



Internationales Symposion INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

GALLERIA SCOLMATRICE ADIGE - GARDA

THE “ADIGE – GARDA” TUNNEL

Vittorio Cristofori¹

RIASSUNTO

La galleria Adige - Garda fu costruita tra il 1939 ed il 1959 per laminare le piene del fiume Adige e proteggere così il territorio lambito dal fiume a valle dell'opera, in particolare la città di Verona e la pianura veneta, fino alla foce nel mare Adriatico.

La galleria è lunga circa 10 km; il dislivello tra l'imbocco a Mori e lo sbocco a Torbole è di 106 m; la portata massima è di 500 m³/s.

Le apparecchiature elettromeccaniche sono costituite da griglie, panconi, porte stagne e paratoie con relativi quadri di comando. Le paratoie sono suddivise su quattro luci, ciascuna di larghezza 9,50 m.

La galleria è stata utilizzata nove volte dall'Ufficio del Genio Civile di Trento e due volte dalla Provincia Autonoma di Trento, che gestisce l'impianto dal novembre 1999.

L'uso della galleria è regolato da una convenzione tra gli enti interessati.

La Provincia Autonoma di Trento ha programmato alcuni interventi necessari per il risanamento della galleria, nonché per l'ammmodernamento degli impianti, ormai obsoleti.

Parole chiave: galleria, piene, convenzione, risanamento.

ABSTRACT

The “Adige –Garda” tunnel was built within 1939 and 1959 in order to laminate the floods of the river Adige, protecting the territory surrounding the river below the tunnel, particularly the town of Verona and the plain of Venetia as far as the outlet in the Adriatic sea.

The tunnel is about 10 km long; the difference of level between the inlet at Mori and the outlet at Torbole is 106 m; the maximum flow is 500 m³/s.

The electromechanical apparatus is made of grilles, benches, watertight doors and sluice gates, each with their control board. The sluice gates are divided in 4 windows, each 9.50 m wide.

The tunnel has been used 9 times by the “Genio Civile of Trento” office and 2 times by the P.A.T., which has been managing the structure since November 1999.

The utilization of the tunnel is regulated by an agreement among the involved authorities.

The P.A.T. has programmed some actions of healing of the tunnel and of modernization of installation, obsolete by now.

Key words: tunnel, floods, agreement, healing.

¹ - Dirigente del Servizio Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Trento (Tel.: +39-0461-497844; Fax: +39-0461-497839; email: vittorio.cristofori@provincia.tn.it)

INTRODUZIONE

Il fiume Adige si sviluppa per una lunghezza di 409 km, a partire dalla sorgente (situata in prossimità del lago artificiale di Resia) fino alla foce nel mare Adriatico a Porto Fossone, poco a sud della città di Chioggia, fra le foci del fiume Brenta e del fiume Po.

Sottende un bacino imbrifero complessivo di circa 12.000 km² ed è caratterizzato da un regime idraulico di tipo alpino, che presenta una portata molto variabile durante l'arco dell'anno, in quanto lungo il suo corso riceve il tributo di numerosi importanti affluenti, la maggior parte dei quali a carattere marcatamente torrentizio. Gli affluenti del fiume Adige che rivestono maggiore importanza sul territorio del Trentino-Alto Adige sono costituiti dai torrenti Passirio ed Isarco in provincia di Bolzano e dai torrenti Noce ed Avisio in provincia di Trento; il bacino imbrifero complessivo di questi quattro affluenti è di circa 7.000 km², oltre la metà quindi di quello totale.

Nei secoli scorsi, sotto la dominazione dell'Impero austro-ungarico, nella regione Trentino Alto Adige furono realizzati numerosi imponenti interventi di regimazione idraulica del fiume Adige e dei relativi affluenti. Queste opere, per la maggior parte nuove o integralmente ristrutturate, riguardavano sia la costruzione di murature arginali e briglie in pietrame squadrato, sia varie importanti nuove inalveazioni, anche con radicale modifica del tracciato plani-altimetrico dei corsi d'acqua, che hanno interessato in modo particolare il fondovalle dell'Adige e la parte terminale dei suoi principali affluenti (torrente Noce, torrente Avisio, torrente Fersina e torrente Leno). Vennero eliminate sei grosse anse del fiume Adige, mediante la costruzione di nuovi tracciati d'alveo rettilinei, aumentando quindi la pendenza media della livelletta di fondo, con il duplice intento sia di favorire lo smaltimento dei materiali trasportati dai torrenti affluenti in regime di piena, sia di ridurre il numero dei ponti della viabilità stradale e della linea ferroviaria del Brennero, soprattutto per esigenze di strategia militare.

La principale rettifica di tracciato planimetrico del fiume Adige eseguita in provincia è quella che riguarda la città di Trento, che ha comportato lo spostamento del corso d'acqua dal centro città, dove le acque lambivano le mura del castello del Buonconsiglio, verso la periferia ovest a ridosso del colle Doss Trento.

Dopo la prima guerra mondiale, a seguito del passaggio della regione Trentino-Alto Adige al regno d'Italia, la competenza relativa alle opere idrauliche venne affidata al Magistrato alle Acque di Venezia ed ai locali Uffici del Genio Civile.

Già dai primi anni del dopoguerra i tecnici italiani valutarono in modo meno positivo gli interventi di canalizzazione del fiume Adige attuati dall'amministrazione austro-ungarica, in quanto l'aumentata velocità di deflusso raggiunta in Trentino non poteva essere smaltita dalla parte inferiore del corso d'acqua senza provocare gravi problemi, in particolare per la città di Verona e le località a valle fino alla foce in Adriatico.

Il presidente del Magistrato alle Acque di Venezia, ingegner Luigi Milani, negli anni trenta propose di alleggerire la portata di piena dell'Adige gravitante sulla città di Verona mediante la costruzione di una galleria diversivo per convogliare nel lago di Garda, e quindi nel bacino del fiume Mincio, parte della portata eccedente le capacità ricettive della provincia veronese.

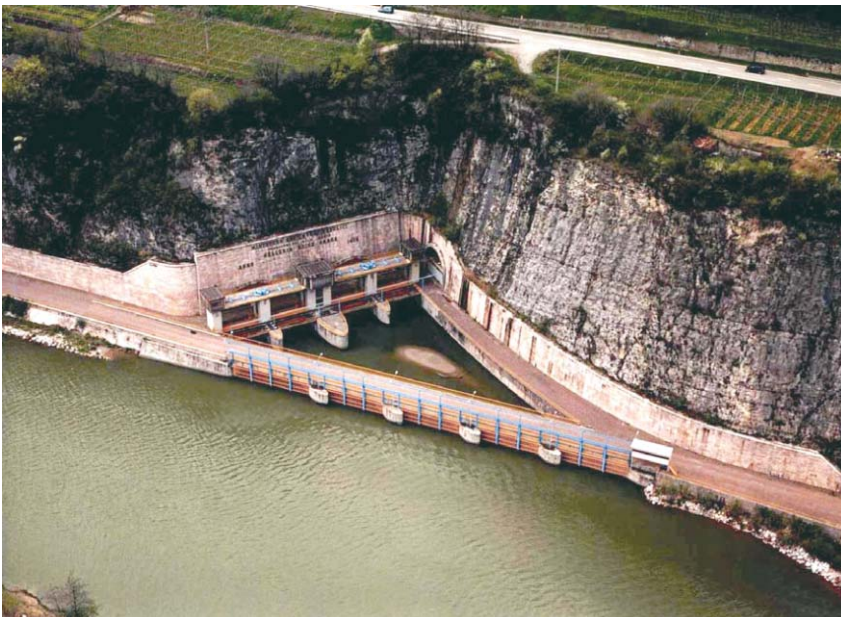


Fig. 1: Galleria Adige – Garda: imbocco presso Ravazzone di Mori

Fig. 1: “Adige – Garda” tunnel: inlet near Ravazzone di Mori

NOTIZIE STORICHE

Lo studio riguardante la possibilità di scolmare parte delle portate di piena del fiume Adige, definito "fiume iniquo e pericolo costante, che si faceva tanto maggiore quanto più cresceva la prosperità del Polesine", nacque da un'idea del 1771 di padre Vincenzo Coronelli e fu in seguito ripresa nell'anno 1902 dall'Ispettore del Genio Civile Tommaso Montanari.

L'estensione dello specchio lacustre infatti (circa 370 km²) è tale che esso può fungere anche da cassa di espansione con modesti aumenti del livello.

Vennero analizzate varie soluzioni, che prevedevano la realizzazione di opere di presa presso la stretta di Ceraino, con restituzione delle acque allo stesso fiume Adige a sud di Verona, oppure con l'immissione di esse nel lago di Garda o nel fiume Mincio. I suddetti studi non arrivarono però a soluzioni concrete.

Dopo qualche decennio di quiescenza delle problematiche citate, complice anche il periodo di relativa calma idrogeologica intercorsa fra gli eventi estremi del 1882 e del 1926, l'idea fu ripresa, studiata e portata a soluzione nel 1930 dal presidente del Magistrato alle Acque di Venezia, ing. Luigi Milani, illustre componente della Commissione italiana per lo studio e la prevenzione delle grandi calamità. Venne ristretto il campo delle proposte ritenute più interessanti alle due soluzioni alternative che prevedevano la diversione delle acque di scolmo dell'Adige nel lago di Garda, la prima con imbocco previsto presso la chiusa di Ceraino in provincia di Verona e la seconda con imbocco presso Ravazzone di Mori in provincia di Trento.

Si confrontarono i parametri caratteristici di queste soluzioni, fra cui i più evidenti di ordine planialtimetrico erano i seguenti:

- la galleria con origine presso la stretta di Ceraino avrebbe comportato una lunghezza totale di circa 8 km con un dislivello di 30 m;
- la galleria con origine presso Ravazzone di Mori avrebbe comportato una lunghezza di circa 10 km, ma con un dislivello di 100 m.

La soluzione poi ritenuta più idonea fu quella di prevedere la galleria scolmatrice con origine in sponda destra del fiume Adige presso Ravazzone di Mori, poco a sud della città di Rovereto, e con sbocco nel lago di Garda a sud dell'abitato di Torbole, dove il lago era più profondo e poteva quindi offrire un più facile contenimento del materiale solido eventualmente trasportato dalle acque. Anche dal punto di vista economico questa soluzione risultò la migliore in quanto, pur considerata la maggiore lunghezza rispetto all'ipotesi "Ceraino", la maggiore pendenza a disposizione poteva garantire, a parità di portata, una consistente riduzione della sezione di deflusso con minori costi di costruzione complessivi.

Il progetto esecutivo, approvato dal Comitato Amministrativo del Magistrato alle Acque di Venezia il 03.02.1939, prevedeva il tracciato della galleria attraverso il nucleo calcareo del monte Faè e sotto il lago di Loppio. I lavori iniziarono il 01.03.1939 e furono sospesi nel 1943 per il lievitare dei costi e per lo sforzo tecnico economico richiesto dallo scoppio della seconda guerra mondiale.

Qualche anno dopo l'ultimazione della guerra, durante il convegno sulla difesa del suolo tenutosi alla Fiera di Milano nel 1952, il prof. De Marchi si rammaricò del fatto che i lavori di costruzione della galleria Adige Garda, già realizzati per un tratto della lunghezza complessiva di circa 3,5 km prima dell'evento bellico, non fossero ancora ripresi malgrado la notevole importanza attribuita all'opera.

La pressante richiesta di indirizzare parte dei fondi del bilancio statale per finanziare il completamento della galleria andò a buon fine; il progetto delle opere ancora da eseguire, redatto dal Genio Civile di Trento in data 04.12.1953, venne approvato e finanziato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con voto n° 579 di data 11.03.1954. I lavori ripresero il 25.09.1954 e si protrassero per circa 5 anni, fino al 18.05.1959, data della loro ultimazione. L'avanzamento venne proseguito, come già impostato nel progetto originale, dai due imbocchi di Ravazzone e di Torbole fino alla caduta dell'ultimo diaframma di scavo, che si verificò alla distanza di 6,933 km dal lago di Garda. Il rivestimento delle pareti fu realizzato in calcestruzzo calcareo a livello di calotta ed in calcestruzzo basaltico per quanto riguarda la porzione relativa ai piedritti ed all'arco rovescio.

Successivamente (nel 1975) l'Ufficio del Genio Civile di Trento intervenne con lavori di consolidamento e ripristino di tratti di rivestimento degradato fra le progressive km 4,600 e km 4,700, mediante perforazione della calotta, iniezioni di intasamento con miscela cementizia additivata con bentonite e successiva infissione di micropali per il consolidamento finale della struttura.

E' opinione diffusa che la realizzazione della galleria abbia causato la scomparsa del lago di Loppio, in quanto la formazione di cunicoli emungenti, realizzati allo scopo di drenare le acque che scaturivano dal cielo dello scavo durante i lavori di costruzione, avrebbero interessato la falda in modo tale da provocare il graduale svuotamento del lago sovrastante. Le percolazioni che ancora oggi scaturiscono con flusso pressoché continuo dal paramento interno del manufatto testimoniano l'avvenuta alterazione della falda ed il suo conseguente abbassamento. Già da anni alcune comunità locali e associazioni ambientaliste a carattere anche sovracomunale chiedono con insistenza che venga ripristinata la situazione idrogeologica precedente.

CARATTERISTICHE DELLA GALLERIA E DEGLI IMPIANTI CONNESSI

Le principali caratteristiche tecniche della galleria Adige-Garda sono le seguenti:

Lunghezza:	9.873 m
Dislivello tra quota imbocco e quota sbocco:	106 m
Pendenza:	0,8688 %
Diametro medio della sezione policentrica:	circa 7,8 m
Sezione idraulica netta:	50,40 m ²
Velocità dell'acqua (con portata massima):	11 m/s
Portata massima di derivazione:	500 m ³ /s
Dislivello tra pelo acqua e sommità calotta (con portata massima):	1,50 m

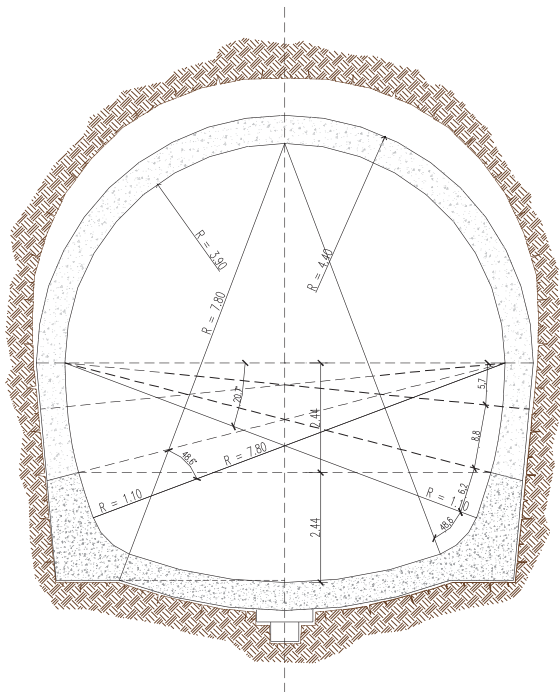


Fig. 2: Sezione tipo della galleria

Fig. 2: Section of the tunnel

Le apparecchiature elettromeccaniche a corredo della galleria Adige-Garda sono costituite da griglie, panconi, porte stagne e paratoie con relativi quadri di comando e controllo alloggiati negli appositi locali con annesso magazzino.

L'alimentazione dei motori che azionano il movimento delle opere è normalmente garantita dalla rete di energia elettrica locale, ma in caso di interruzione della fornitura può essere derivata anche da un gruppo elettrogeno.

Le griglie, predisposte a protezione dai corpi galleggianti di grosse dimensioni fluitati dal fiume Adige, sono costituite complessivamente da 16 pannelli filtranti realizzati in profilati metallici saldati a maglia rettangolare e sono suddivise su cinque luci di immissione munite di gargami.

Le operazioni di sollevamento per la pulizia e la manutenzione sono eseguite con l'ausilio di un paranco a fune dotato di carrello scorrevole.

I panconi sono costituiti da 32 elementi in pannelli metallici delle dimensioni di 9,50 m x 1,00 m cadauno, con bordi a tenuta sui quattro lati.

Essi vengono inseriti nei gargami predisposti a monte delle paratoie con finalità di consentire sia la manutenzione delle paratoie stesse, sia le operazioni di spurgo periodico del limo che si accumula nel tratto di opera compreso fra le griglie e l'imbocco della galleria.

In condizioni normali questi panconi sono depositati in un apposito locale e quando necessario vengono trasportati nella posizione di utilizzo mediante un carroponete a portico traslante su rotaie.



Fig. 3: Panconi, nella fase di posa

Fig. 3: Laying of benches

Le paratoie sono suddivise su quattro luci di immissione e risultano costituite da elementi in pannelli piani a tenuta stagna, realizzati in profilati metallici e lamiera, muniti di ruote per lo scorrimento verticale ed opportune guarnizioni di tenuta, parte in teflon e parte in gomma.

Ogni paratoia installata all'imbocco della galleria presenta una larghezza netta di 9,50 m ed è costituita da due pannelli sovrapposti dell'altezza di 3,00 m per quello inferiore e di 5,00 m per quello superiore, manovrabili a comando indipendente per garantire una buona modulazione della portata da immettere nella galleria.

La manovra di sollevamento ed abbassamento di ciascun pannello viene effettuata dalla cabina di comando mediante l'azionamento di un argano elettromeccanico posizionato al piano superiore.

Il meccanismo di sollevamento, indipendente per ogni paratoia, è costituito da due riduttori laterali, che muovono il rispettivo pignone e catena, azionati da un albero lento di trasmissione realizzato in tubo d'acciaio, messo a sua volta in movimento mediante un altro riduttore meccanico collegato al gruppo motore.

Le porte stagne sono situate all'estremità più interna delle due brevi gallerie carrabili, una all'imbocco di Mori e una allo sbocco di Torbole, e permettono l'accesso con mezzi meccanici alla galleria principale per consentire interventi di ispezione e manutenzione.

Sono costituite da una struttura metallica con guarnizioni di gomma per garantire la tenuta stagna e vengono azionate mediante un meccanismo oleodinamico fornito di due pistoni idraulici.

UTILIZZO E GESTIONE DELLA GALLERIA

L'utilizzo della galleria di scolmo è stato attivato dall'Ufficio del Genio Civile di Trento in occasione degli eventi di piena del fiume Adige verificatisi tra il 1960 e il 1983 per ben nove volte, ma solamente nei giorni 4 e 5 novembre 1966 le paratoie di Mori vennero completamente aperte fino a far defluire in galleria, e quindi nel lago di Garda, la massima portata prevista di 500 m³/s. In tale occasione furono scaricati nel lago circa 64 milioni di metri cubi d'acqua, con un incremento del livello del lago di circa 17 cm. Dopo la piena del 1966 la galleria fu utilizzata dall'Ufficio del Genio Civile di Trento altre quattro volte: nel 1976, nel 1980, nel 1981 e nel 1983, ma sempre con portata inferiore a quella massima ammessa.

In seguito al passaggio delle competenze dallo Stato alla Provincia Autonoma di Trento (avvenuto nel novembre 1999), quest'ultima nell'estate del 2000 fece svolgere ad un gruppo di tecnici specializzati un'ispezione, per verificare quale fosse lo stato di conservazione dell'opera, in considerazione anche del lungo periodo nel quale il manufatto non era stato utilizzato.

L'ispezione, pur evidenziando la necessità di attuare importanti interventi di risanamento del rivestimento in alcuni tratti della galleria, fece riscontrare che in caso di necessità il manufatto poteva essere utilizzato in condizioni di ragionevole sicurezza, in quanto le condizioni di conservazione erano tali da non far temere collassi del rivestimento.

Pochi mesi dopo, infatti, la galleria fu utilizzata durante l'evento di piena del fiume Adige nei giorni 17 e 18 novembre 2000, pur con una portata massima di soli 100 m³/s; furono scaricati nel lago di Garda circa cinque milioni di m³ d'acqua (corrispondenti ad un aumento del livello lago inferiore a 2 cm).

La galleria fu poi utilizzata durante l'evento di piena nei giorni 26 e 27 novembre 2002, con una portata massima di 100 m³/s; nel Garda confluirono circa sei milioni di m³ d'acqua (corrispondenti ad un aumento del livello lago inferiore a 2 cm).

Nel luglio 2002 fu firmata tra gli enti interessati (Provincia Autonoma di Trento, Regione Veneto, Regione Lombardia, Agenzia Interregionale per il Fiume Po, Autorità di Bacino del Fiume Adige ed Autorità di Bacino del Fiume Po) una convenzione per stabilire condizioni e modalità d'uso della galleria in caso di piena.

Nell'atto formale di passaggio della gestione della galleria scolmatrice dal Magistrato alle Acque di Venezia alla Provincia Autonoma di Trento non era infatti stato considerato il fatto che le conseguenze delle manovre sull'opera interessano più enti territoriali, e che gli effetti delle manovre stesse sono benefici per i territori minacciati dalle piene dell'Adige, ma possono risultare negativi per altre zone.

Infatti il convogliamento di parte delle acque di piena del fiume Adige nel lago di Garda comporta sia l'incremento di livello del lago che un aumento della portata dell'emissario fiume Mincio, nonché, di conseguenza, l'aumento della portata del fiume Po, nel quale il Mincio confluisce.

Non vanno sottovalutati inoltre i possibili danni di ordine turistico ed ambientale all'ecosistema del lago di Garda, per cui i comuni rivieraschi sono in linea di principio contrari all'utilizzo della galleria.

Si ritiene perciò necessario stipulare la convenzione sopra citata, che prevede che la procedura decisionale relativa all'apertura della galleria Adige-Garda deve essere concordata tra la Provincia Autonoma di Trento, le Regioni Veneto e Lombardia e l'Agenzia Interregionale per il Fiume Po; inoltre le decisioni devono essere comunicate alle due Autorità di Bacino interessate (quella del fiume Adige e quella del fiume Po).



Fig. 4: Scarico nel lago durante la piena del settembre 1965

Fig. 4: Flow into the lake during the flood of September 1965

INTERVENTI DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

La Provincia Autonoma di Trento è attualmente impegnata a valutare l'opportunità e la modalità di esecuzione degli interventi necessari per il completo ripristino funzionale della galleria Adige-Garda, nonché per l'ammodernamento di parte degli impianti, ormai obsoleti. Per quanto riguarda specificamente la galleria, è previsto un intervento di risanamento strutturale del rivestimento nel tratto in corrispondenza del lago di Loppio, che ha anche l'obiettivo di ripristinare l'alimentazione del lago. L'intervento, la cui esecuzione è prevista nel 2005, ha un costo preventivato di circa 7 milioni di euro.

Successivamente, non appena vi sarà la disponibilità finanziaria, si dovrà provvedere al risanamento del rivestimento della galleria anche in altri tratti in cui esso risulta particolarmente degradato.

Per quanto concerne l'ammodernamento degli impianti, è prevista la realizzazione dei seguenti interventi:

- sostituzione del quadro dei comandi;
- sostituzione della gru a ponte scorrevole, del carro portico e del gruppo elettrogeno;
- straordinaria manutenzione delle paratoie e dei meccanismi di sollevamento;
- revisione dei panconi ed acquisto di una nuova trave pescatrice per movimentare i panconi stessi;
- rifacimento dei servizi ausiliari e dell'impianto luce;
- realizzazione della copertura delle cabine di comando;
- sostituzione della vecchia scritta sopra l'imbocco di Mori (Ministero Lavori Pubblici – Magistrato alle Acque) con una nuova, che evidenzia il nuovo ente gestore (Provincia Autonoma di Trento – Servizio Opere Idrauliche);
- realizzazione di un impianto antintrusione;
- straordinaria manutenzione delle griglie;
- revisione dei comandi delle porte stagne;
- posa di cartelli di indicazione e di avviso di pericolo.