



**RINA**  
 ISO 9001 • ISO 14001  
 OHSAS 18001 • SA 8000  
 BEST® Certified Integrated Systems

Società per Azioni Autostrada Brescia Verona Vicenza Padova  
 Via Flavio Gioia 71 37135 Verona  
 tel. 0458272222 Fax 0458200051 Casella Postale 460M www.autobspd.it  
 AREA COSTRUZIONI AUTOSTRADALI



# AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

## PROGETTO PRELIMINARE

CUP G19J1 00001 40005

COMMESSA 25 2005

### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
 Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
 PER LA PROGETTAZIONE  
 Dott. Ing. Sergio Mutti

### PROGETTISTA



**CONSORZIO RAETIA**

CAPO PROGETTO:  
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
 Dott. Ing. Massimo Raccosta

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO:  
 Dott. Ing. Andrea Renso

ELABORATO **Studi per la conoscenza del contesto  
 Idrogeologia**

Relazione

Progressivo

Rev.

02 06 01 001 00

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA -
00	Agosto 2011	Prima Emissione	TECHNITAL	E. Fresia	A. Renso	NOME FILE 2505_020601001_0101_OPP_00.dwg
						CM 2505 ELAB. 02060101001
						Fg. 0101 LIV. 0PP REV. 00

**AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO  
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE**

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO PRELIMINARE  
SCELTA DEL TRACCIATO

---

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

**INDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>OGGETTO E SCOPO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>DATI DISPONIBILI ED ELABORATI PRODOTTI</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>MODELLO IDROGEOLOGICO</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>PROFILI PIEZOMETRICI</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>INTERAZIONI TRA LA FALDA E LE OPERE IN SOTTERRANEO</b>	<b>14</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>16</b>

## **1 INTRODUZIONE**

Il territorio interessato dal progetto è compreso tra la Valdastico ed il fiume Adige.

Il primo tratto si sviluppa in direzione Nord-Nord/Ovest, il secondo ha un percorso Nord Sud. Parte dell'area di progetto si sviluppa nella zona settentrionale della Valdastico.

Da Piovene Rocchette si diramano i sei tracciati autostradali esaminati, con direzione verso Ovest alcuni e verso Nord-Nord/Ovest altri.

Il fondo valle del fiume Adige e del torrente Astico si collocano a quote variabili intorno a 200 m s.l.m.m., mentre il complesso montuoso compreso tra le due valli e nella zona settentrionale rapidamente si alza fino a quote comprese tra 1500 e 2000 m s.l.m.m.

La forma morfologica del rilievo mostra ampie zone di altopiano intorno alla quota 1000, aspetto importante per il modello idrogeologico che interessa le aree di progetto. Quanto detto è stato descritto sugli elaborati grafici evidenziando le curve di livello 500/1000/1500 m s.l.m.m.

Il presente studio è stato condotto sulla base della documentazione disponibile e sulle osservazioni di campo, effettuate nel corso della campagna di indagini eseguita per questa fase di studio.

## **2 OGGETTO E SCOPO**

La presente relazione ha per oggetto la definizione del modello idrogeologico che interessa le aree di progetto.

Lo scopo è quello di definire la linea piezometrica lungo i singoli tracciati autostradali esaminati e quindi descrivere in che modo le opere in sotterraneo potranno interagire con gli acquiferi attraversati, quali le misure di mitigazione da adottare in modo da preservare completamente il bilancio idrogeologico dell'intera area di studio ed il regime delle sorgenti che ricadono nella zona di influenza delle opere medesime.

### 3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per questo studio sono stati molto utili gli studi a suo tempo eseguiti per lo studio di alcuni percorsi, ubicati nella zona meridionale dell'attuale area di progetto.

Questi studi risalgono al 1995 ed hanno interessato l'area compresa tra il fiume Adige e la Valdastico propriamente.

I documenti utilizzati nel corso del presente studio sono i seguenti:

#### Documenti a base del progetto preliminare (1995):

- *Idrologia e idrogeologia della Valdastico – Relazione* (QAM 451);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Relazione* (QAM 441);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Carta idrologica e idrogeologica – Tavola 1* (QAM 452);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Carta idrologica e idrogeologica – Tavola 2* (QAM 453);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Sistema idrografico, scala 1:30000* (QAM 3--);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali 1-1' e 2-2', scala 1:10000* (QAM 443);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali A-A' e B-B', scala 1:10000* (QAM 444);
- *Idrologia e idrogeologia della Galleria di Valico – Profili idrogeologici longitudinali C-C' e D-D', scala 1:10000* (QAM 445)

Per l'ubicazione delle sorgenti e dei pozzi si è fatto ricorso alle informazioni fornite dalle Regioni e precisamente sono state utilizzate le seguenti fonti bibliografiche, attualizzate al 2010.

#### Carte regionali:

- *Carta delle risorse idriche – Servizio Geologico – Provincia autonoma di Trento* (QAM 451);

- *Carta Tecnica Regionale delle Regioni Trentino e Veneto (scala 1:10000)*

Nel corso delle indagini eseguite per questa fase progettuale sono stati eseguiti controlli in campo in relazione alle sorgenti e verificando l'esistenza di una soddisfacente corrispondenza con le fonti regionali citate.

#### 4 ESAME DELLA DOCUMENTAZIONE ESISTENTE

Lo studio è stato esteso a tutta l'area compresa tra il fiume Adige ed il torrente Astico. La geologia di superficie è stata completata con tre sezioni geologiche nord-sud AA', BB' e CC' ubicate tra l'Adige e la parte centrale dell'area dove si comincia a sviluppare il torrente Astico ed una sezione geologica DD' Est-Ovest ubicata nella zona settentrionale a partire dal fiume Adige riportate in Figura 1, le sezioni geologiche dei due percorsi autostradali al tempo considerati, che attraversano la parte settentrionale dell'area dall'Adige in direzione ovest-est verso la Valdastico, incrociando le menzionate sezioni stratigrafiche, QAM 443/444/445.

Sulle planimetrie sono riportate le sorgenti e gli inghiottitoi carsici presenti su ampia parte dell'area esaminata.

Con riferimento all'attuale area di studio è stata quindi studiata la sola porzione inferiore, delimitata a sud da Marano Vicentino ed a Nord dalla parte più settentrionale della Valdastico, area interessata soltanto dagli attuali tracciati T4 e T5, QAM 452/453/3--.

Il modello idrogeologico che viene proposto si basa sull'infiltrazione dell'acqua all'interno degli ammassi rocciosi dominata dal reticolo fessurativo, che si sviluppa prevalentemente in corrispondenza di macrofratture. Tale fenomeno tende a ridursi in profondità in ragione di un miglioramento dell'integrità rocciosa e di uno stato tensionale che favorisce la chiusura di giunti e fessure. Tale modello individua inoltre una stratificazione favorevole ad una geometria di adduzione del tipo descritto. Si rileva inoltre la presenza di fenomeni di carsismo localizzati prevalentemente nelle zone più elevate dei massicci montuosi, dove sono presenti formazioni calcaree, che favoriscono l'immagazzinamento dell'acqua e la sua infiltrazione nella sottostante Dolomia, caratterizzata da una minore permeabilità.

I calcari rappresentano dunque i bacini di accumulo dell'acqua meteorica. Quest'acqua viene in parte persa lungo i bordi in corrispondenza del contatto con la Dolomia, per soglia di permeabilità, originando sorgenti di contatto. Se la zona interessata è molto estesa, nella parte centrale l'infiltrazione giunge fino alla Dolomia, determinando la formazione di sorgenti basali, molto spesso allineate lungo ben definite fasce altimetriche. Questo meccanismo è sostenuto dal particolare assetto morfologico a plateau che caratterizza le zone di studio.

Il basamento dolomitico presenta al tetto una fascia di ammasso roccioso più fratturata e quindi a maggiore permeabilità, di spessore presumibilmente pari a 50 metri, per poi diventare sempre meno permeabile a mano a mano che aumenta la profondità. Un bilancio idrogeologico qualitativo porta al seguente stato di fatto: se si accetta l'ipotesi secondo cui i calcari alimentano la dolomia sottostante, la cui permeabilità decresce con la profondità, mano a mano che l'acqua si infiltra nell'ammasso roccioso incontra sempre più difficoltà a



procedere in direzione verticale. Di conseguenza, ad una certa profondità, in ragione della riduzione di permeabilità, la tendenza sarà quella di migrare lateralmente, dando origine a sorgenti posizionate al contorno del massiccio roccioso.

Esistono poi fenomeni locali, in cui la presenza di sorgenti è invece legata a limitati bacini di alimentazione.

In relazione alle opere in sotterraneo, che si trovano a grande profondità, lo studio conclude con la possibilità che possano venire interessate dalle acque raccolte da macrodiscontinuità tettoniche che in virtù della loro maggiore permeabilità possono drenare le acque dagli ammassi rocciosi interessati e convogliarle in profondità verso il drenaggio offerto dalle gallerie in esecuzione.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO  
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

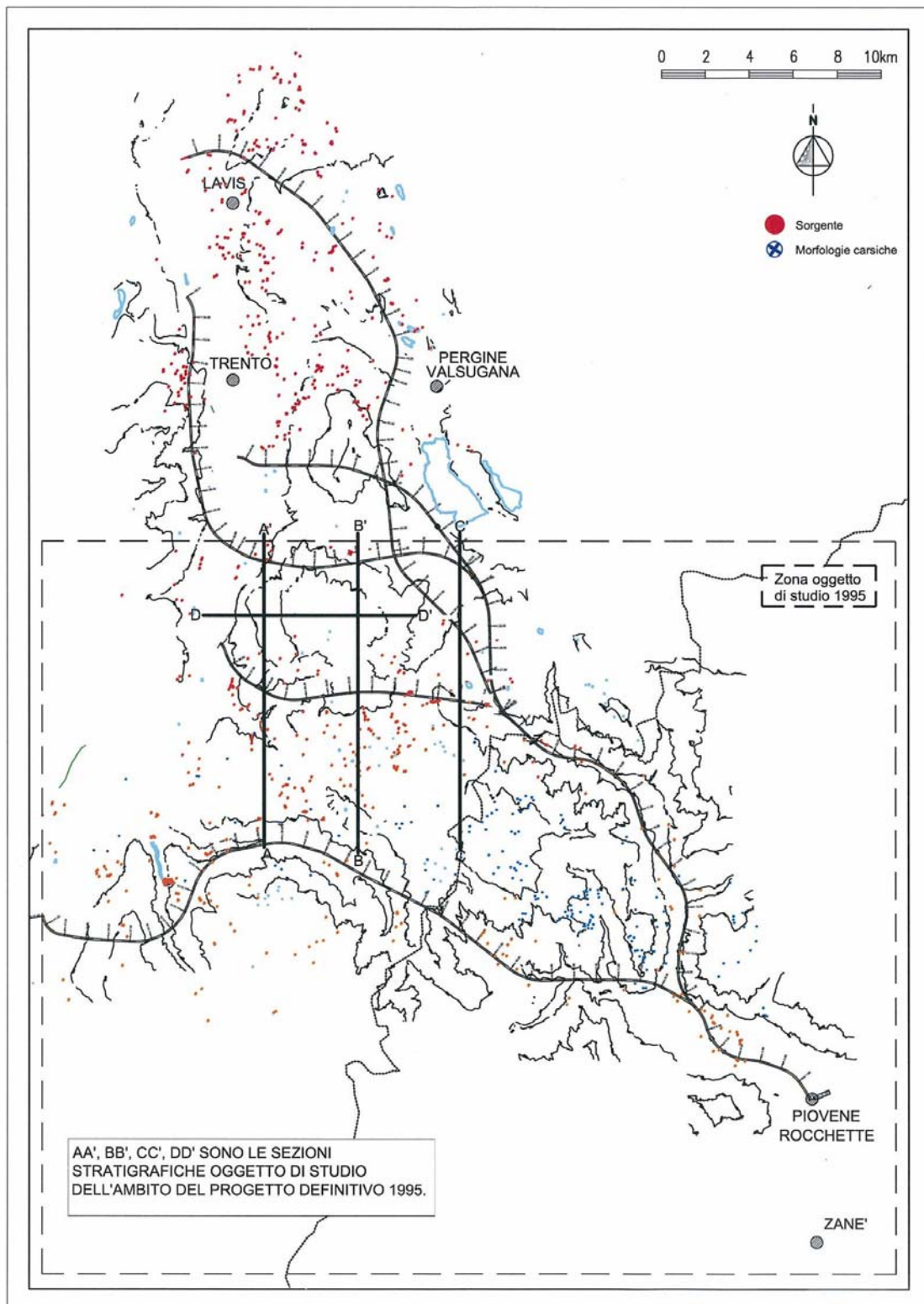


Figura 1 – Rappresentazione dell'area oggetto di studio 1995 con ubicazione delle correlate sezioni idrogeologiche AA', BB', CC' e DD'

## 5 DATI DISPONIBILI ED ELABORATI PRODOTTI

La documentazione esistente è stata integrata con i nuovi dati resi disponibili dalla banca dati delle Regioni, ottenendo così il quadro attualizzato delle sorgenti e pozzi presenti nell'area di studio.

Durante le indagini eseguite per questa fase di studio è stato possibile accertare che la qualità delle informazioni bibliografiche è sufficientemente accurata per questa fase di studio.

I nuovi rilievi geologici che hanno interessato i sei tracciati hanno consentito di delineare sull'intera area la presenza di due macroformazioni che nel modello idrogeologico vengono definite come macrounità superficiale di accumulo e macrounità basale.

Le due unità insieme costituiscono l'acquifero, la distinzione è solo in relazione alla loro permeabilità, che consente alla superiore di immagazzinare gran parte dell'acqua meteorica ed a quella inferiore di limitarne il volume di accumulo, determinando così il sistema delle sorgenti.

Sono state elaborate due planimetrie, una che illustra la distribuzione sul territorio di sorgenti e pozzi, l'altra che riporta gli affioramenti nell'area di progetto delle macrounità geologiche di cui si è detto, unitamente a sorgenti e pozzi.

Questo secondo elaborato planimetrico intende anche dimostrare un'importante evidenza idrogeologica: le sorgenti si collocano nella macrounità superiore, al contatto tra le due macrounità, ma anche nella macrounità inferiore, a dimostrazione del fatto che la sua permeabilità consente l'infiltrazione dell'acqua e la sua diffusione attraverso il reticolo fessurativo fino a dar luogo a numerose ed abbondanti manifestazioni sorgentizie.

Vengono quindi presentati i profili idrogeologici dei sei tracciati stradali, lungo i quali sono evidenziate le due macrounità geologiche costituenti il modello idrogeologico e la superficie piezometrica, a cui fare riferimento per avere anche solo qualitativamente i carichi idrostatici che possono essere agenti nelle fessure fino alle maggiori profondità, come quelle interessate dalle opere in sottoterraneo in progetto.

La morfologia dell'area in esame è stata evidenziata facendo risaltare sulle planimetrie le curve di livello a quota 500-1000-1500 m s.l.m.m. E' così possibile apprezzare la presenza degli altopiani a quota intorno a 1000 m, dove sono posizionate maggiormente le presenze carsiche, la scarpata verso il fondo valle prevalentemente interessata dalla macrounità geologica inferiore e dalle sorgenti.

## 6 MODELLO IDROGEOLOGICO

Le planimetrie idrogeologiche recanti l'ubicazione di sorgenti, carsismi e pozzi hanno messo in evidenza il legame diretto esistente tra l'assetto idrogeologico dell'area di studio e la sua condizione geologica e geomorfologica.

Per quanto riguarda l'aspetto geologico, è possibile raggruppare i diversi litotipi in due macrogruppi, caratterizzati da omogenee proprietà idrogeologiche:

- Carbonatico Superiore, Calcari Grigi, Rosso Ammonitico, Biancone, Scaglia Rossa, posizionato "a cappello" del sottostante Carbonatico Inferiore. Il suo ruolo è quello di catturare l'acqua meteorica e trasmetterla in profondità con moto prevalentemente verticale. La permeabilità è generalmente legata a fratturazione e a fenomeni di dissoluzione che favoriscono la comparsa di vuoti e condotti carsici;
- Carbonatico inferiore, Dolomia Principale e formazioni carbonatiche sottostanti, che, localizzandosi prevalentemente alla base degli altipiani, costituisce il naturale recapito delle acque meteoriche infiltratesi nell'ammasso roccioso soprastante. In questi materiali l'acqua si muove per lo più lungo piani di stratificazione e fratture.

Le formazioni di origine vulcanica e metamorfica sono presenti generalmente con alte coperture rispetto alle opere, e di conseguenza la loro permeabilità, legata quasi esclusivamente alla fratturazione, risulta molto ridotta.

Le formazioni alluvionali, fluvio glaciali e simili, che formano i fondi valle o le pendici delle montagne, hanno elevata permeabilità e rappresentano zone di accumulo di acqua. Gli acquiferi che le interessano hanno un'importanza legata alla loro estensione piano altimetrica.

Questa sequenza stratigrafica, che si ripete con poche varianti nell'intera area di studio, evidenzia la presenza di due macrostrati sovrapposti, di cui l'inferiore è caratterizzato da una minore permeabilità. Dal punto di vista morfologico, la particolare conformazione a plateau, illustrata nella seguente figura, caratterizzata da estesi altipiani, facilita l'infiltrazione delle acque nelle aree sommitali dei monti e la successiva percolazione negli strati sottostanti. Trattandosi di ammassi rocciosi le vie preferenziali entro cui passa l'acqua è il reticolo fessurativo, in quanto la matrice rocciosa presenta una permeabilità ben più ridotta. In questo panorama, le faglie rappresentano le vie preferenziali per la raccolta e dissipazione dell'acqua.

AUTOSTRADA A31 TRENTO - ROVIGO  
TRONCO TRENTO - VALDASTICO - PIOVENE ROCCHETTE

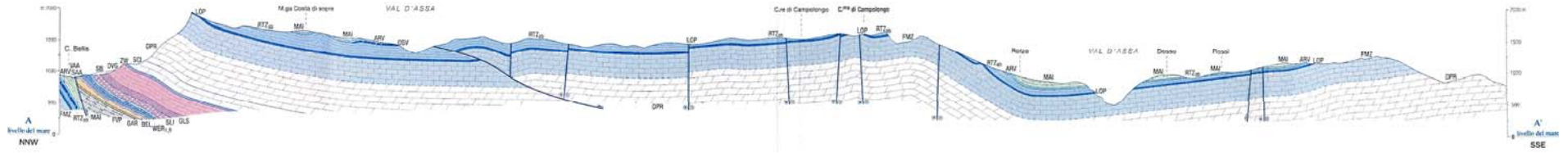


Figura 2 – Sezione geologica tratta dalla Carta Geologica d'Italia, Foglio 082 Asiago.

La figura permette di apprezzare la particolare conformazione a plateau che caratterizza le aree di progetto. In azzurro/blu la sequenza dei calcari (Carbonatico Superiore), in bianco la sottostante Dolomia Principale.

Di seguito si farà riferimento ai due macrostrati identificati come unità superiore, Calcari (Carbonatico Superiore), e unità di base, Dolomia (Carbonatico Inferiore), seppur in alcune zone sia presente solo una delle due.

La valutazione del modello idrogeologico è stata realizzata tenendo in conto la riduzione di permeabilità con la profondità, in quanto alle maggiori profondità è plausibile pensare che le fessure risultino più chiuse. A tale scopo, per ciascuna unità si sono individuate tre classi di profondità, 0-50 m, 50-500 m, 500-1500 m, in analogia ai profili geomeccanici, che definiscono la riduzione di permeabilità dell'ammasso roccioso:

<b>Litotipo</b>	<b>Classe di copertura</b>	<b>U.L. – Unità Lugeon</b>	<b><math>k_m</math> (m/s)</b>
Unità superiore Calcari	0-50 m	50	5E-06
	50-500 m	5	5E-07
	500-1500 m	1	1E-07
Unità di base Dolomia	0-50 m	10	1E-06
	50-500 m	1	1E-07
	500-1500 m	0.1	1E-08

Per le zone di faglia, si è fatta distinzione tra la zona di faglia vera e propria, e l'area di influenza della stessa. Lo schema è riportato negli elaborati grafici. Per l'unità superiore, la zona di influenza è caratterizzata da una permeabilità  $k = 2k_m$ , la faglia da  $k = 5k_m$ . Per la dolomia, la zona di influenza è caratterizzata da una permeabilità  $k = 5k_m$ , la faglia da una  $k=10k_m$ .

Come si può osservare negli elaborati planimetrici, il numero di sorgenti presenti è molto elevato. Ciò prova che la corrivazione delle acque meteoriche è limitata, in relazione alla presenza degli altopiani e degli inghiottitoi carsici.

Il volume di acqua assorbita è molto alto e viene laminato dalla decrescente permeabilità degli ammassi rocciosi, nel senso che non riesce ad infiltrarsi completamente in profondità e di conseguenza trabocca lungo il perimetro, dando luogo al rilevante sistema di sorgenti. E' appunto la dolomia principale che ha questo compito, limitando la quantità di acqua che può percolare in profondità. Questo processo trova comunque un limite inferiore dalle quote di fondo valle, dove raggiunge l'equilibrio ed ogni presenza di acqua al di sotto di questo livello altimetrico può considerarsi di natura fossile, ovvero non più oggetto di movimento attivo in relazione ai limiti plano altimetrici dell'area in studio. Ciò non toglie che queste zone profonde possano essere richiamate verso le aree più basse presenti a sud della pianura veneta.

## **7 PROFILI PIEZOMETRICI**

Negli elaborati grafici allegati sono riportati i profili geologici dei sei tracciati autostradali oggetto di studio.

Sugli elaborati sono state indicate le due formazioni geologiche interessanti l'idrogeologia ed i tratti in cui il tracciato incontra zone ricche di sorgenti.

In relazione al progetto delle opere è stata indicata la superficie piezometrica, che rappresenta un livello di accumulo di acqua da considerare mediamente costante nell'arco temporale di un anno a cui si collega il regime delle sorgenti.

A questa superficie si potrà fare riferimento per valutare il carico idrostatico presente nel reticolo fessurativo dell'ammasso roccioso fino alle maggiori profondità.

Le opere in sotterraneo potranno attivare il flusso dell'acqua verso le gallerie, che sarà regolato tanto dal livello piezometrico stabilito quanto dalla distribuzione delle permeabilità nell'ammasso roccioso come stabilito in precedenza.

I profili piezometrici sono stati stabiliti osservando la presenza delle sorgenti lungo il tracciato che sono manifestazioni della superficie piezometrica in tutta l'area, di cui il profilo piezometrico proposto costituisce una sezione.

In questo modo è stato possibile fissare con sufficiente precisione il livello massimo della superficie piezometrica.

Durante questa analisi si è potuto constatare che la stratificazione degli ammassi rocciosi, ovvero l'anisotropia della filtrazione delle acque sotterranee ad essa collegata, può essere rilevante nell'accentuare la filtrazione. Anche se in modo limitato questo effetto crea un regime di filtrazione delle acque sotterranee in apparente opposizione alla configurazione morfologica dell'area.

Questi profili piezometrici possono essere utilizzati per studiare tutte le interferenze con le opere in sotterraneo, con riferimento alla prevedibile portata di filtrazione ed alle possibili pressioni idrostatiche che potranno agire sui rivestimenti.

## 8 INTERAZIONI TRA LA FALDA E LE OPERE IN SOTTERRANEO

La galleria avanza nell'ammasso roccioso e di conseguenza lo drena in corrispondenza del fronte e del cavo non rivestito. La successiva posa in opera del rivestimento definitivo ristabilisce in parte la superficie piezometrica, in quanto essendo questo caratterizzato da una permeabilità minore, riduce le portate emunte. Da quanto detto in precedenza, la galleria drena il reticolo fessurativo e le faglie intercettate.

Alla luce di queste considerazioni, in ragione della reciproca posizione della galleria rispetto al livello di falda, si dovrà prevedere un'impermeabilizzazione del rivestimento per ridurre le influenze dello scavo sull'ambiente, limitando così il danno in fase di avanzamento e nel lungo termine. Questo modo di procedere dovrà considerare il naturale aumento dei carichi gravanti sul rivestimento a lungo termine, una volta ristabilitosi il preesistente livello piezometrico.

A maggiori coperture, l'abbassamento del livello di falda prodotto dalla galleria in superficie è trascurabile, essendo le portate emunte a mano a mano minori. In questa condizione prevale il problema della pressione idraulica gravante sul rivestimento, che dovrà essere permeabile quanto basta per abbattere la pressione dell'acqua nel rispetto della sua stabilità.

I provvedimenti illustrati se opportunamente progettati e distribuiti lungo i tracciati in relazione ai vincoli idrogeologici esistenti sono tali da controllare completamente gli effetti delle gallerie a breve e lungo termine sull'assetto idrogeologico del territorio attraversato.

Il problema posto dalle faglie deve essere affrontato e risolto in modo completo, in quanto queste strutture possono creare un'avversa interazione con l'ambiente ed una critica ripercussione sul sistema di sorgenti che ne risultano influenzate.

Queste discontinuità strutturali caratterizzate da elevata permeabilità sono estese e continue. Una volta attivato il loro drenaggio verso la galleria, possono agire come estese superfici drenanti con effetti in superficie nelle zone che attraversano e quindi sulle sorgenti.

Per evitare che un simile meccanismo possa essere messo in funzione, sarà necessario prevenirlo. Nel caso in cui questo dovesse verificarsi infatti, i possibili effetti in fase di costruzione sarebbero:

- copiose e improvvise venute di acqua in galleria durante l'avanzamento;
- interferenza in superficie con il sistema delle sorgenti durante l'esecuzione dei lavori, con qualsiasi infrastruttura in qualche modo collegata alla superficie freatica.

A lungo termine:

- eccessive pressioni idrostatiche sui rivestimenti;



- parziale ed incontrollabile ritorno all'assetto sorgentizio, nel senso che anche se la superficie piezometrica è ristabilita non necessariamente viene ripristinato il precedente cammino di filtrazione verso la sorgente.

Per evitare questa interferenza sarà necessario impermeabilizzare questa discontinuità dal fronte di avanzamento in modo preventivo. Con un accurato rilievo geologico-strutturale si dovranno individuare le fratture potenzialmente pericolose e per ciascuna progettare a conveniente distanza dal fronte un opportuno e risolutivo intervento di impermeabilizzazione, per la fase di scavo ed a lungo termine.

## 9 CONCLUSIONI

Lo studio idrogeologico è stato condotto sulla base degli studi pregressi, delle carte regionali delle sorgenti e dei pozzi, dei rilievi eseguiti durante le indagini di campo che hanno accompagnato questa fase di studio.

L'assetto morfologico del territorio interessato è costituito da altopiani che fungono da ricettori delle acque meteoriche. La formazione geologica superficiale, che fa da "cappello" a questi altopiani, è costituita da formazioni calcaree che sono permeabili e presentano inghiottitoi di tipo carsico, costituendo così la zona di accumulo dell'acqua. Questa formazione poggia sulla Dolomia Principale, di minore permeabilità e che quindi assorbe meno acqua di quella immagazzinata nella parte superiore. In questo modo la quantità eccedente filtra lungo il perimetro e dà luogo ad un abbondante ed esteso complesso di sorgenti. Il livello a base di tutto il sistema è ovviamente costituito dai fondi valle.

In questo sistema gli elementi che mettono maggiormente in comunicazione le due formazioni geologiche da un punto di vista idraulico sono le discontinuità tettoniche, costituite da faglie principalmente, che con la loro maggiore permeabilità possono costituire drenaggi, se attivate, di ampie zone.

Con riferimento all'assetto geologico dell'area ed alla distribuzione delle sorgenti, è stato possibile ricostruire per ciascuno dei tracciati esaminati l'andamento della superficie piezometrica, che è riportato sugli elaborati di progetto.

Questa superficie indica la linea di carico piezometrico più o meno costante durante tutto l'anno in equilibrio con il regime delle sorgenti presenti lungo ogni singolo tracciato. Ad essa si potrà fare riferimento per valutare l'entità delle pressioni idrostatiche lungo i tracciati.

Per quanto riguarda l'interferenza delle opere in sotterraneo con l'assetto idrogeologico bisognerà adottare rivestimenti impermeabili alle basse coperture, per impedire ripercussioni alla superficie di un possibile abbassamento piezometrico. Alle alte coperture, interessando le opere ammassi rocciosi di bassa permeabilità, le portate emunte dalle gallerie non sono rilevanti in relazione al bilancio idrologico della zona né producono effetti in superficie. In questo caso diventa importante considerare le pressioni idrostatiche trasmesse ai rivestimenti, che possono essere molto elevate. Pertanto si dovrà agire in modo da drenare i rivestimenti quanto necessario a mantenere le pressioni dell'acqua nei limiti di sicurezza per la stabilità della struttura.

Le faglie, costituendo un'importante via preferenziale all'acqua con possibili ed estese ripercussioni in superficie, dovranno essere impermeabilizzate preventivamente all'avanzamento, agendo dal fronte medesimo delle gallerie.