

LE DIGHE

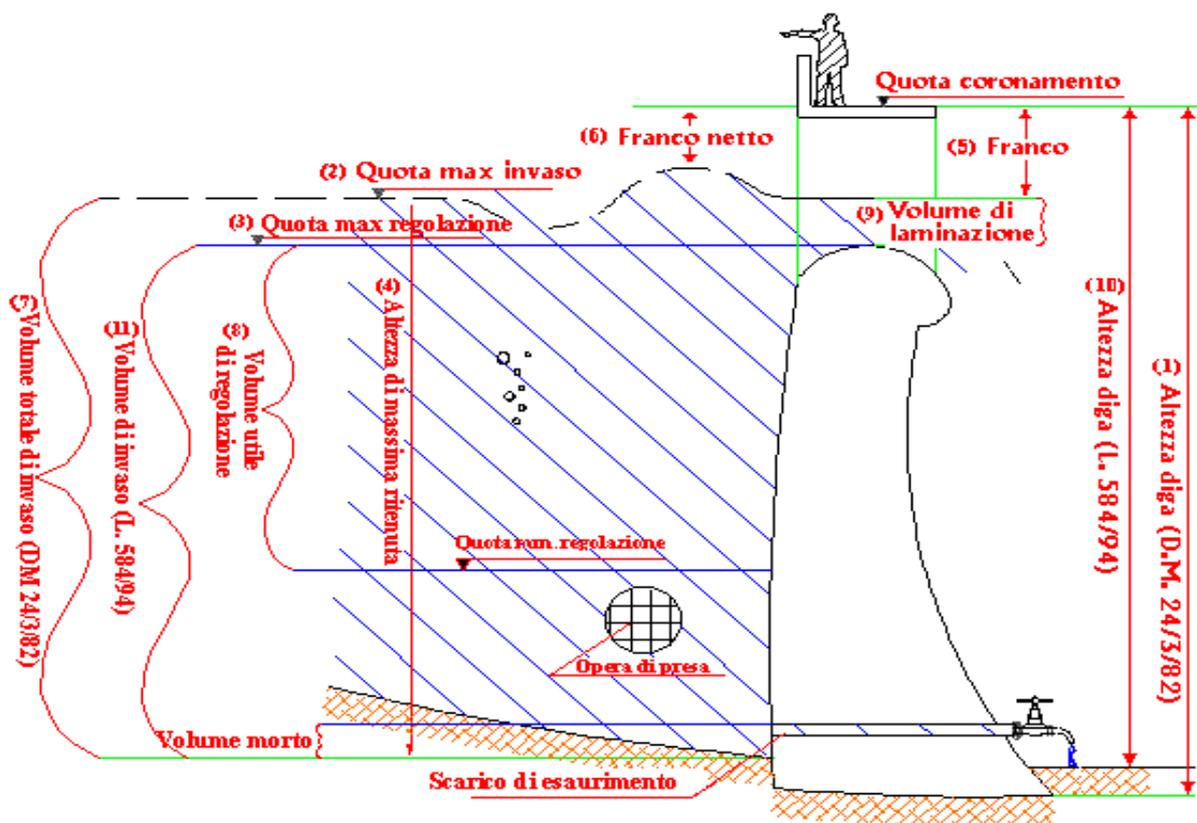
Pro parte da Scesi L., Papini M., Gattinoni P.: Geologia applicata [volume 2] Applicazione ai progetti di ingegneria civile

Opere di sbarramento di valli e fiumi costruite per creare una riserva d'acqua

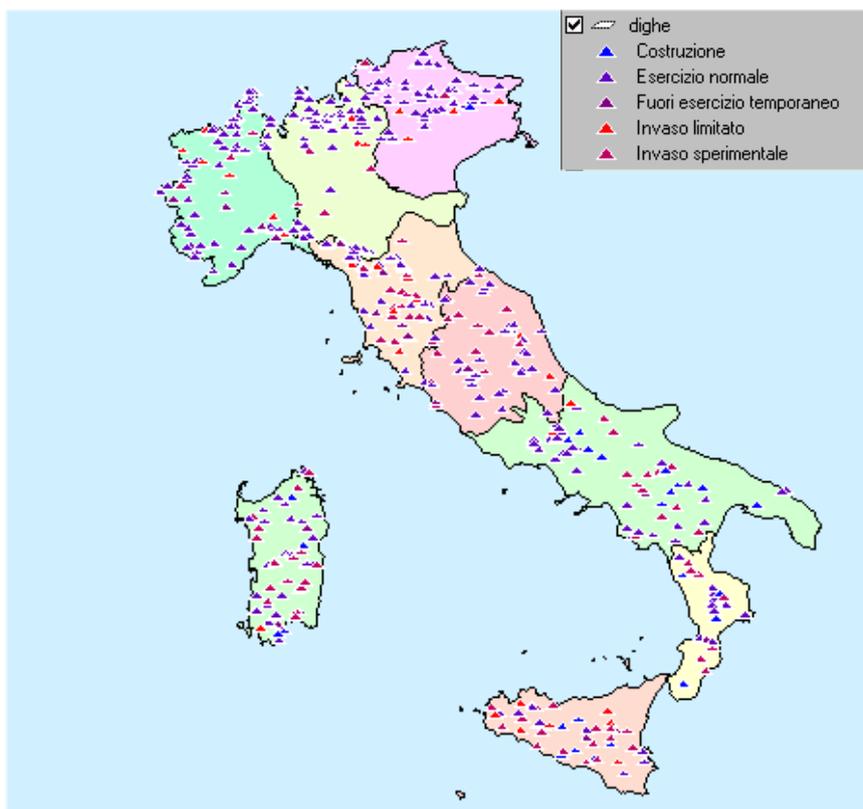
Scopi: per produrre energia, irrigare, regolare le portate fluviali, trattenere il materiale solido trasportato dal corso d'acqua, etc.).

Traversa fluviale: se l'opera di sbarramento non comporta un dislivello notevole tra monte e valle (altezza inferiore a 10 m).

| <h3>Tipologia dighe</h3> | | |
|--|--|--|
| Dighe murarie | a gravità <small>si oppongono alla spinta dell'acqua con il proprio peso</small> | ordinarie (massicce); a speroni, a vani interni; |
| | a volta | ad arco <small>la pressione idrostatica, per l'effetto arco, viene scaricata sulle spalle della stretta da sbarrare</small> |
| | | ad arco-gravità |
| | | a cupola |
| | a volte o solette, sostenute da contrafforti. | |
| | Dighe di materiali sciolti | in terra <small>adatte a terreni sciolti coesivi e non coesivi</small> |
| in pietrame (scogliere) <small>indicate per terreni rocciosi eterogenei fratturati e/o alterati</small> | | |
| di terra e/o pietrame, zonate, con nucleo di terra per la tenuta | | |
| di terra permeabile o pietrame, con manto o diaframma di tenuta di materiali artificiali | | |
| Sbarramenti di tipo vario | | |
| Traverse fluviali | | |



Il Registro Italiano Dighe (D.Lgs 31/3/98 n.112 art. 91 - [sede centrale](#) + 9 [Uffici Periferici](#)) è competente per le dighe che superano i 15 metri di altezza o che determinano un volume di invaso superiore al 1.000.000 di metri cubi. Per la pianificazione e gestione delle attività di competenza il Servizio ha provveduto a



preparare una banca dati che viene aggiornata con continuità e che comprende le informazioni relative alle 540 grandi dighe italiane, di competenza statale (dato aggiornato a ottobre 2006).

<http://www.registroitalianodighe.it/>

Aspetti morfologico-economici:

gole rocciose molto strette precedute da ampie vallate capaci di contenere bacini idrici tali da rendere l'opera economicamente conveniente.

Problemi geologico-tecnici:

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Impermeabilità invaso | <p>Le acque che si raccolgono a monte dello sbarramento non devono poter sfuggire lateralmente o dal fondo in quantità tali da rendere l'opera poco conveniente, dal punto di vista economico, o addirittura inutile.</p> <p>Classificazione delle perdite:</p> <ul style="list-style-type: none">- limitate: trascurabili rispetto al volume del lago e al suo regime;- medie: sottraggono cospicue quantità d'acqua al serbatoio senza impedire che questo si colmi;- elevate: perdite che impediscono il riempimento del serbatoio sino al livello previsto con gravi conseguenze economiche <p>Causa delle perdite: permeabilità (per porosità o per fratturazione) dei materiali che costituiscono il sottofondo della zona che ospiterà il serbatoio artificiale; disposizione dei piani di stratificazione, scistosità, fratturazione che possono costituire vie preferenziali per il deflusso delle acque anche verso valli attigue; presenza di condotti carsici; andamento della superficie piezometrica, che deve avere spartiacque sotterranei sono posti sempre a quote superiori rispetto a quelle di massimo invaso; presenza di paleovalvei, caratterizzati da elevate permeabilità, a fianco degli alvei attuali, rimasti sepolti sotto depositi recenti; etc.</p> |
| <ul style="list-style-type: none">• Stabilità sponde e fianchi dell'invaso | <p>Quando viene realizzato uno sbarramento, si deve porre particolare attenzione alle conseguenze che la creazione del lago artificiale può comportare sulla stabilità dei terreni costituenti le sponde e i fianchi della valle sovrastante l'invaso, nonché l'influenza che la costruzione della diga ha sui pendii di imposta delle spalle.</p> <p>Nella zona di fluttuazione del lago, soggetta a periodiche inondazioni o all'azione degli agenti atmosferici, l'acqua può influire negativamente sull'equilibrio del pendio in diversi modi:</p> <p><u>in fase di invaso:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• aumenta il peso specifico apparente dei terreni;• elimina le tensioni superficiali da cui spesso dipende la coesione apparente propria di materiali sciolti a grana fine;• può provocare fenomeni di dissoluzione. <p><u>in fase di svuotamento:</u></p> <p>in presenza di terreni poco permeabili e se l'abbassamento del lago avviene abbastanza velocemente, si possono creare delle sovrappressioni che diminuiscono gli sforzi efficaci e quindi la resistenza al taglio del terreno.</p> <p>Nella zona soprastante il livello di massimo invaso, i pendii incombenti sulla diga sono soggetti alla sola azione degli agenti meteorici e in essi vanno evidenziate:</p> <ul style="list-style-type: none">• potenziali frane• paleofrane che potrebbero riattivarsi;• cadute di massi di dimensioni notevoli;• aree valanghive |
| <ul style="list-style-type: none">• Interrimento invaso | <p>Tempo di interrimento: perdita di capacità dell'invaso a causa dell'immissione nel bacino di materiale trasportato dal corso d'acqua principale e dai suoi affluenti, in un dato periodo di tempo. La vita media di un bacino artificiale dipende essenzialmente dal suo interrimento e quindi del trasporto solido, la cui entità dipende da vari fattori.</p> <p><u>Fattori naturali:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• natura litologica delle rocce che affiorano nell'area sottesa dal bacino;• grado di alterazione delle rocce stesse;• regime idrologico del corso d'acqua interessato dall'opera di sbarramento e dei suoi affluenti;• climatologia, e in particolare regime delle precipitazioni e delle temperature;• tipo di vegetazione: la copertura erbosa trattiene il terreno mentre il bosco rallenta la caduta dell'acqua;• morfologia dei versanti. <p><u>Fattori artificiali:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• disboscamento;• scompensi causati dal manufatto e dalle opere ausiliarie, quali la costruzione di strade, cave di prestito ecc.;• alterazione dell'equilibrio del versante per cicli di invaso e svaso. |

| | |
|---|--|
| <p>• Stabilità e Tenuta idraulica della sezione di imposta</p> | <p>Omogeneità del terreno di fondazione: disomogeneità litologiche o nelle proprietà tecniche e condizioni tettoniche, come la presenza di faglie, di strutture plicative, di sovrascorrimenti ecc., possono determinare deformazioni differenziali nella struttura .</p> <p>Disposizione dei piani di stratificazione, scistosità o fratturazione degli ammassi rocciosi:</p> <p><u>condizioni strutturali favorevoli:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ammassi rocciosi massicci, senza fratturazioni o discontinuità; • piani di discontinuità inclinati verso monte, a reggipoggio; • strati verticali o subverticali perpendicolari all'asse vallivo (privi di litoclasti inclinate verso valle); <p><u>condizioni strutturali sfavorevoli:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • piani di stratificazione o di fratturazione immergenti verso il fondovalle (strati a franapoggio meno inclinati del pendio); <p><u>condizioni strutturali intermedie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • piani di stratificazione o di fratturazione paralleli all'asse della valle; • piani di stratificazione o di fratturazione orizzontali (la pressione esercitata dall'acqua contro la diga tende a farne scorrere la base verso valle). Fenomeni di sottopressione, legati alla spinta idrostatica esercitata sulla base della diga sia dalle acque salienti sia dalle acque circolanti in essi particolarmente aggressive. <p>Generalmente in corrispondenza della soglia si possono presentare tre diverse condizioni geologiche:</p> <p><u>Alveo e sponde di roccia in posto:</u> L'impermeabilità dipende dalla natura, dalla struttura e dalla fratturazione della roccia, nonché dall'andamento dei piani di scistosità o dei giunti di stratificazione. Condizioni molto precarie sono offerte dai calcari, dalle dolomie e dai gessi. Questi ultimi, oltre a essere solubili, hanno bassa resistenza alla compressione e rendono le acque circolanti in essi particolarmente aggressive.</p> <p><u>Alveo alluvionale e sponde di roccia in posto:</u> Per quanto riguarda le sponde, il problema è analogo a quello visto in precedenza, mentre per l'alveo si devono considerare due casi: 1. alluvioni poco potenti: le fondazioni raggiungono direttamente la roccia in posto; 2. alluvioni molto potenti: le fondazioni non possono raggiungere la roccia in posto, per cui si dovranno valutare attentamente le perdite conseguenti.</p> <p><u>Alveo alluvionale e sponde di roccia incoerente:</u> Problemi di tenuta del bacino e di fondazioni.</p> |
| <p>• Caratteristiche meccaniche della roccia di fondazione</p> | <p>Dipendono dalla natura litologica del terreno di fondazione: rocce molto fragili, come i gessi, o soggette a fenomeni carsici, come i calcari, le dolomie ecc., possono dar luogo a cedimenti o a crolli localizzati, causando lesioni nello sbarramento.</p> <p>Caratteristiche tecniche delle rocce: coesione, resistenza a compressione, resistenza al taglio, modulo elastico, indice di qualità della roccia, spessore dello strato di alterazione.</p> |
| <p>• Scelta della struttura</p> <p>• <i>Reperimento materiali</i></p> | <p>La realizzazione di una diga necessita l'impiego di grandi quantitativi di materiali naturali da costruzione che, a seconda del tipo di sbarramento, devono possedere ben precise caratteristiche fisiche e meccaniche. Nella maggior parte dei casi si cerca di reperire tale materiale in prossimità dell'opera che deve essere costruita, per non incidere eccessivamente sui costi.</p> <p>Dighe in muratura a secco e a gravità massi e pietrame aventi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • elevato peso specifico apparente; • basso coefficiente di imbibizione; • basso coefficiente di dilatazione termica; • buona resistenza a compressione (40-50 MPa); • bassa gelività; • facile lavorabilità. <p>Dighe in calcestruzzo inerti appartenenti a ben definite classi granulometriche provenienti da rocce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • non alterate chimicamente; • non gelive; • non cataclate; • con bassa percentuale di sostanze argillose. <p>Dighe a scogliera pietrame di non ben definita pezzatura derivante da rocce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • poco alterate chimicamente; • difficilmente disgregabili. <p>Dighe in terra limi, sabbie e ghiaie ma soprattutto argille, particolarmente utili anche per effettuare impermeabilizzazioni varie e per la costruzione di diaframmi.</p> |

Studi e indagini che vengono effettuati per la realizzazione di una diga

STUDIO GEOMORFOLOGICO

- Caratteristiche del bacino imbrifero: definizione del reticolato idrografico e degli spartiacque.
- Tipo ed evoluzione del corso d'acqua: tagli di meandro, catture fluviali, fenomeni di erosione ecc.
- Caratteristiche dei depositi superficiali: natura, granulometria, spessore, permeabilità, grado di stabilità e di alterazione e tipo di copertura vegetale.
- Fenomeni di erosione superficiale.
- Movimenti franosi sia superficiali che profondi, recenti o antichi.

STUDIO IDROLOGICO

- Il regime del corso d'acqua: portate, trasporto solido ecc.
- La climatologia della zona: piovosità, regime termometrico, manto nevoso ecc.

STUDIO GEOLOGICO

- La presenza di livelli impermeabili.
- La giacitura dei piani di scistosità o dei giunti di stratificazione.
- Lo stile strutturale della zona: a pieghe, a faglie, misto ecc.

STUDIO TETTONICO

- I principali lineamenti tettonici sia a scala regionale che alla scala dei singoli affioramenti.
- Le aree cataclamate, milonitizzate ecc.

STUDIO IDROGEOLOGICO

- Ricostruire le linee isopiezometriche e quindi di individuare l'esatto andamento del flusso idrico, l'ubicazione precisa degli spartiacque sotterranei e l'eventuale presenza di paleoalvei.
- Studiare dettagliatamente l'ubicazione ed il regime delle sorgenti.

STUDIO GEOLOGICO-TECNICO

- Sondaggi meccanici: stratigrafia dei terreni, spessore dei sedimenti sciolti, prelievo di carote per effettuare prove di laboratorio e/o per determinare l'RQD delle rocce.
- Geosismica: spessore delle coltri quaternarie, spessore delle zone di alterazione nelle rocce, eventuali superfici di movimento dei versanti.
- Geoelettrica: in corrispondenza dei sedimenti quaternari per riconoscere le diverse granulometrie, o in corrispondenza della soglia per riconoscere i paleoalvei.
- Indagine piezometrica: per la ricostruzione della superficie piezometrica.
- Prove di permeabilità: prove di pompaggio o di assorbimento nelle terre sciolte e prove Lugeon per le rocce.
- Prove per determinare le caratteristiche tecniche delle terre sciolte: granulometrie, peso specifico, porosità, contenuto d'acqua, prove di taglio, prove edometriche, prove penetrometriche, percentuale di materiale solubile.
- Prove per determinare le caratteristiche tecniche delle rocce: qualità delle rocce (Barton, Bieniawski ecc.), modulo elastico (si ricava dalle prove geosismiche), prove di taglio, prove di resistenza a compressione monoassiale.

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Si tratta di valutare la "perturbazione" prodotta dall'opera stessa in sul territorio circostante, in termini di:

- instabilità dei versanti;
- interferenza con l'idrogeologia locale;
- variazioni climatiche;
- sismicità indotta;
- stabilità dei territori antropizzati;
- impatto paesaggistico (invaso, canali derivatori, condotte, centrali ecc.);
- cave e discariche.