....   | 2 |
| 3. ZONA “B” .....   | 5 |
| 4. GLI USI CIVILI NEL COMUNE DI TORRE DI SANTA MARIA E LE<br>INTERAZIONI CON LE OPERE IN PROGETTO ..... | 6 |

## **RELAZIONE IDROGEOLOGICA**

### **1. PREMESSA**

La circolazione idrica sotterranea dell'area presenta aspetti complicati a causa dell'interazione di strutture geologiche che costituiscono localmente vie preferenziali di flusso e, altrove, limiti a bassa permeabilità. All'interno di questi depositi non è quindi individuabile una superficie di falda continua e regolare, ma sono presenti numerose falde locali discontinue, sostenute da livelli a bassa permeabilità. È, comunque, certo che le acque sotterranee giocano un ruolo dominante sui fenomeni di dissesto, sia superficiali sia profondi, come dimostrato dalle osservazioni strumentali.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area, che in passato non erano state adeguatamente approfondite, sono oggetto di apposite indagini in corso di esecuzione nell'ambito del presente progetto e di studi originali eseguiti dagli scriventi. Nel presente documento si sintetizzano le conoscenze sino ad oggi sviluppate, conoscenze che permettono di evidenziare le influenze dirette o indirette sui problemi di stabilità dell'area e sulle distribuzione e caratteristiche delle sorgenti e delle emergenze idriche permanenti e temporanee presenti nelle aree in frana e nelle aree limitrofe. Le indagini in corso prevedono il posizionamento di una serie di piezometri (in parte già installati) atti a rilevare la profondità e le oscillazioni stagionali delle falde principali, così da approfondire e completare lo stato attuale delle conoscenze

## **2. ZONA “A”**

Gli studi effettuati non hanno ancora permesso l'accertamento della presenza di zone di infiltrazione localizzate a monte della frana A in quanto in questa zona le perforazioni non sono ancora state iniziate; tuttavia dalle conoscenze e rilievi di terreni eseguiti è evidente una significativa alimentazione dal coronamento verso la nicchia di frana e alla base delle zone in oggetto dove sono osservabili significative venute d'acqua, che occasionalmente sono in quantità maggiore di quelle giustificabili con il solo bacino di alimentazione della zona in oggetto. Ciò è giustificato dalla presenza di una serie di sorgenti in diverse zone ai margini della nicchia di frana e nella nicchia di frana stessa che, in generale, si dispongono secondo gli allineamenti strutturali dell'area.

Così, ad esempio, il margine occidentale della nicchia di frana è interessato da evidenti venute d'acqua che emergono dal detrito di frana e, in parte, direttamente dall'ammasso roccioso fratturato, che costituiscono lo spartiacque tra l'impluvio del T.Arcogliasco e la nicchia di frana. Tali venute sono correlabili con una circolazione idrica profonda dovuta alla filtrazione di acqua che poi emerge nella nicchia in vari punti e a diverse quote ma, principalmente, circa a quota 1250÷1270 m s.m., in corrispondenza dell'allineamento strutturale che devia in maniera brusca e con angolo prossimo ai 90°, la direzione dell'impluvio dell'Arcogliasco

Le acque che entrano nel bacino di frana, sia da scorrimento superficiale che dalle infiltrazioni sotterranee, restano in superficie solo per brevi tratti ed in occasione della portate maggiori, mentre in corrispondenza delle contropendenze presenti intorno a quota 1100÷1200 m s.m., appena a monte

del gradino morfologico della paleofrana, si infiltrano nel detrito andando a costituire un livello di saturazione che comporta significativi mutamenti delle condizioni dello stato tensionale efficace all'interno dell'ammasso.

La circolazione nel detrito superficiale è sostenuta e facilitata dagli elevati valori del coefficiente di permeabilità, con valori misurati nei sondaggi effettuati nel 1989, compresi tra  $4.85 \cdot 10^{-3}$  cm/s e  $2.17 \cdot 10^{-4}$  cm/s per i terreni di copertura, e pari a  $2.17 \cdot 10^{-4}$  cm/s nell'ammasso roccioso fratturato, che raggiunge profondità variabili, localmente fino a 94,5 m s.m. (S2).

Ciò è confermato anche dalle osservazioni sulle variazioni del livello all'interno dei piezometri, dove si osserva un graduale innalzamento della falda, con variazioni fino a 10 metri in PZ3 in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi.

Anche nelle zone sommitali, sono presenti numerose sorgenti, ubicate lungo linee preferenziali; in particolare risulta evidente e significativa la presenza di sorgenti allineate secondo l'andamento tettonico principale dell'area – Ovest-Est – situate in prossimità del terrazzo morfologico di Braccia del Maulino, circa a quota 1330÷1350 m s.m.. In periodi di intense precipitazioni, risulta che la portata delle sorgenti aumenti notevolmente, e ciò genera importanti ingressioni di acqua corrente all'interno della nicchia di frana, con formazione di solchi di ruscellamento concentrato e, ancora una volta, infiltrazione nelle zone inferiori della nicchia, al di sopra del gradino relitto della paleofrana.

Le conoscenze al momento disponibili non consentono di avere un quadro dettagliato del modello di circolazione idrica nell'intorno e all'interno della zona in frana e, solo generiche informazioni sul grado di saturazione dei detriti

e dell'ammasso roccioso, dove la circolazione idrica avviene in modo discontinuo e localizzato.

### **3. ZONA “B”**

Nella zona della paleofrana di Rocca Castello sono evidenti cospicue venute d’acqua e, in particolare nella zona della frana B, sono presenti alla base del versante e lungo l’alveo del Torreggio. Le numerose emergenze d’acqua, anche se di portata contenuta, sottolineano la presenza di una circolazione profonda di entità rilevante ai fini delle condizioni di stabilità.

Lo scavo dei gradoni per la cava di prestito delle opere già eseguite, ha modificato la topografia superficiale, deviando, almeno parzialmente, la circolazione idrica sotterranea, concentrandola in direzione degli scavi stessi e facilitando l’infiltrazione in una area che, naturalmente, presenta movimenti franosi a carattere viscoso, facilitati dalla presenza di acqua in profondità. Il movimento avviene secondo piani di debolezza coincidenti, almeno in parte, con livelli limoso argillosi che facilitano la formazione di falde sospese locali.

L’area a monte dell’abitato di Ciappanico è caratterizzata dall’assoluta mancanza di risorgenze d’acqua; nei depositi morenici, su cui è ubicato l’agglomerato, è evidente la presenza di modesta circolazione sotterranea, evidenziata da risorgenze e venute d’acqua in superficie.

Vi sono evidenze che indicano anche una possibile infiltrazione di acque direttamente dal T. Torreggio nella zona di confluenza con l’Arcogliasco.

Altre zone di infiltrazione naturale nella zona di frana B, sono ubicate nella parte superiore della paleofrana di Rocca di Castellaccio e, in particolare ove sono presenti naturali contropendenze che facilitano l’infiltrazione, come nella zona di Alpe Lago a quota 1600 m s.m. circa.

#### **4. GLI USI CIVILI NEL COMUNE DI TORRE DI SANTA MARIA E LE INTERAZIONI CON LE OPERE IN PROGETTO**

Il presente progetto definitivo di riassetto idrogeologico e mitigazione dei rischi naturali della Val Torreggio, è stato approntato secondo una logica di minimizzazione dell’impatto, che permettesse la realizzazione di opere in grado di soddisfare diverse esigenze, talora contrastanti tra loro, ma che, comunque, tenessero in debito conto lo stato e l’efficienza delle opere già realizzate in passato, il contesto geologico, geotecnico-geomeccanico, idrologico ed idrogeologico dell’area, le condizioni di rischio attuali e residue e le criticità ambientali esistenti ed indotte.

Tra queste ultime, sicuramente, si devono annoverare le interferenze tra gli interventi di progetto e la captazione ad uso idropotabile di sorgenti presenti nell’area; infatti, gli interventi di riassetto idrogeologico sono in gran parte finalizzati alla riduzione di una delle cause principali di riattivazione dei due dissesti principali, ossia della presenza di una abbondante circolazione idrica sotterranea all’interno degli ammassi interessati dai fenomeni di frana.

La proposta progettuale, tra le diverse opere necessarie, prevede la realizzazione di un sistema di drenaggio profondo e di regimazione delle acque superficiali di ruscellamento dai tre canali che caratterizzano oggi il versante in frana “A” (in destra T.Torreggio) ed un analogo intervento di drenaggio profondo e di regimazione delle acque superficiali in zona di frana “B” (sponda sinistra del T.Torreggio).

Nell’area in esame sono presenti sorgenti le cui acque servono piccoli abitati e

case sparse presenti nella zona. Tra queste, le sorgenti presenti nei settori un cui sono previste le opere di riassetto idrogeologico sono: Acqua Bianca, Sun 1 e 2, Campiolo e Molinaccio. Le prime tre sorgenti sono ubicate in sinistra idrografica (Figura 4-1), le restanti sono ubicate in destra idrografica del Torrente Torreggio (Figura 4-2).

Più in dettaglio le caratteristiche e l'ubicazione di queste sorgenti sono le seguenti:

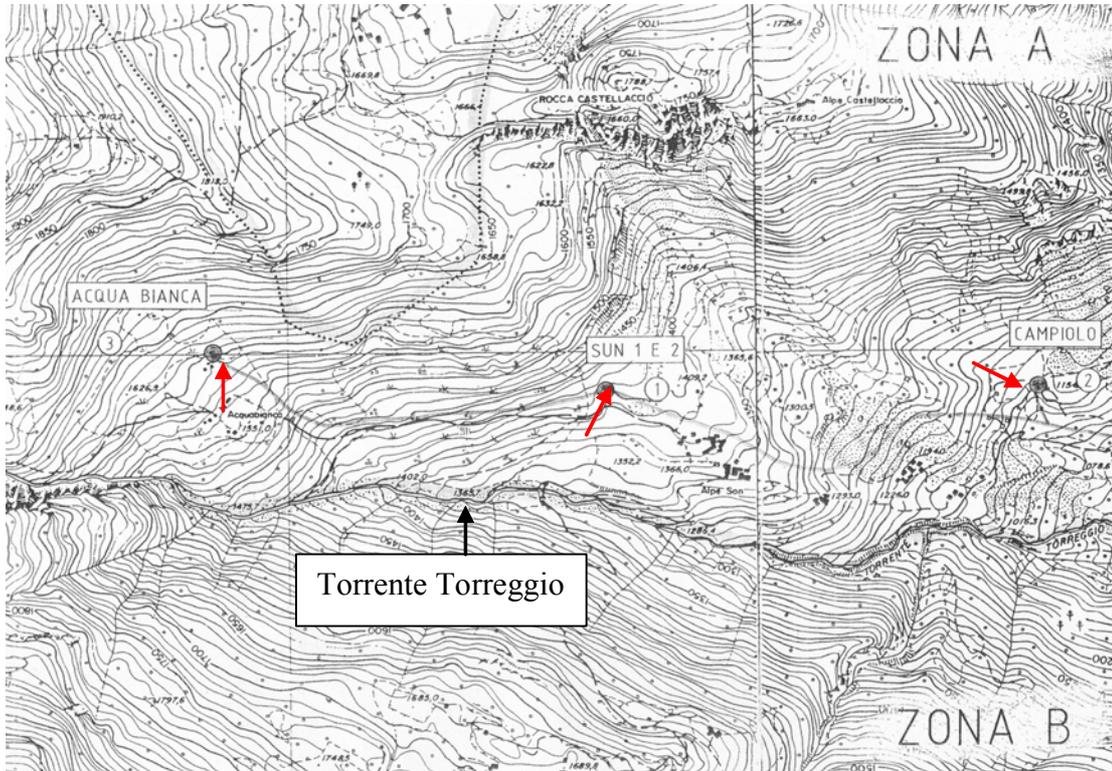
- 1) la sorgente Acqua Bianca è situata a quota 1600 m s.m. in prossimità del contatto tra i detriti di falda e i sottostanti depositi morenici. La misura di portata, eseguite dall' USLL 22 di Sondrio, dall'Ufficio Tecnico Comunale e dall'Ing Baggini, risulta essere di 1,5 l/s (27/03/96). Il bacino di alimentazione di questa sorgente è isolato sia dalla zona di drenaggio prevista in frana "A" che si trova sul versante opposto della valle, sia dai drenaggi previsti in frana "B" che sono alimentati da una bacino imbrifero diverso, isolato da quello che alimenta la sorgente sia superficialmente da un evidente crinale, sia in profondità dalla presenza di formazioni lapidee poco permeabili;
- 2) le sorgenti Sun 1 e Sun 2 sono situate a quota 1410 m s.m. nel medesimo bacino che alimenta la sorgente "Acqua Bianca" e, pertanto valgono le medesime considerazioni già descritte al punto precedente. L'emersione di queste sorgenti avviene in prossimità del contatto tra i detriti di falda e i sottostanti detriti morenici. La misura di portata, eseguita dall' USLL 22 di Sondrio, dall'Ufficio Tecnico Comunale e dall'Ing Baggini, risulta essere di: 2.56 l/s (Uff.Tec.Com 02/04/92), 7.00 l/s (USLL 22 22/07/92)

e 1,73 l/s (Merizzi-Baggini 27/03/96);

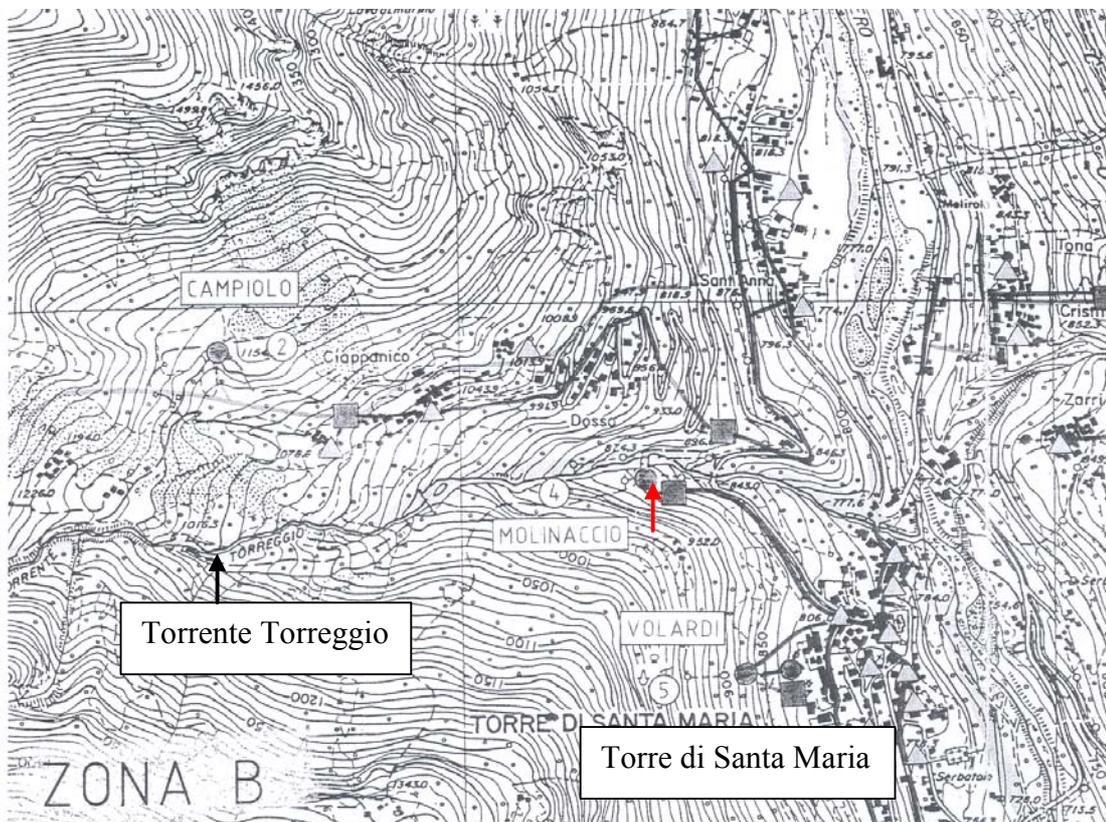
- 3) la sorgente Campiolo è situata a quota 1155 m s.m. a monte dell'abitato di Ciappanico. L'emersione avviene a contatto tra il detrito di paleofrana e i sottostanti depositi morenici. La misura di portata, eseguita dall'USLL 22 di Sondrio, dall'Ufficio Tecnico Comunale e dall'Ing Baggini, risulta essere di: 3.00 l/s (22/07/92) e 0.30 l/s (27/03/96). Il bacino di alimentazione di questa sorgente è molto piccolo e situato in sinistra alla frana "B" in zona esterna alla zona di influenza delle opere di drenaggio;
- 4) la sorgente Molinaccio è ubicata a quota 865 m s.m. in prossimità dell'abitato di Torre S.Maria, completamente all'esterno della zona di intervento. Inoltre, la sorgente del Molinaccio, in seguito agli eventi calamitosi del luglio 1987, non è più collegata all'acquedotto comunale.

In tutta l'area di interesse sono inoltre presenti altre piccole sorgenti di entità e importanza minore utilizzati per altri scopi (es. irrigazione, lavorazione della serpentinite).

**Figura 4-1 - Ubicazione sorgenti in sinistra idrografica. Sorgente Acqua Bianca, Sun1 e Sun 2 e Campiolo.**



**Figura 4-2 - Ubicazione sorgente in destra idrografica. Sorgente Molinaccio**



Vista l'ubicazione delle opere di riassetto idrogeologico previste e la posizione della sorgenti, in base ai dati raccolti e alle conoscenze attuali sul modello di circolazione idrica sotterranea si può affermare che tutte le opere previste in zona frana "A" non avranno alcuna influenza sulle sorgenti esistenti essendo situate sul versante opposto della valle; analogamente, anche le opere di drenaggio in zona frana "B" non interferiranno con le sorgenti attualmente captate ad uso idropotabile in quanto alimentate da bacini imbriferi differenti da quelli che apportano acque all'interno del corpo frana.

In ogni caso, una volta acquisite le indagini attualmente in corso, si avrà un quadro maggiormente dettagliato anche del sistema di circolazione idrica sotterranea profondo e, quindi, nel caso di interferenze, anche solo potenziali, si provvederà all'adeguamento delle geometrie del sistema di drenaggio previsto nel progetto preliminare in modo da contemperare le necessità di contenimento della circolazione idrica sotterranea in zona frana ed il mantenimento delle captazioni esistenti.

Milano, dicembre 2006

#### I PROGETTISTI

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Dott. Geol. Lamberto Griffini