

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale



1/2011

ISSN 1591-5352

Poste Italiane S.p.a. - Spedizione in Abbonamento Postale - N. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma



Il disastro di Molare del 1935 in Valle Orba (AL): un Vajont dimenticato

VITTORIO BONARIA
Geologo libero professionista

e-mail: vb_geo@libero.it
sito web: www.molare.net

GIOVANNI TOSATTI
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Modena e Reggio Emilia

e-mail: giovntos@unimore.it
sito web: www.terra.unimore.it

PREMESSA

La Valle Orba è ubicata tra la Liguria ed il Piemonte e si sviluppa da sud verso nord all'interno dei territori provinciali di Genova, Savona ed Alessandria. Il Torrente Orba, che ha origine dai rilievi dell'estremità orientale delle Alpi Liguri (M. Reisa 1183 m), è un affluente di destra del Fiume Bormida (Bacino del Po) e confluisce in esso poco a monte di Alessandria.

Il settore mediano della valle è sviluppato all'interno del territorio comunale di Molare (prov. Alessandria) ove, in località Ortiglieto, fu ultimata nel 1926 la realizzazione di un grande bacino idroelettrico ottenuto dallo sbarramento del Torrente Orba per mezzo di due differenti dighe: la Diga Principale di Bric Zerbino (Fig. 1) e la Diga Secondaria di Sella Zerbino.

Tutt'oggi, nel cuore della Valle Orba, presso Bric Zerbino, è ancora presente la Diga Principale, tradizionalmente denominata "la Diga di Molare". Il Torrente Orba però non scorre più nel vecchio alveo. La grande opera, situata all'interno di un'area umida di grande interesse naturalistico e circondata da versanti ripidi e boscosi, rappresenta ora, al pari delle dighe del Vajont e di Gleno, un monumento alla scarsa lungimiranza e alla mancanza di responsabilità dell'uomo (Fig. 2).

L'INVASO DI ORTIGLIETO

Sul finire del XIX secolo una società genovese, le "Forze Idrauliche della Liguria", nella persona dell'ing. Luigi Zunini (poi rettore del Politecnico di Milano dal 1922 al 1926), propose una serie di progetti di fattibilità per erigere una diga in Località Ortiglieto, circa 6

delle attività silvo-pastorali, agricole e vinicole delle valli piemontesi e l'inderogabile necessità del controllo della risorsa idrica.

Di fronte alla dura opposizione a questi progetti idraulici da parte di un consorzio formato da vari comuni della Valle Orba, primi fra tutti Molare ed Ovada, venne stilata una serie di nuovi progetti che contemplavano la produzione idroelettrica a favore dei comuni limitrofi oltre che l'utilizzo idropotabile a favore della Liguria.

Nel 1906 la società riuscì a farsi concedere dalla Prefettura di Alessandria una prima concessione per lo sfruttamento delle acque del torrente, giustificata non più dalla necessità idropotabile della Liguria bensì dalla richiesta di elettricità per la linea ferroviaria Genova-Ovada-Acqui Terme. Questa concessione però decadde per "ragioni fiscali-

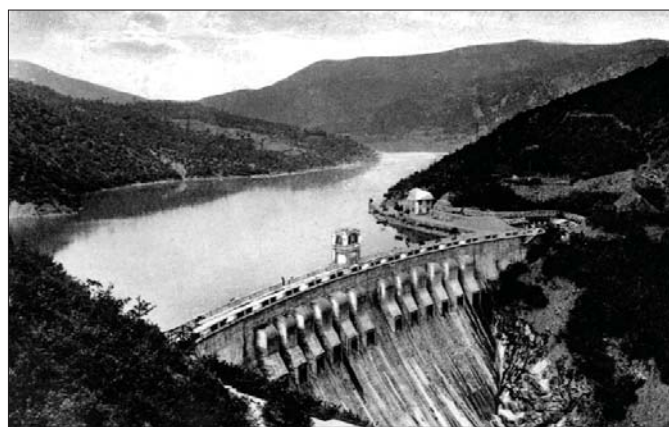


Figura 1 – La Diga Principale di Bric Zerbino in una cartolina d'epoca.

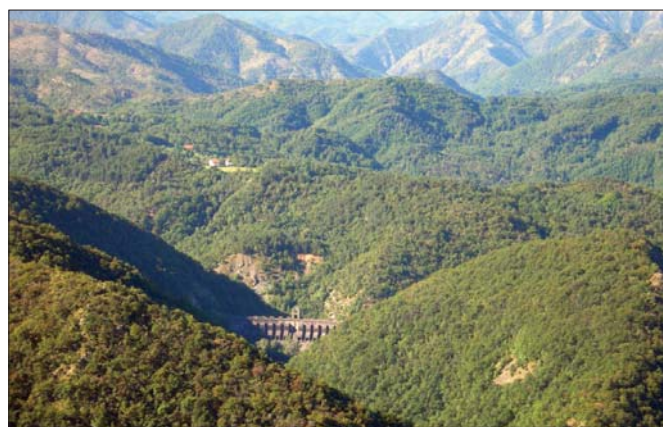


Figura 2 – Panoramica della diga di Molare dal lato a valle.

Dopo poco meno di un decennio di funzionamento, alle ore 13:15 del 13 agosto 1935, a seguito di un violento nubifragio, la Diga Secondaria di Sella Zerbino collassò insieme ad una porzione di terreno sul quale era fondata. L'ondata che si riversò violentemente verso valle determinò la morte di numerose vittime, calcolate tra 110 e 115 persone, e causò gravissimi danni ai sottostanti centri abitati di Molare, Ovada, Silvano d'Orba, Capriata d'Orba, Predosa e Castellazzo d'Orba.

Nel 1938, a conclusione del processo penale per il disastro di Molare, i presunti responsabili, dipendenti della società Officine Elettriche Genovesi (O.E.G.), proprietaria e realizzatrice dell'invaso, furono scagionati da qualsiasi colpa.

km a monte del paese di Molare, nell'estremità meridionale della provincia di Alessandria (Zunini, 1899). Questi progetti prevedevano un utilizzo dell'acqua a scopi esclusivamente idropotabili a favore di Genova, che in quel periodo andava rapidamente sviluppandosi.

Il rapporto socio-economico tra la grande città e la Valle Orba era radicalmente mutato tra la seconda metà XIX secolo e l'inizio del XX. In seguito al notevole sviluppo industriale ed urbanistico di Genova era infatti emersa la necessità di realizzare adeguate vie di comunicazione verso le valli del versante padano. In particolare, l'intensa industrializzazione, fondata principalmente sull'attività siderurgica, aveva determinato la marginalizzazione

burocratiche" per essere poi ripresa nel 1916 dalle Officine Elettriche Genovesi le quali considerarono nulli i precedenti accordi a favore dei comuni. Nello stesso anno fu quindi presentata una nuova domanda di concessione relativa ad un nuovo progetto che contemplava un sensibile incremento dell'invaso, da 12 milioni a 18 milioni di m³, pur mantenendo sostanzialmente inalterate l'ubicazione e la disposizione degli elementi progettuali originali. Il nuovo progetto fu redatto dall'ing. Vittorio Gianfranceschi, noto in Lombardia nel campo dell'idroelettrica ed in quello della trazione elettrica ferroviaria. Durante il primo periodo i lavori furono ostacolati da gravi difficoltà economiche e di reperimento di

manodopera e materie prime a causa dello scoppio del primo conflitto mondiale ma già a partire dal 1922, e nel successivo biennio, le operazioni proseguirono più spedite.

Il Torrente Orba venne sbarrato in località Ortiglieto da una diga a gravità con andamento in pianta ad arco di cerchio (raggio circa 200 m), con altezza pari a 47 m (a fronte dei 34 m previsti inizialmente) e dotata di quattro differenti ordini di scaricatori. L'opera idraulica venne ultimata nel 1926 e denominata Diga Principale di Bric Zerbino.

La decisione di innalzare la diga di 13 m rispetto al progetto originario generò un grande problema: in un punto del perimetro del futuro lago, ad alcune centinaia di metri ad ovest della Diga Principale, l'avvallamento di due crinali formava una sella (Sella Zerbino) che si sarebbe trovata ad una quota inferiore rispetto alla quota di massimo invaso. L'acqua quindi avrebbe potuto tracimare riversandosi nel meandro del Torrente Orba, immediatamente a valle della diga principale.

Si provvide pertanto alla costruzione di uno sbarramento secondario costituito da un muro di lunghezza sommitale di 110 m ed altezza di 14 m. Tale sbarramento fu progettato e costruito in modo sbrigativo senza il supporto di adeguate indagini geologiche poiché Sella Zerbino sarebbe dovuta essere "... costituita da solida roccia...". Questo secondo sbarramento, chiamato Diga Secondaria di Sella Zerbino (Fig. 3), appariva come un grande muraglione sopra il quale era presente la strada che conduceva alla vicina Diga Principale.

Il lago generato dai due sbarramenti si estendeva a monte per circa 5 km con un andamento irregolare e larghezza massima intorno a 400 m. La capienza a massimo invaso (quota max 322 m) era pari a 18 milioni di metri cubi.

La centrale elettrica era invece posizionata in località Cerreto della Frazione di Madon-

na delle Rocche (Comune di Molare), circa 3 km a valle dagli sbarramenti.

L'acqua dal lago veniva convogliata per mezzo di una galleria scavata nella roccia (galleria di carico) in un pozzo piezometrico posizionato sulla sommità di un rilievo dominante la centrale elettrica. La galleria di carico, funzionante sottopressione e di lunghezza pari a 2722 m (con diametro interno di 3 m), fu con molta probabilità l'opera più impegnativa di tutto il progetto. Realizzata con manodopera recuperata in loco, aveva l'imbocco a poche decine di metri a monte della Diga Secondaria. Dal punto di vista economico l'opera gravò in modo sensibile ed inaspettato nel bilancio complessivo del progetto. La galleria fu in gran parte rivestita in quanto le rocce attraversate non fornivano adeguate garanzie di stabilità.

Il pozzo piezometrico aveva diametro pari a 10 m e profondità di circa 43 m mentre la condotta forzata era costituita da un tubo in acciaio di lunghezza complessiva di 423 m con diametro di 2,5 m. All'estremità inferiore, in corrispondenza della centrale elettrica, la tubazione si derivava in quattro diramazioni alimentanti altrettante turbine.

La Centrale Elettrica venne realizzata nel 1923-1924 a pochi metri dall'alveo attivo del Torrente Orba. Le turbine avevano una potenza in esercizio continuo di 14.000 kW.

A poche centinaia di metri a valle della centrale fu infine costruita la Diga di Compensazione le cui paratoie consentivano la regolarizzazione delle portate idriche restituite dall'impianto.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico e geomorfologico la valle del Torrente Orba presenta una notevole variabilità di forme e di litotipi affioranti. Nella parte meridionale prevalgono forme tipicamente appenniniche, con versanti molto ripidi ed alveo stretto, spesso

incassato con andamento a meandri. Tale connotazione morfologica si interrompe bruscamente poco a sud del paese di Molare, in corrispondenza della Frazione Madonna delle Rocche, ove le forme appenniniche lasciano spazio alle colline tipiche dell'Alto Monferrato e l'alveo fluviale si presenta più largo e con andamento meno tortuoso. Infine, a valle di Ovada, il paesaggio diviene spiccatamente pianeggiante.

Questa differenziazione morfologica trova un'ottima corrispondenza con i differenti ambienti geologici (pre-terziari, terziari e quaternari) caratterizzanti tali settori. Il Torrente Orba ha origine dai rilievi che determinano lo spartiacque ligure-adriatico, localmente costituiti da litotipi riferibili al Gruppo di Voltri. Con questo termine, introdotto per la prima volta da Issel (1892), si designa uno dei più vasti complessi di metaofioliti e metasedimenti affioranti nel settore occidentale dell'arco alpino. Il Gruppo di Voltri è sostanzialmente costituito da rocce che originariamente costituivano porzioni di crosta oceanica e relativa copertura sedimentaria appartenenti all'oceano ligure-piemontese del Giurassico. In seguito all'orogenesi alpina queste rocce furono metamorfosate, deformate ed accavallate sul margine del paleocontinente europeo.

La località Ortiglieto è connotata dalla presenza di litotipi riferibili al Gruppo di Voltri tra i quali serpentiniti, serpentinoscisti, metabasiti e metagabbri, materiali in maggior parte fratturati e destrutturati anche se ne sono ben visibili porzioni massicce. Sono presenti numerosi sistemi di fratturazione (Chiesa *et al.*, 1975) che influenzano la morfologia dei versanti ed in particolare l'andamento del reticolo idrografico. Si tratta in genere di faglie sub-verticali con direzione preferenziale E-W e ENE-WSW ma anche N-S in corrispondenza dell'asta fluviale principale.

Nel 1925 la rivista "L'Energia Elettrica" enfatizzò la maestosità dell'impianto e fornì un inquadramento geologico assai di parte dell'area: "Il carattere fisico più saliente delle rocce del Gruppo di Voltri e specialmente di quelle che costituiscono la vallata dell'Orba è l'assenza di fratture profonde, con i piani di contatto delle interstratificazioni con la roccia incassante generalmente saldati o cementati, per cui nessuna cavità considerevole sembra esistere nelle profondità dei monti".

Oggi, presso lo squarcio di Sella Zerbino, è ben visibile il contatto tettonico tra le serpentiniti ad antigorite, costituenti l'ossatura del Bric Zerbino (attuale destra orografica), ed i meta-Mg-gabbri (ad albite, clorite, tremolite e zoisite) posizionati sulla sinistra orografica (Capponi *et al.*, 1988). Tali termini contengono, in prossimità del contatto con le serpentiniti ed all'interno dell'alveo attivo attuale, livelli milonitici costituiti da cloritoidi



Figura 3 – La Diga Secondaria di Sella Zerbino.

anfibolitici di colorazione grigio-azzurra (Fig. 4). Questi ultimi si presentano intensamente fogliettati e, se bagnati, risultano a comportamento decisamente saponoso. Tutta l'area è infine caratterizzata da un'intensa cataclasi dovuta alla presenza di un sistema di faglie ad andamento N-S (Vigo, 1998).



Figura 4 – Dettaglio di uno dei livelli milonitici a clorite ed anfibolo in località Sella Zerbino

L'EVENTO DEL 13 AGOSTO 1935

Il 1935 stava per essere ricordato come una delle annate più siccitose a memoria d'uomo. La crisi idrica, oltre che arrecare gravi danni all'agricoltura, costrinse le O.E.G. a programmare un drastico taglio della produzione elettrica. Ciò aveva come inevitabile conseguenza la chiusura degli scarichi della diga con effetti negativi sul minimo deflusso del Torrente Orba, ormai in perenne secca.

Alle ore 6:30 del 13 agosto un boato di tuono spezzò la monotonia degli ultimi mesi e alle 7:30 si abbattè su Molare ed Ovada un vero e proprio nubifragio. Secondo Tropeano (1989) "Nel bacino dell'Orba cadono 364 mm di pioggia in meno di 8 ore. A Lavagnina la precipitazione è di 554 mm..., superando tutti gli analoghi eventi...nell'Europa... da oltre due secoli".

I dati pluviometrici registrati in tutte le stazioni del circondario furono a dir poco sconcertanti. L'evento portò nell'arco di meno di 8 ore una precipitazione pari a quasi il 30% di quelle medie annue per la zona (Visentini, 1936). Il corso d'acqua aumentò rapidamente di livello e, in corrispondenza del Lago di Ortiglieto, raggiunse una portata di deflusso pari a circa 2300 m³/s. Durante le prime ore della mattina del 13 agosto 1935 gli scarichi della Diga Principale rimasero chiusi, ma ben presto il guardiano della Diga si accorse che il livello dell'acqua stava innalzandosi vertiginosamente. Furono allora attivati i sifoni che subito scaricarono a massimo regime assieme allo scaricatore di superficie. La portata massima scaricabile dall'impianto era pari a 855 m³/s. Alle ore 10:30 la valvola a campana si bloccò a causa del troppo fango e detriti che andavano via via accumulandosi sul fondo del lago. Anche lo scaricatore di fondo ebbe analogo problema.

"...Da questo momento gli avvenimenti precipitano...; alle 10 ... il livello del lago aveva già raggiunto quota 318,08... Alle 10:50 il lago raggiungeva la quota di massima ritenuta normale metri 322... Dalle 10:45 alle 12:30 l'uragano si calmava un poco... alle 12:30 - il livello del lago raggiungeva la

nato frontalmente a Sella Zerbino, la centrale elettrica (evacuata in tempo), la Diga di Compensazione, numerosi ponti stradali e ferroviari e naturalmente intere borgate poste nelle vicinanze dell'asta fluviale (Fig. 5). L'ondata raggiunse la cittadina di Ovada in circa 20 minuti.



Figura 5 - La completa distruzione della centrale elettrica mentre la condotta forzata si sta svuotando.

quota della sommità della diga di Sella Zerbino (324,50 m) e cominciava a stramazzare al di sopra di essa... La pioggia subito dopo le 12:30 riprendeva a cadere con violenza spaventosa... Il livello del lago si sopraelevava ancora e raggiungeva alle ore 13:15 la quota di 326,67..." (dalla deposizione processuale di Abele De Guz, guardiano della diga). Ormai le due dighe erano sovrastate da una lama d'acqua di quasi 3 m.

Alle ore 13:15 si interruppero le comunicazioni telefoniche tra la Diga Principale e la centrale elettrica. La Diga Secondaria e gran parte della Sella Zerbino crollarono sotto la spinta di una massa d'acqua e fango stimata tra i 20 e 25 milioni di metri cubi.

L'ondata che si generò percorse tutta la vallata travolgendo ogni cosa che trovava sul suo percorso: un vicino ostello posizio-

Già dalle prime ore del mattino molte persone del popoloso quartiere "Borgo di Ovada" evacuarono le loro abitazioni allarmate dall'improvvisa piena del torrente. La maggior parte degli abitanti però non fuggì: il Borgo era infatti preparato ai capricci del torrente in quanto era ancora vivo il ricordo dell'alluvione del 1915 (Bonaria *et al.*, 2005). Gli Ovadesi che al riparo sulla sponda opposta e più elevata rispetto al Borgo videro l'immane ondata travolgere tutto narrano ancor oggi con sgomento i più tragici istanti della loro storia: "... le case si aprivano come libri..." (Fig. 6). Le vittime del Borgo di Ovada furono circa 60.

L'ondata terminò la sua corsa molti chilometri più a valle, alla confluenza con il Fiume Bormida, causando ovunque morte e distruzione. Complessivamente le vittime furono stimate tra le 110 e le 115 unità.



Figura 6 – La contrada Borgo di Ovada completamente distrutta

LE CAUSE DEL DISASTRO

Il crollo della Diga Secondaria di Sella Zerbino è un chiaro esempio delle gravi conseguenze che comporta il trascurare in fase progettuale i fattori geologici e, più in generale, ambientali di un determinato sito. Ciò sarebbe risultato maggiormente chiaro circa trent'anni dopo, nel 1963, con l'immane catastrofe del Vajont.

CAUSA GEOLOGICO-STRUTTURALE

È opinione comune che la causa unica del disastro di Molare sia imputabile al non corretto dimensionamento degli scarichi della Diga Principale di Bric Zerbino, rispetto ad un evento meteorico anomalo. In realtà il nubifragio che flagellò l'Alta Valle Orba fu solo il fattore scatenante della catastrofe che portò non solo al crollo della Diga Secondaria ma anche al collasso di Sella Zerbino sulla quale era fondata ed il conseguente taglio di meandro lungo il quale era posizionata la Diga Principale. È opportuno ricordare che a seguito di un successivo violento temporale (25 agosto 1935), l'erosione del Torrente Orba determinò un ulteriore approfondimento dell'incisione ove prima sorgeva Sella Zerbino, pari ad altri 20 m. Dal 13 agosto 1935, nei successivi settant'anni, l'erosione fluviale ha determinato un abbassamento complessivo dell'alveo pari a circa 40-45 m.

La storia progettuale dell'invaso di Ortiglieto durò circa trent'anni. In questo lungo periodo l'unico elaborato di carattere geologico a supporto della progettazione fu rappresentato dalla relazione del prof. Salmoiraghi (1899) del Politecnico di Milano. La relazione consisteva in non più di cinque pagine, che descrivevano in maniera generale le peculiarità della Valle Orba, e non era supportata da alcuna indagine di dettaglio. In altre parole non furono eseguiti sondaggi e neanche campionamenti di superficie né tanto meno analisi strutturali sugli ammassi rocciosi. I contenuti della relazione furono probabilmente dedotti da sopralluoghi e da esperienze precedentemente acquisite in altri progetti ed in aree assolutamente non assimilabili alla località Ortiglieto. Il geologo evidenziò tuttavia che l'esistenza delle selle poteva essere riconducibile alla presenza di rocce maggiormente erodibili sostenendo che *"Tutte le rocce attraversate in questa regione delle anse sono compatte; nessuna di facile erodibilità appare in contatto del torrente, bensì se ne trovano degli affioramenti in alcuni affluenti laterali e nelle selle..."*. La conclusione di Salmoiraghi fu comunque lapidaria: *"Oso dire, che in qualsiasi punto di questa regione può con sicurezza impiantarsi uno sbarramento... Anche rispetto alla impermeabilità intrinseca della roccia non possono nascere dubbi..."*. Questo elaborato fu ripetutamente trascritto e

mai modificato durante le importanti varianti effettuate al progetto iniziale.

Nel frattempo, il 1° dicembre 1923, la Valle Scalve nelle Alpi Orobie (prov. di Brescia) venne sconvolta dall'immane sciagura del crollo della diga del Gleno che causò la morte di circa 400 persone. Le successive indagini delle autorità accerteranno numerosi difetti di progettazione e di costruzione dello sbarramento. Quando nel 1924 la cosiddetta "Commissione di controllo del Gleno" (istituita con decreto ministeriale e costituita dagli ingg. L. Cozza, G. Fantoli, C. Guidi e L. Dompé) visitò il cantiere di Località Ortiglieto, vennero messe in evidenza alcune perdite di acqua al di sotto della Diga Secondaria di Sella Zerbino. Il terreno su cui era stato posto lo sbarramento presentava infatti zone di permeabilità elevata, che ben presto, con il riempirsi del lago, determinarono infiltrazioni alle quali i tecnici delle O.E.G., sollecitati dalla commissione di controllo, fecero fronte (senza risultati) con iniezioni di calcestruzzo.

Nonostante nel 1925 le O.E.G. dichiarasse nella rivista "L'Energia Elettrica" che la Diga Secondaria fosse *"... un manufatto di mole assai minore di quella del Bric Zerbino, ma non di minor importanza per quanto riguarda l'esigenza della sua stabilità, data la sua ubicazione sopra una cresta, sia pure costituita da solida roccia raggiunta in tutte le parti della fondazione"*, era già noto che i terreni di fondazione non fossero ottimali. Prova ne fu, come già detto, la realizzazione della galleria di carico, la quale incontrò appunto materiali poco compatti ed assai fratturati. Un'ulteriore evidenza è rappresentata dalla tipologia d'opera realizzata sulla Sella Zerbino. In uno dei primi progetti dell'ing. Zunini, fu prevista in tal loco una diga a sfioro ("a scivolo"). Durante l'esecuzione delle opere fu chiaro però che tale progetto era irrealizzabile sia per l'incremento dell'altezza d'invaso apportata dall'ing. Gianfranceschi, sia per l'elevata erodibilità delle rocce che avrebbe costituito un grave problema durante il deflusso delle acque lungo la sella (Bonaria *et al.*, 2005).

La presenza di livelli milonitici, orientati per lo più con direzione N-S parallela al deflusso del torrente e con inclinazioni tra i 55-60°, determinò in fase di realizzazione numerosi problemi che aumentarono ad invasivo avvenuto e divennero pregiudizievoli durante un evento pluviometrico critico. I livelli milonitici, intensamente foliati e saponosi, rappresentano infatti la zona di debolezza dell'ammasso roccioso costituente Sella Zerbino.

Nonostante le sue modeste dimensioni, fu quindi la Diga Secondaria a collassare, essendo stata costruita su rocce poco compatte e intensamente fratturate. La Diga Principale invece era stata fondata su rocce serpentinitiche relativamente più compatte, che tutta-

via necessitarono in fase di realizzazione di iniezioni cementizie in corrispondenza della spalla sinistra.

CAUSA IDROLOGICA ED IDRAULICA

Le più accreditate stime valutarono la portata della piena del Torrente Orba all'altezza della Diga Principale tra 2000-2300 m³/s. Gli apparati di scarico della Diga erano in grado di far defluire a pieno regime una portata massima di 855 m³/s. È comunque presumibile che, a causa della disfunzione di alcuni apparati (valvola a campana e scarico di fondo), le portate effettivamente defluite dalla Diga non fossero superiori a 600-650 m³/s, pari cioè a meno di un terzo di quella dell'Orba. Non stupisce quindi il rapido innalzamento del livello idrico del lago sino all'inevitabile superamento del coronamento della due dighe.

L'insufficienza della portata scaricabile fu una questione ampiamente dibattuta in sede processuale. I consulenti delle O.E.G., tra i quali spiccava il prof. Giulio De Marchi (ordinario di idraulica al Politecnico di Milano e anche noto per la "commissione De Marchi" istituita dopo l'alluvionale di Firenze del 1966), si premurarono di evidenziare l'importanza dell'evento pluviometrico e la correttezza ai sensi di legge del dimensionamento degli scarichi (De Marchi, 1937; Lelli, 1937). È opportuno sottolineare che ai tempi della realizzazione dell'invaso la legislazione in materia di dighe era assai lacunosa. Solo nel 1921 con il D.M. n. 1309 "Norme generali per i progetti di dighe di sbarramento per serbatoi e laghi artificiali" ma soprattutto con il R.D. n. 2540/1925 "Regolamento Dighe" veniva normata compiutamente la progettazione degli invasi idrici.

Per quanto riguarda il presunto malfunzionamento di alcuni apparati di scarico occorre evidenziare che la famigerata *"valvola a campana dello scarico semi-profondo"* delle Officine Verrina di Voltri fu adottata in diverse dighe di proprietà delle O.E.G. ed in molti casi problemi tecnici la resero inutilizzabile. Inoltre lo scarico di fondo, secondo alcune testimonianze, produceva inquietanti vibrazioni sulla struttura della Diga Principale. Alcuni attribuirono il fatto all'aumento di 14 m del paramento della diga rispetto al progetto iniziale, pur mantenendo invariati tutti i restanti parametri geometrici. L'ing. Cannonero (1935) ipotizzò inoltre un parziale funzionamento dei sifoni tipo Heyn sostenendo che: *"... quanto ai sifoni autolivellatori è molto dubbio che essi abbiano ubbidito prontamente alla manovra automatica per l'innescio"*.

CAUSA PROGETTUALE

Da quanto sopra riportato si evince che uno dei fattori di importanza primaria che ha

contribuito al tragico crollo è rappresentato dalla variante progettuale apportata dall'ing. Gianfranceschi, rispetto al progetto dell'ing. Zunini, che ottenne nel 1912 la concessione.

A tale proposito occorre amaramente sottolineare che le varianti hanno giocato un ruolo molto importante in tutti i grandi disastri idraulici italiani: la diga del Gleno fu inizialmente progettata e realizzata a gravità, salvo optare in corso d'opera, per ragioni meramente economiche, per una struttura ad archi multipli (Pedersoli, 1973); la diga del Vajont subì in fase progettuale vari incrementi dell'altezza dello sbarramento (da iniziali 200 m si passò a 264,5 m) che influirono pesantemente nella stabilità della sponda sinistra del lago (Semenza, 2001); in Val di Stava si trascurò completamente la natura acquitrinosa dei terreni sui quali vennero costruite le discariche della miniera (Rossi, 1973) e l'argine del rilevato del primo invaso fu innalzato ben oltre i 9 m previsti dall'autorizzazione del Genio Civile (Giordani *et al.*, 2003).

Allo stesso modo, anche la Diga Principale di Bric Zerbino fu incrementata in altezza di oltre un terzo rispetto all'altezza iniziale (da 34 m si passò a 47 m). A ciò non fece seguito un incremento degli apparati di scarico, ed esso fu proprio uno dei fattori scatenanti le problematiche di alcuni organi di smaltimento delle acque. Ancor più importante, l'incremento dell'altezza della diga mise in gioco la criticità geologico-strutturale insita nella Sella Zerbino. La realizzazione della Diga Secondaria come opera di semplice ritenuta, al posto di uno sfioratore che avrebbe garantito una maggiore potenzialità di scarico, fu la diretta conseguenza della sciagurata variante progettuale.

LA VICENDA PROCESSUALE

Nei mesi successivi all'evento ebbero luogo nel sito di Ortiglieto numerosi sopralluoghi atti ad accertare le effettive cause della tragedia. Essi costituirono la prima fase di un procedimento penale a carico di dodici imputati tra progettisti e dirigenti delle O.E.G., vale a dire gli ingegneri Gianfranceschi (deceduto nel 1932), Zunini, Negri, Gonzales, Perrone, Balsamo, Cascone, Pellerano, Prinetti e Bassi. Oltre ad essi vennero imputati i tecnici Volonnino e Grillo della Centrale dei Frati in Ovada ai quali si faceva carico di avere omesso le segnalazioni di pericolo dell'imminente disastro.

Dopo tre anni dall'accaduto, il 4 luglio 1938, la Procura Generale del Re di Torino pronunciò la sentenza di assoluzione per gli imputati "per non avere commesso i fatti loro addebitati" (Gazzetta del Popolo, 1938). Il disastro di Molare non aveva quindi alcun responsabile. Purtroppo il pur cospicuo materiale processua-

le attualmente a disposizione non comprende il testo della sentenza. Questo, secondo il personale dell'Archivio di Stato di Alessandria, sarebbe andato perso durante il grave evento alluvionale del 1994. Il materiale reperito negli archivi storici di Torino ed Alessandria consente tuttavia una ricostruzione dettagliata delle vicende processuali. Queste furono connotate da una serie interminabile di speculazioni e sottili cavilli giuridici che ebbero ben pochi fondamenti tecnici. Il merito delle assoluzioni fu in parte imputabile alle competenze tecnico-legali dei consulenti della difesa guidati dal prof. De Marchi ma anche, e soprattutto, all'inadeguatezza del Pubblico Ministero e forse ancor più a pressioni politiche a favore di una grande azienda come le O.E.G.

Prevalse infatti la tesi della difesa che riuscì a dimostrare che il disastro si era verificato soltanto a causa dell'eccezionalità delle piogge (Lelli, 1937; Mangiagalli, 1937). Vennero considerati ininfluenti il malfunzionamento degli scarichi della Diga Principale ed il fatto che la Diga Secondaria fosse crollata a causa di fondazioni impostate su rocce scadenti. In quest'ultimo caso i periti della difesa, addirittura asserirono che "... se anche la diga fosse stata impostata sopra una fondazione di compatissimo granito, ugualmente sarebbe stata rovesciata!" (Audoly, 1939). Un'altra delle tante sconcertanti affermazioni difensive: "Il serbatoio di Ortiglieto, non era creato per arginare le piene del Torrente Orba, ma per regolare ed utilizzare nel modo più conveniente i suoi deflussi naturali estremamente variabili" (l'opera dunque era fine a sé stessa!), lascia alquanto attoniti.

LA DIGA DI MOLARE DOPO IL DISASTRO

Se nel 1938 le O.E.G. furono assolte da qualsiasi responsabilità, nel 1940 le stesse avevano già provveduto alla realizzazione di una nuova opera di sbarramento realizzata a 450 m a monte della Diga Principale. Trattasi di una traversa a sfioro avente altezza pari a 10 m e con quota di coronamento pari a 299,15 m s.l.m. La sua realizzazione si rese necessaria da parte delle O.E.G. al fine di "salvare il salvabile" ovvero di utilizzare la lunga galleria di carico che portava l'acqua, ormai non più in pressione, al pozzo piezometrico. Venne quindi realizzato un piccolo invaso di circa un milione di metri cubi alimentante le turbine di una nuova centrale elettrica costruita sui resti di quella distrutta. Naturalmente la potenza erogata era assai più bassa, pari a 24.166.000 kWh, e fu ulteriormente diminuita con il passare degli anni a meno di 10.000.000 kWh (Ferrando, 2006) a causa del progressivo interrimento dell'invaso.

Il Torrente Orba era ed è a tutt'oggi sbarrato dalla traversa, nota a tutti con il nome Diga di Ortiglieto. A valle di quest'ultima il

corso fluviale attraversa Bric Zerbino in corrispondenza dell'ex-Sella Zerbino, mentre la Diga Principale, ormai nota alla gente del posto semplicemente come "la Diga di Molare", si trova lungo il ramo abbandonato. Il Rio delle Brigne, che al tempo confluiva dalla destra orografica nel Torrente Orba all'altezza della Diga Principale, ora percorre in senso opposto parte del meandro abortito immettendosi nel torrente poco a monte dell'ex-Sella Zerbino.

Nel corso dei decenni questa area è stata interessata da un'intensa colonizzazione di numerose specie vegetali tipiche dell'ambiente umido-palustre. La sua posizione isolata rispetto alla viabilità e ai centri abitati di rilievo ha consentito inoltre lo sviluppo di numerose specie faunistiche.

Sul finire degli anni '70 del secolo scorso, dopo alcuni decenni di totale silenzio, la Diga di Molare ritornò di attualità. Gli impianti esistenti erano ormai proprietà dell'Enel, subentrata alle O.E.G. nel 1962 a seguito della nazionalizzazione dell'energia elettrica. La Regione Piemonte avviò degli studi di fattibilità sul ripristino dell'originario invaso affidati ai professori Franco Siccardi (poi membro della Commissione Grandi Rischi) e Floriano Calvino, rispettivamente degli Istituti di Idraulica e Geologia dell'Università di Genova (Calvino & Siccardi, 1980).

Lo studio consentì, con un ritardo di circa 80 anni, l'esecuzione di una serie di indagini comprendenti sondaggi a carotaggio continuo, rilievi geologici macro e micro-strutturali, indagini geofisiche e stime idrologiche. Le conclusioni a cui arrivò l'avanprogetto prevedevano il ripristino totale del vecchio invaso tramite la realizzazione di una nuova Diga Secondaria di Sella Zerbino realizzata in *rockfill* di serpentinite a struttura zonata, alta 55 m, lunga al coronamento (quota 322,30 m s.l.m.) circa 150 m, per un volume di circa 350.000 m³. La Diga Principale sarebbe stata munita di un grande scarico di superficie (80 m di ampiezza), di nuovi scarichi di alleggerimento e di fondo, mentre lo sfioratore laterale presente in spalla destra sarebbe stato semplicemente riattivato.

La relazione idraulica del prof. Siccardi, tenendo conto del regime pluviometrico dell'area nell'ultimo secolo, assegnò una portata degli organi di scarico non inferiore a 2500-2800 m³/s ed assunta cautelativamente pari a 3000 m³/s, quasi il quadruplo di quella del progetto originario.

L'utilizzo delle acque sarebbe stato plurimo e non esclusivamente idroelettrico; segno che, a distanza di un secolo, l'appetibilità della risorsa idrica era lungi dall'essere esaurita. Il progetto si arenò immediatamente a causa delle ingentissime risorse economiche che un intervento del genere avrebbe richiesto. Periodicamente, comunque, amministratori locali



Figura 7 – Fotogramma aereo dell'area di Bric Zerbino (Regione Piemonte, 2000). Risultano visibili: 1) Diga Principale di Bric Zerbino; 2) Taglio in roccia del meandro presso la ex Sella Zerbino; 3) Traversa di Ortiglieto attualmente in uso. La freccia indica la posizione planimetrica della galleria di carico.

e politici accennarono alla stampa locale la possibilità di un completo ripristino dell'invaso; nonostante ciò la situazione si mantenne in stallo per molto tempo. Anche il ricordo del disastro si affievolì con il passare degli anni sino ad essere pressoché dimenticato. Solo nel 2005, in occasione del 70° anniversario del disastro, la Diga di Molare riscosse (grazie a pubblicazioni locali, al sito internet www.molare.net e a diverse manifestazioni commemorative) un insperato interesse. Nello stesso anno veniva pubblicata nella Gazzetta Ufficiale l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 1° giugno 2005, n. 3437 riguardante gli "Interventi urgenti di protezione civile per la messa in sicurezza delle grandi dighe delle regioni Liguria, Marche e Lazio" nella quale veniva fatto esplicito riferimento alla Diga di Molare che nel frattempo era passata dall'Enel alla Tirreno Power S.p.A. a seguito della privatizzazione dell'energia elettrica del 1999. Gli interventi di messa in sicurezza che sarebbero dovuti partire nel 2009 pongono, salvo grandi colpi di scena, la parola fine alla possibilità di un riutilizzo della struttura esistente non più compresa nel Registro delle Dighe Italiane. Nella seconda metà del 2009 sono state inoltre

avviate le procedure per la demanializzazione della Diga di Molare.

Questo fatto potrebbe risultare di grande importanza al fine di consentire la realizzazione di sentieri guidati o percorsi storico-naturalistici di fondamentale importanza al fine di mantenere, ed anzi ravvivare, il ricordo di uno dei tre più grandi disastri idraulici della storia italiana (Fig. 7).

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il dott. Graziano Lucchi, Presidente della Fondazione Stava 1985 (www.stava1985.it), per i suggerimenti e la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

AUDOLY I. (1939). *Considerazioni sulle cause che hanno provocato il crollo della diga di Sella Zerbino dell'impianto idroelettrico di Molare in Valle Orba*. Genova.
 BONARIA V., ESPOSITO FERRANDO C., LAGUZZI A. (2005). *13 agosto 1935, il giorno della diga*. Memorie dell'Accademia Urbense n. 65, Ovada.
 CALVINO F., SICCARDI F. (1980). *Avanprogetto di fattibilità per la trasformazione dell'im-*

pianto idroelettrico di Molare (Regione Piemonte). Relazione tecnica, Genova.

- CANNONERO A. (1935). *Il Crollo della diga secondaria del serbatoio di Ortiglieto (Molare)*. Atab. Lit. Pellas, Ovada.
 CAPPONI G. et al. (1988). *Introduzione all'evoluzione metamorfico-strutturale del Gruppo di Voltri. Guida all'escursione sul Gruppo di Voltri*. Gruppo Strutturale Italiano, C.N.R., Genova.
 CHIESA S. et al. (1975). *Assetto strutturale ed interpretazione geodinamica del Gruppo di Voltri*. Boll. Soc. Geol. Ital., 94 (3): 555-582, Roma.
 DE MARCHI G. (1937). *Relazione tecnica nel processo penale sulla rottura della Diga di Sella Zerbino (Molare 13 agosto 1935)*. Milano.
 FERRANDO D. (2006). *Laghi della Liguria e "dintorni"*. Ed. Grafiche Amadeo, Imperia.
 GAZZETTA DEL POPOLO (5 luglio 1938). *L'assoluzione dei presunti responsabili dell'inondazione in Valle Orba*. Torino.
 GIORDANI I., LUCCHI G., SALGHETTI DRIOLI G. & TOSATTI G. (2003). *Stava 1985 – una documentazione*. Centro di Documentazione della Fondazione Stava 1985, 96 pp., Curcu & Genovese, Trento.
 ISSEL A. (1892). *Liguria geologica e preistorica*. Edizioni Donath, Genova.
 LELLI M. (1937). *Relazione tecnica nel processo penale per la rotta della Diga di Sella Zerbino (Molare 13 agosto 1935)*. Genova.
 MANGIAGALLI L. (1937). *Sulle cause del crollo della diga di Molare*. Relazione tecnica di parte nel processo penale, Milano.
 OFFICINE ELETTRICHE GENOVESI (1925). *L'Energia Elettrica*. Fasc. XII, Vol. II, Milano.
 PEDERSOLI G.S. (1973). *Il disastro del Gleno*. Grafica Gutenberg, Bergamo.
 ROSSI G. (1973). *I bacini di decantazione dei rifiuti degli impianti di trattamento dei minerali. Aspetti ecologici e tecno-economici del problema*. Industria Mineraria, nn. 10-11, Serie II, Roma.
 SALMOIRAGHI A. (1899). *Relazione sulle condizioni geologiche della Diga Zerbino in Valle d'Orba*. Milano.
 SEMENZA E. (2001). *La storia del Vajont*. Ed. Tecomproject, 280 pp., Padova.
 TROPEANO D. (1989). *Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida, studio retrospettivo*. Ass. Mineraria Subalpina, Quaderni di studi e documentazione, n. 10, Torino.
 VIGO E. (1998). *Tettonica a "thrust" nel settore nord-occidentale del Massiccio di Voltri: analisi strutturale nell'alta Valle del Rio Meri*. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Genova.
 VISENTINI M. (1936) *Écroulement d'un barrage sur l'Orba, en Italie, le 13 Août 1935*. Revue de Géographie Alpine, Vol. XXIV Fasc. II, Grenoble.
 ZUNINI L. (1899). *Progetto di derivazione d'acqua dalla Valle d'Orba per creazione di forza motrice*. Relazione progettuale, Milano.