

Gabioner i dambygging

Rapport nr 5/2003

Gabioner i dambygging

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfatter: Tor Gjermundsen, Statkraft Grøner

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 50

Forsidefoto: Statkraft Grøner

ISSN: 1501-2832

ISBN: 82-410-0481-8

Sammendrag: Gabioner, dvs steinfylte nettingkister som kan stables som vanlige klosser / blokker, har blitt brukt i mange år til blant annet forbygninger og støttemurer både på land og i vann.

Rapporten tar for seg anvendelsen av gabioner i dambygging.

Berørte temaer er statiske forhold, tetting, flomløp, tappegjennomføringer, utførelse, kostnader, vedlikehold, levetid, beregninger, programvare, miljømessige forhold, leverandører.

Bruk av gabioner ser svært lovende ut kostnadmessig og da særlig der lokale masser finnes og / eller der anlegget krever helikoptertransport.

Emneord: Gabion, steinfylt nettingkiste, dam, forbygning

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

August 2003

Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
1. Innledning	5
2. Hva er en gabion og mulig anvendelse av gabioner.....	5
2.1 Hva er en gabion?.....	5
2.2 Anvendelsesområder	5
2.3 Nærliggende produkter.....	6
3. Gabioner brukt i dambygging.....	6
3.1 Generelt.....	6
3.2 Statiske forhold	6
3.3 Tetting	6
3.4 Flomløp	7
3.5 Tappegjennomføringer	7
3.6 Utførelse	7
3.7 Kostnader	7
3.7 Vedlikehold	7
3.8 Levetid / referanseanlegg	7
3.9 Beregninger. Programvare.....	8
3.10 Miljømessige forhold	8
3.11 Spesielle forhold.....	8
4 Leverandører	8
5 Forslag videre arbeid.....	8
5.1 Pilotprosjekt	8
5.2 Fullskalaforsøk i Korgen	9
6 Referanser	9
7 Konklusjon	9

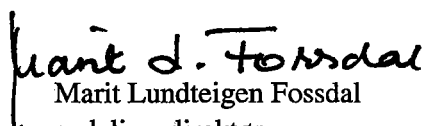
Forord

NVE er de siste par år tilført midler for å støtte FoU-prosjekter med formål å utvikle teknologi og kunnskap for en mer effektiv utnyttelse av små vannkraftressurser. Midlene kan også benyttes til FoU-prosjekter innen opprusting og utvidelse av eksisterende større vannkraftverk eller til øvrige prosjekter for bevaring og videreutvikling av norsk vannkraftkompetanse.

De fleste prosjektene som er støttet er utført av konsulenter eller utdanningsinstitusjon (NTNU) på oppdrag fra NVE.

Denne rapporten er en av mange som er et resultat av disse bevilgningene.

Oslo, august 2003


Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør


Torodd Jensen
seksjonssjef

1. Innledning

Det er påvist et stort potensial for småkraftverk i Norge. Potensialet vil bli mer lønnsomt og bli enda større om utbyggingskostnadene kan reduseres. Inntaksdam og eventuell regulerings-dam er sentrale kostnadselementer i denne sammenheng. Denne rapporten ser på muligheten av å bruke gabioner i dambygging med tanke på å redusere utbyggingskostnadene.

Med gabioner menes i denne sammenhengen steinfylte nettingkister som kan stables som vanlige klosser / blokker og brukes i forskjellige sammenhenger.

Denne rapporten tar for seg muligheten for bruk av gabioner i dammer i Norge og da primært med tanke på småkraftverk. Berørte temaer er statiske forhold ved konstruksjonen, tetting, utførelse, kostnader, levetid, beregninger, miljø og spesielle forhold.

Sentrale elementer i prosjektet har vært litteratursøk, besøk og kontakt med leverandører, studietur til Italia for å se på utførte damkonstruksjoner av gabioner samt beregninger og betraktninger.

Rapporten er laget på oppdrag for - og finansiert av Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.

2. Hva er en gabion og mulig anvendelse av gabioner

2.1 Hva er en gabion?

Som nevnt innledningsvis, er en gabion en steinfylt nettingkiste. Dobbeltvistet sekskantnett av ståltråd av høy kvalitet benyttes. Ståltråden er varmgalvanisert og kan også belegges med et beskyttende plastskikt (ekstra beskyttelse ved anvendelse i aggressivt miljø). Nettingkisten leveres sammenlagt (sparer plass ved transport) og monteres opp til nettingkiste med mellomvegger for hver meter. Normal dimensjon på en kiste er 2 m lengde, 1 m bredde og 0,5 m / 1 m høyde. De kan også enkelt klippes til i ønsket dimensjon. Etter at hver nettingkiste er satt opp på ønsket plass, fylles kisten med stein av passende størrelse (ca 8 - 15 cm). De enkelte steinkistene bindes sammen ved hjelp av f. eks en trykkluftdrevet klammermaskin og rustfrie klemmer / ringer. På denne måten oppnås en homogen konstruksjon.

Bilag 1 viser aktuell datainformasjon om gabioner og beslektete produkter.

Fordelene med gabioner er stikkordsmessig; god styrke, enkel utførelse (krever ikke mye fagkompetanse), kortere byggetid, miljø (lett å etablere vegetasjon), væruavhengighet (vinter ok), vedlikeholdsfrihet, fleksibilitet (er ikke avhengig av frostfri grunn), selvdrenerende og det er normalt lett å skaffe stein til fyllingen av gabionene (lokale masser kan ofte benyttes). Til sammen gir dette ofte de laveste totalkostnadene.

En mulig ulempe kan, i tillegg til en eventuell for dyr løsning med noe usikker levetid, være estetiske forhold. Det nevnes at skader på fisk er observert der gabioner er brukt ved terskler. Dette skyldes sannsynligvis bruk av tvunnet ståltråd med løs, spiss, oppstikkende ende og ikke som i dag, ringer ved sammenbindingen av gabionene.

Gabioner har vært benyttet i over hundre år. I Bologna i Italia er gabioner fra 1894 fortsatt intakte.

2.2 Anvendelsesområder

Gabioner er pr dato i Norge først og fremst benyttet som støttemurer ved veibygging. Anvendelsesområdet er imidlertid mye større. I tillegg til ovennevnte nevnes stikkordsmessig ; kaier og brygger, brukar, erosjonsbeskyttelse (land / elver / bekker på langs og på tvers), buner

(fiskeforbedringstiltak i elver), tunnelpåslag, hager (hengende), flomsikring (permanent og midlertidig), terskler og dammer og flomløp for forskjellige formål.

Det er sistnevnte formål som er tema i denne rapporten. Imidlertid nevnes at en gabiondam uten tetning kan være aktuell å benytte som fiskesperre i forbindelse med bekjempelsen av lakseparasitten gyrodaktulus salaris fordi en gabiondam vil være enkel å bygge og lett og fjerne.

Bilag 2 viser aktuelle illustrasjoner av gabioner brukt i dambygging. Bilag 3 viser fotografier av gabiondammer.

2.3 Nærliggende produkter

I stedet for nettingkister og nettingmadrasser finnes også produkter hvor løsmasser benyttes. Produkter for å få til god vegetasjon finnes også. Detaljer om disse kan fås fra den enkelte leverandør.

3. Gabioner brukt i dambygging

3.1 Generelt

En gabiondam er en tørrmurt gravitasjonsdam som står av sin egen vekt.

3.2 Statistiske forhold

Da en gabiondam er som en tørrmurt gravitasjonsdam, skal den dimensjoneres deretter. Spesielt nevnes at opptrykket i Italia regnes konservativt; dvs trekantformet fra vannside til luftside. På grunn av god drenevne bør imidlertid en gabiondam regnes etter opptrykksreglene for tørrmursdammer i de nye retningslinjene for dammer (i utkastet). Opptrykket kan dermed reduseres noe.

3.3 Tetting

Tettingen kan utføres på forskjellig vis som vist i bilag 4;

- Alt. A. Oppstrøms tetting med geotekstiler, betong eller tre

Flere typer av faste materialer kan benyttes. Geomembran vil være enkel å legge og lett å frakte til stedet. Påstøping av en betongplate oppstrøms krever mer arbeid og transport. Tredekke vil også medføre en del transport- og leggekostnader.

- Alt. B1 og B2. Oppstrøms tetting ved hjelp av løsmasser; f. eks morene

Alternativet gjelder uavhengig av om skråningen på dammen er på opp- eller nedstrømssiden. Forutsetningen vil være at det er relativt kort avstand til massene.

- Alt. C1 og C2. Tetting i dammen

Tetting på denne måten kan utføres både med geomembran og løsmasser.

Flere andre måter eller kombinasjoner vil også være mulig. For alle alternativ må også plastrings- og filterbehov vurderes.

3.4 Flomløp

Flomløpet kan integreres i dammen som en vanlig massivdam. Normalt behøves ingen tildekking over krona, men det anbefales i de fleste tilfeller en påstøp eller plankedekke her. Dette gjelder særlig der isganger kan forekomme og der mye trær og greiner kan komme flytende og utsette overløpet for mekanisk slitasje.

3.5 Tappegjennomføringer

Rørgjennomføringer utføres på vanlig måte med god tetting ved gjennomføringsområdet.

3.5 Utførelse

Etter vanlig rensk og preparering av damfoten monteres nettingkistene og settes i ønsket posisjon (se bilag 5). Deretter fylles ca. en tredjedel av kista med stein og tverrgående ståltråder monteres for å holde fomen på kistene. Deretter fylles nok en tredjedel med stein og ny ståltråd monteres. Etter at den siste tredjedelen er fylt opp, legges kistelokket igjen og festes. Deretter gjentas samme prosedyre for de resterende steinkistene.

3.6 Kostnader

Dammen som er vist i bilag 6, er kostnadsregnet. For sammenligningens skyld er også en gravitasjonsdam i betong og en platedam i betong kostnadsregnet. NVEs kostnadsgrunnlag pr. 2000 er benyttet. Alternativ utførelse med og uten helikoptertransport er også tatt med. Resultatene som er vist i tabell 3.6, må anses som veiledende. Kostnadene er eksklusiv diverse og uforutsett, planlegging og administrasjon, erstatninger og finansiering.

Damtype	Kostnader i mill. NOK	
	Veiadkomst	Veiløst anlegg
Gabiondam med morenetetting	0,22	0,27
Gabiondam med duktetting	0,24	0,29
Gravitasjonsdam i betong	0,34	0,50
Platedam i betong	0,40	0,56

Tab. 3.6. Sammenligning damkostnader for et tenkt eksempel (20 m lang og 4,5 m høy dam).

Ut fra ovennevnte eksempel synes det klart at en gabiondam bør være klart konkurransedyktig med andre damtyper når det gjelder økonomi.

3.7 Vedlikehold

En gabiondam vil normalt være vedlikeholdsfri, men et visst tilsyn med mulig reparasjon er nødvendig (ikke minst med tanke på mulig problemer forårsaket av is, trær med mer).

3.8 Levetid / referanseanlegg

Som nevnt innledningsvis, er gabioner fra 1894 fortsatt inntakte og i bruk. Senere er gabioner benyttet i mange land verden over (også i dammer). Levetiden skulle således ikke være noe problem. Leverandørene opererer med 100 års levetid under normale forhold.

Fra Norge er det mer sparsomt med referanser når det gjelder dammer og terskler. Så vidt vites er det ikke bygd dammer av gabioner, men terskler er bygget. Ved utløpet av Åbjørvatnet ble det av Nord Trøndelag Energiverk (NTE), i forbindelse med Kolsvikutbyggingen, i første halvdel av 80-tallet bygget en terskel av gabioner; mer enn 50 m lang og anslagsvis 1,5 m høy. Det rapporteres at byggingen gikk enkelt og greit, men at terskelen etter relativ kort tid måtte ombygges på grunn av at

nettingen i steinkistene ikke holdt. Dette skyldes trolig en blanding av mekanisk slitasje (is, trær, høy strømhastighet, med mer) og aggressivt vann. Nettingkistene hadde ikke ekstra belegg utover standard galvanisering.

3.9 Beregninger. Programvare

Det finnes forskjellig programvare hos leverandørene / produsentene. F. eks har Maccaferri et program Macra 2 for dammer. Se www.maccaferri.com. Programmet gir brukeren muligheten til å teste ut forskjellige typer av dammer; vertikal luftside, med dempningsbasseng nedstrøms, stepped spillways, helning på dammene med mer. Av output nevnes uttegning av lengdesnitt vannprofil over konstruksjonen sammen med sammendrag av alle hydrauliske og statiske beregninger.

3.10 Miljømessige forhold

Sammenlignet med andre damtyper koker det hele ned til et spørsmål om smak. Grovt sett er de miljømessige forhold like med andre aktuelle damtyper. Det nevnes også at etablering av vegetasjon på luftsiden enkelt kan la seg gjennomføre.

3.11 Spesielle forhold

Av spesielle forhold som en må ta i betraktning er is / isganger, trær / greiner / drivgods samt vannets surhet.

Vanlig istrykk bør enkelt opptas da damtypen er stabil, men dog elastisk. I elver med store, kjente isganger bør dammen forsterkes (eller annen damtype benyttes).

Trær og annet drivgods kan ødelegge nettingen i overløpet. En betongplate bør derfor støpes på overløpet der det er fare for trær og annet drivgods.

Surheten på vannet bør sjekkes før beleggstype på nettingen bestemmes.

4 Leverandører

En oversikt over norske aktuelle leverandører er satt opp i tabell 4 nedenunder.

Leverandør	Adresse	Kommentar
Viacon AS	2215 Matrand, telf. 62 83 94 50 www.viacon.no	Leverandør av gabioner: Maccaferri S.P.A, Italia
Fjerby AS	Nedre Rælingsvei 429, 2008 Fjerdingby, telf 64 80 26 50, www.fjerby.no	Leverandører av gabioner: Geobrugg, Sveits, Borghi Azio, Italia

Tabell 4; Aktuelle leverandører av gabioner

5 Forslag videre arbeid

5.1 Pilotprosjekt

Neste fase vil være å finne et egnet sted for bygging av en gabiondam samt å realisere byggingen.

5.2 Fullskalaforsøk i Korgen

Det kan være aktuelt å teste ut damtypen med forskjellige utførelser (tetning, geometri)

6 Referanser

Se bilag 7

7 Konklusjon

Bruk av gabioner til dambygging ser svært interessant ut og da spesielt hvor en er avhengig av helikopter og / eller der det finnes egnete lokale masser. Gabioner bør derfor alltid være med i en vurdering når damtype skal velges.

559371. Statkraft Grøner 31.03.03 TG

Fig. 1 – Assembly – Gabions

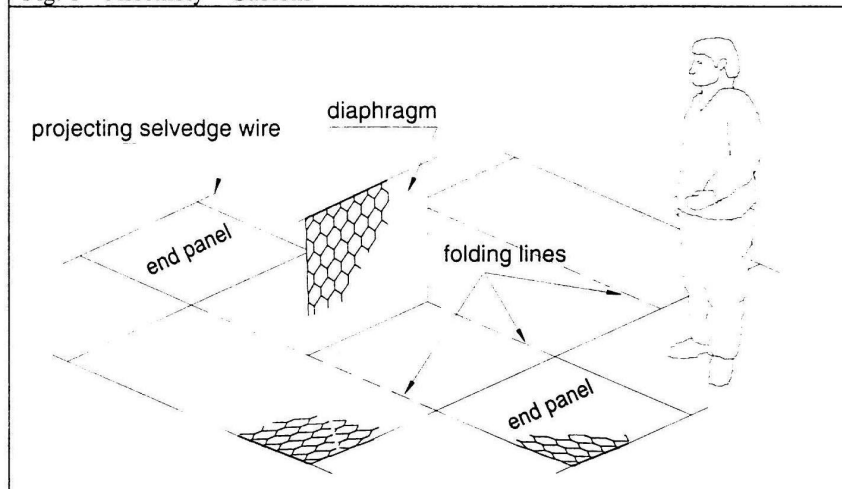


Fig. 2 – Assembly – Gabions

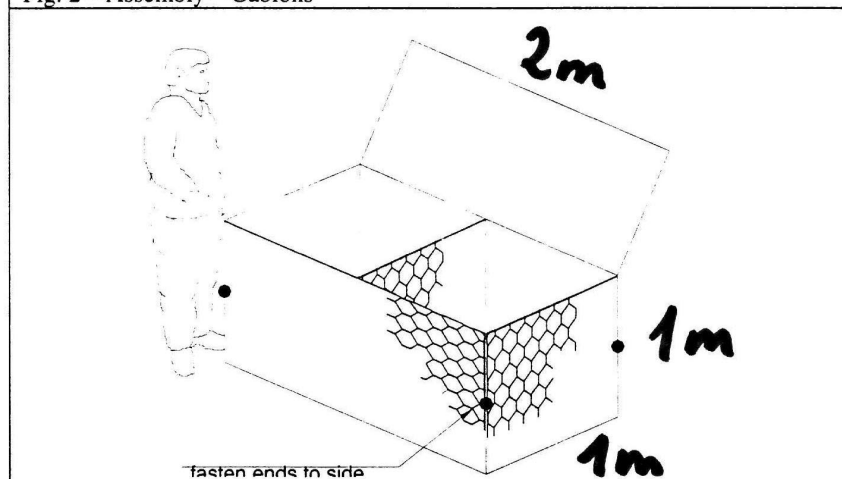
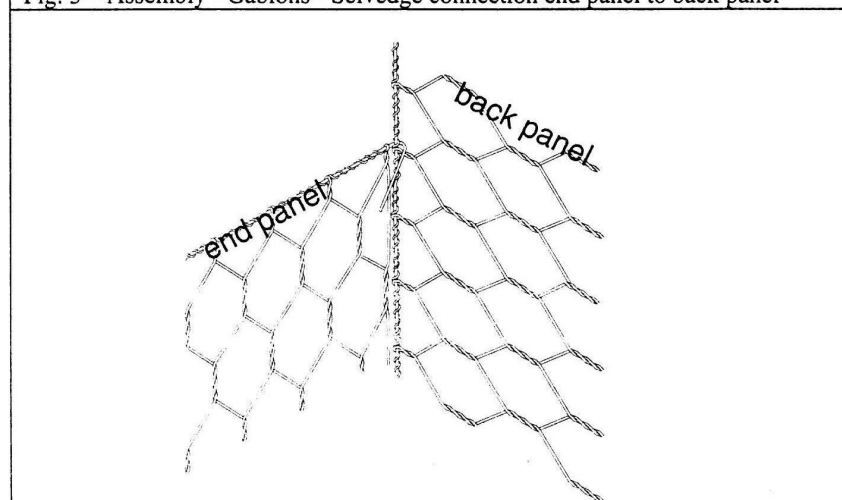


Fig. 3 – Assembly - Gabions - Selvedge connection end panel to back panel



Author: Paolo Di Pietro 011 (39) 051-6436149 e-mail: pdipietro.officine@maccaferri.com

Fig. 4 – Assembly – Gabions - Selvedge connection end panel to front panel

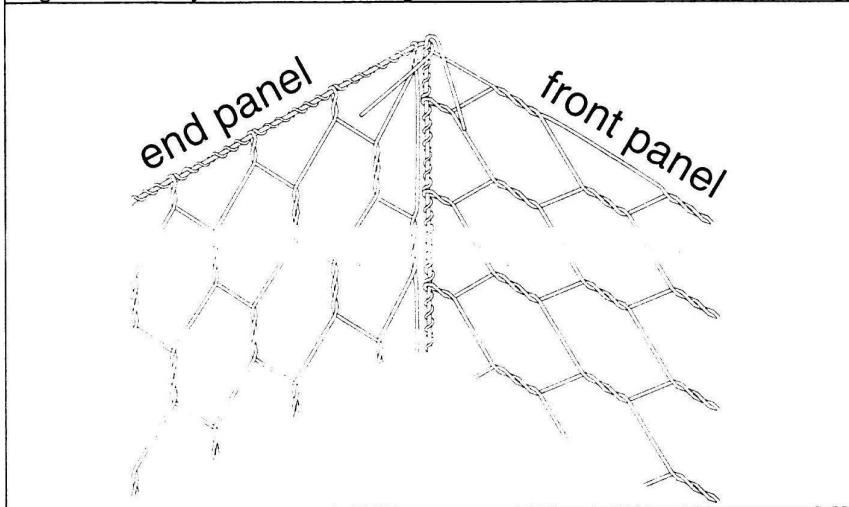


Fig. 5 – Assembly - Revet mattresses

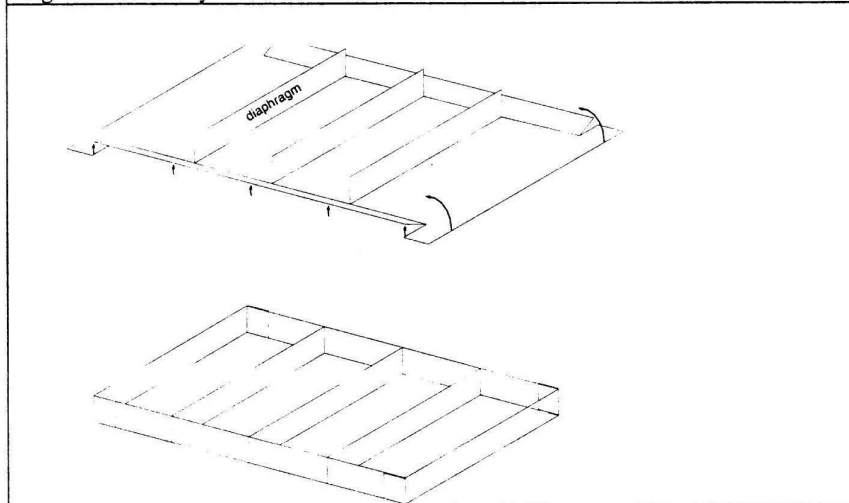


Fig. 6 – Fastening procedure - Connection using lacing wire

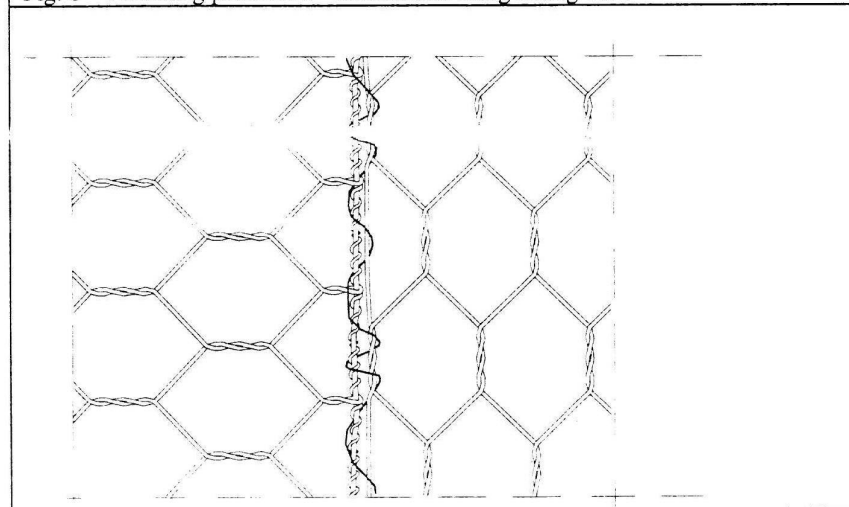


Fig. 7 – Fastening procedure - Connection using ring fasteners

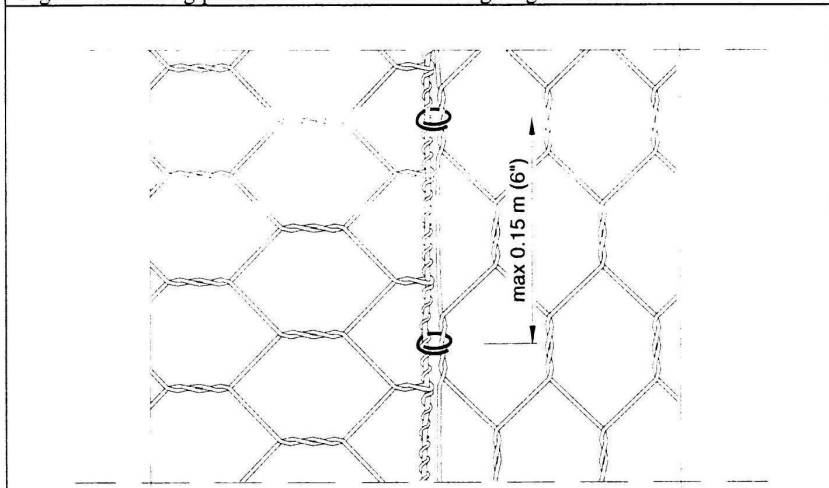


Fig. 8 – Fastening procedure - Pliers

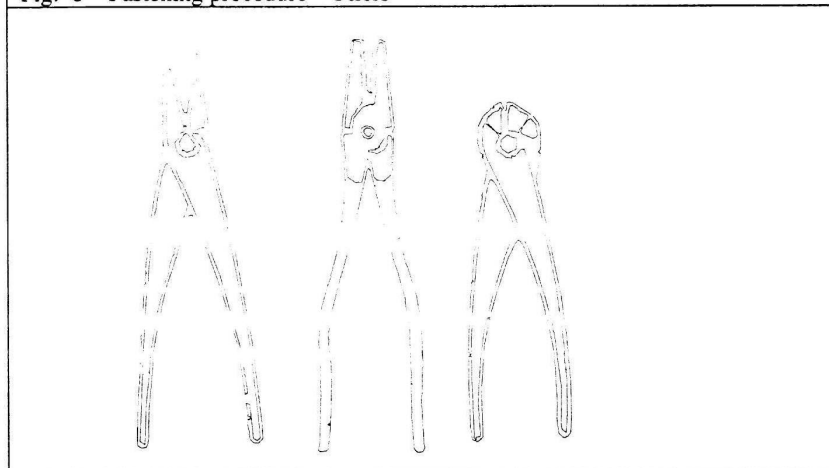
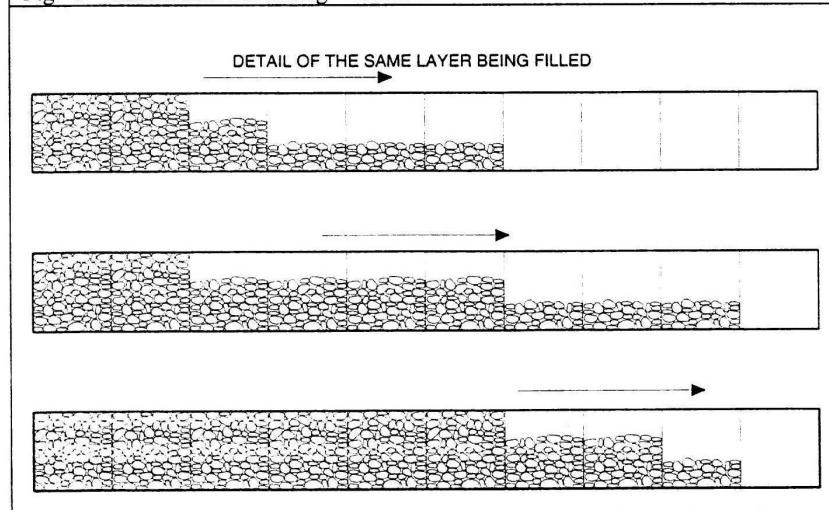


Fig. 9 – Installation and filling – Gabions



Author: Paolo Di Pietro 011 (39) 051-6436149 e-mail: pdipietro.officine@maccaferri.com

Fig. 10 – Installation and filling – Gabions

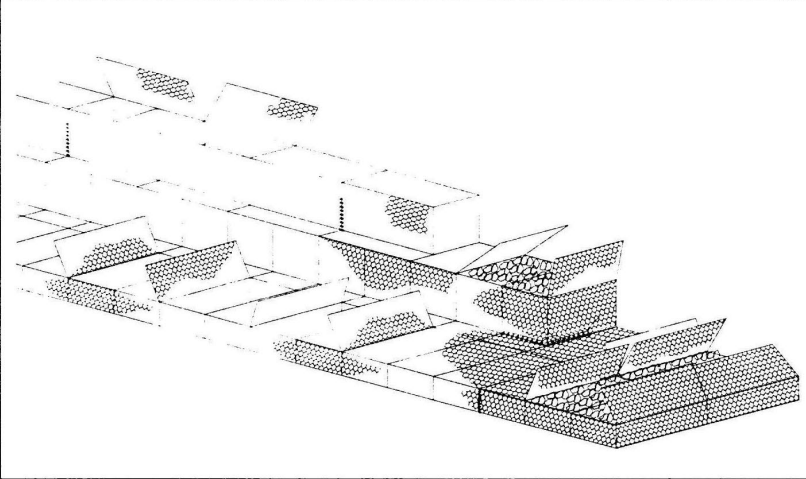


Fig. 11 – Installation and filling – Gabions – cross ties

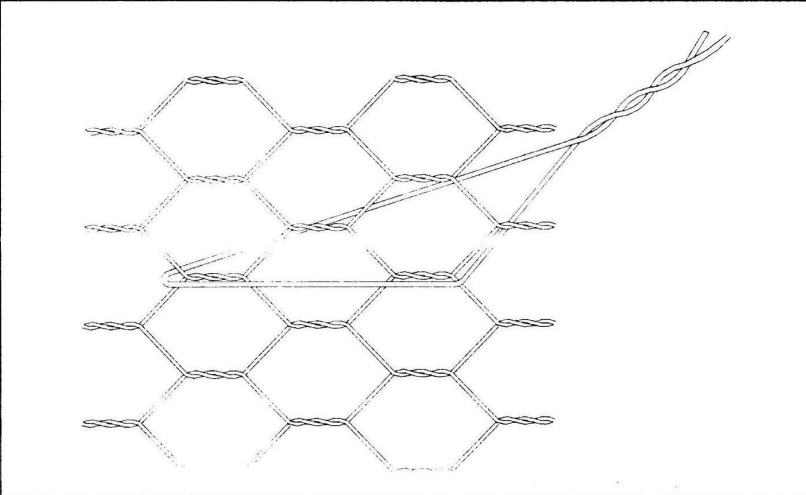
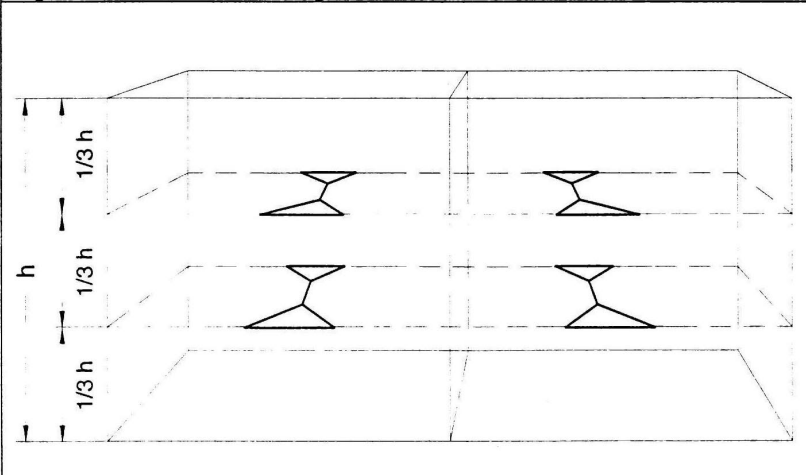
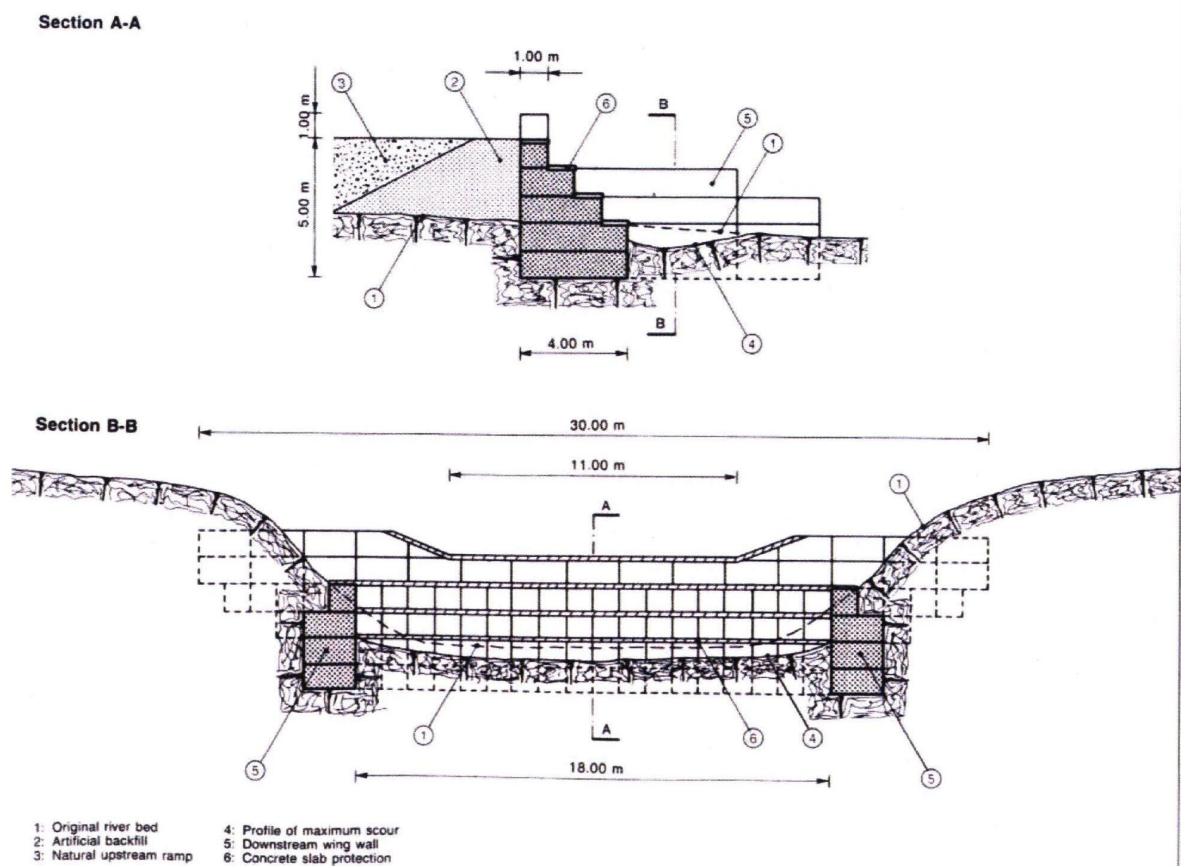
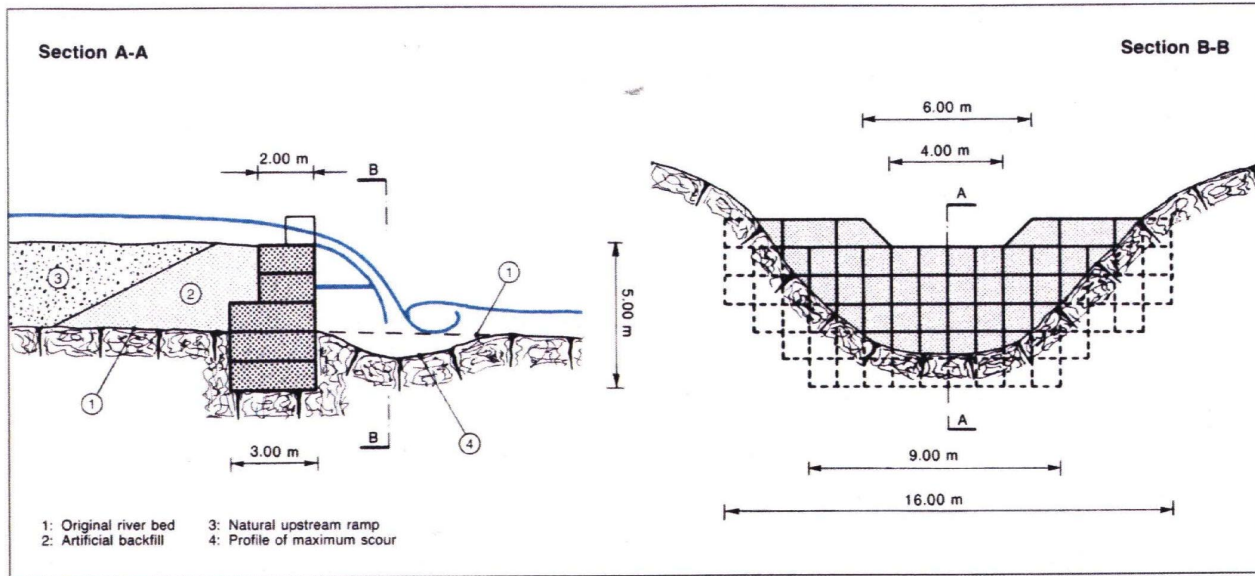


Fig. 12 – Installation and filling – Gabions – cross ties



Author: Paolo Di Pietro 011 (39) 051-6436149 e-mail: pdipietro.officine@maccaferri.com

Bilag 2.1 Eksempel gabiondam



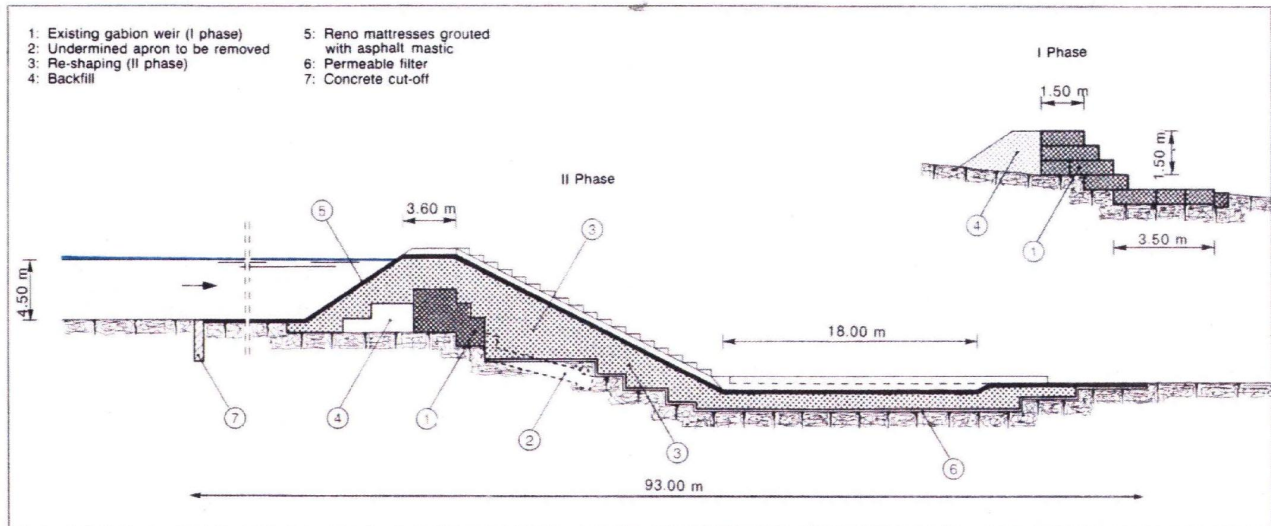
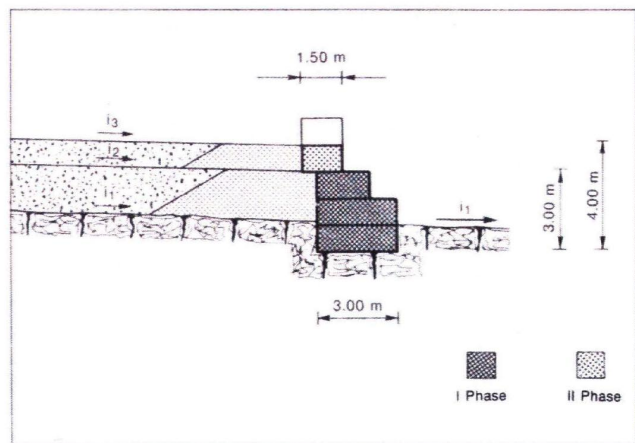
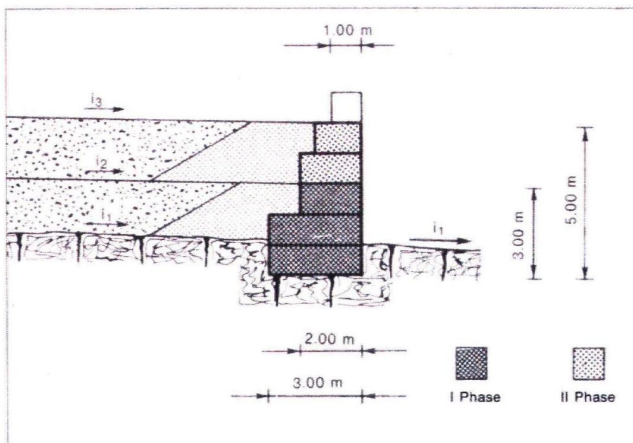


Fig. 22 - The re-shaping of a gabion weir after the original structure was undermined. The stepped downstream face was modified to a smooth glacis.

Figs. 20, 21 - Example illustrating the raising of gabion check dams.



21

Bilag 3.1
Gabiondam i Rio Caniglio nær
Bologna. 8-10 m høy



Bilag 3.2
Detalj overgang flomløp og
resten av dammen



A close-up photograph showing a silver-colored chain-link fence in the foreground, with a wall of stacked, irregularly shaped stones behind it. The stones are in shades of grey, brown, and tan. A thin, reddish-brown branch is visible in the lower-left corner, and some green leaves are on the left side.

**Bilag 3.3.
Detalj**

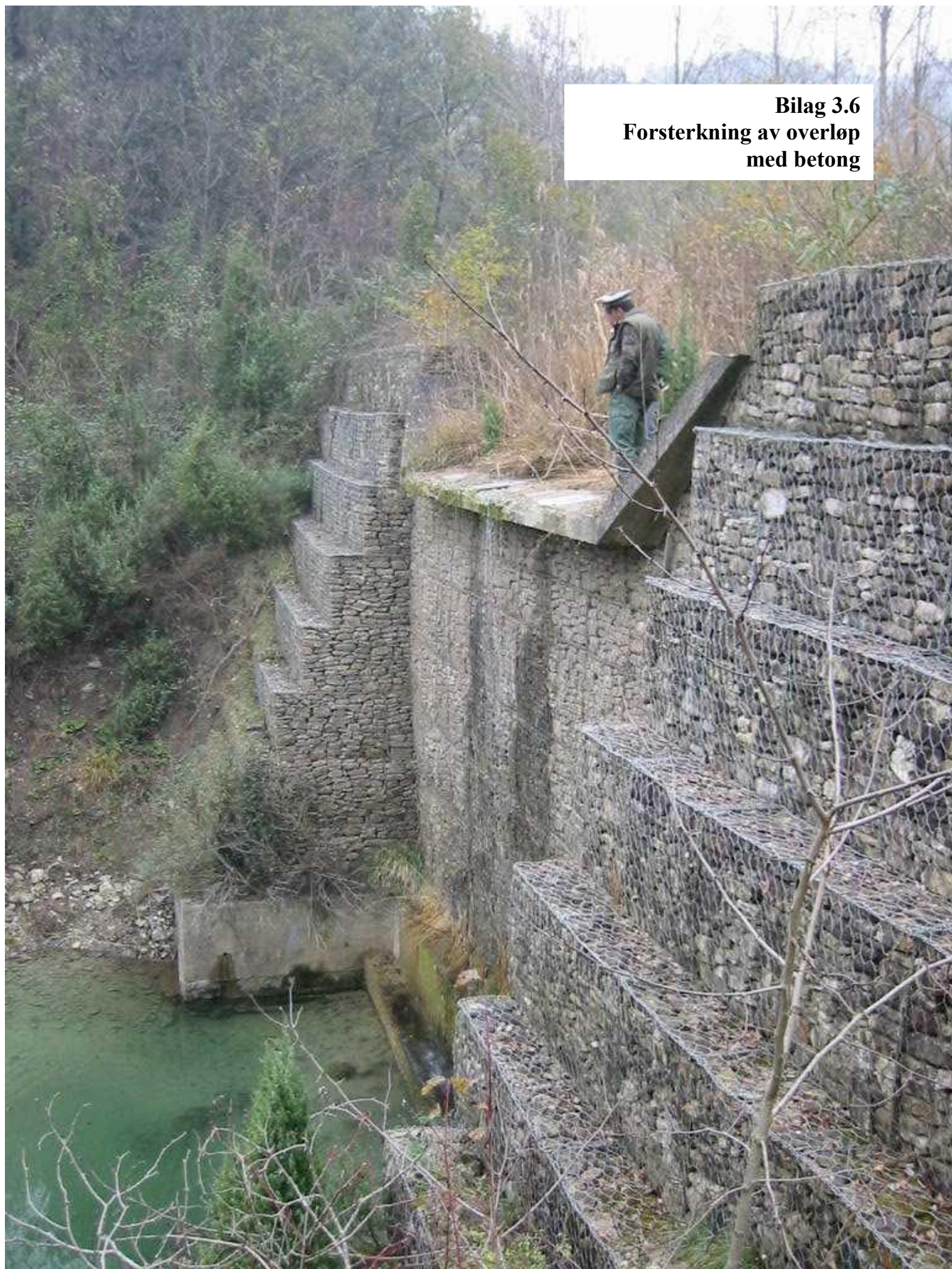
Bilag 3.4
Vegetasjonen kommer



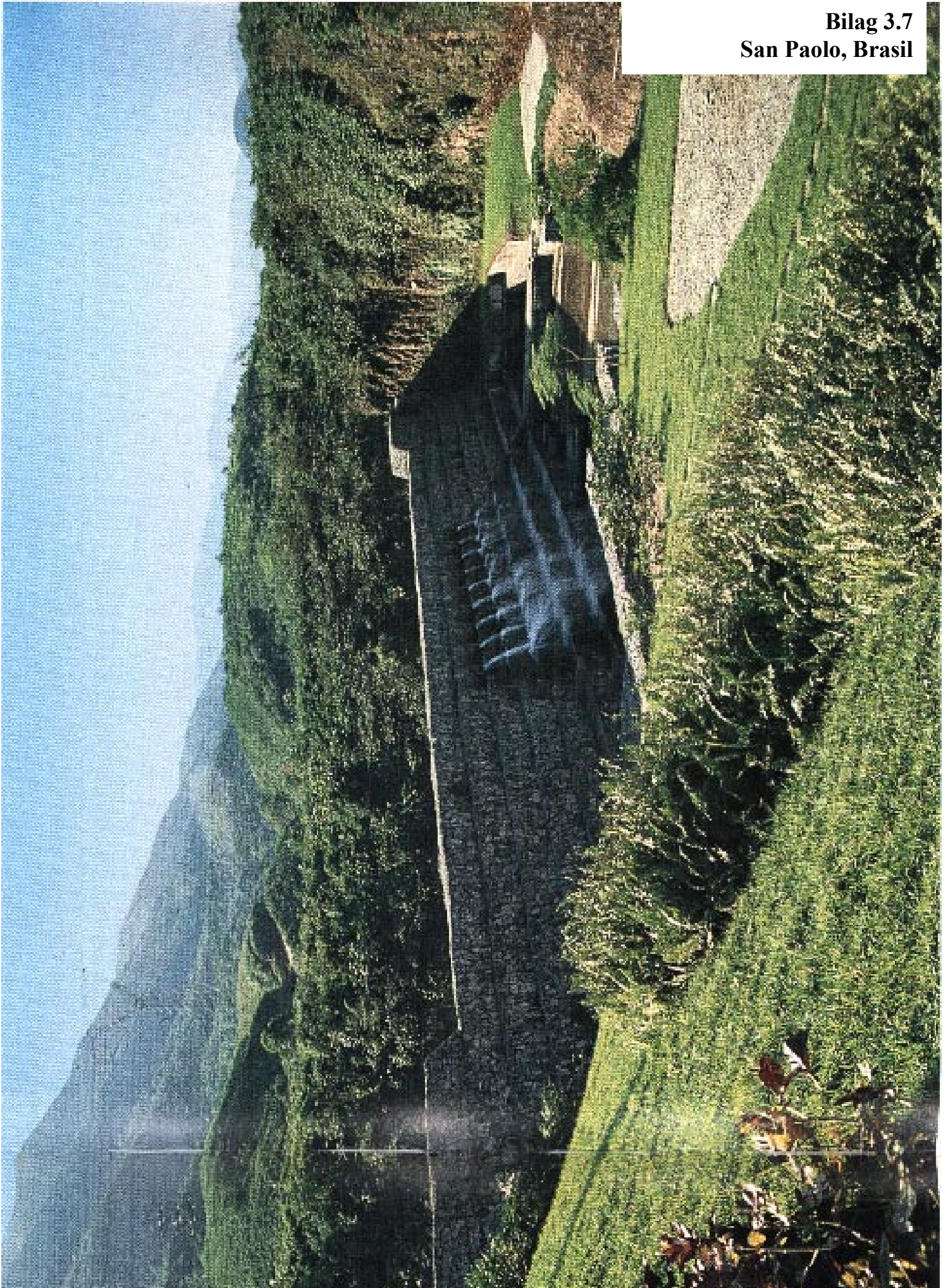
Bilag 3.5



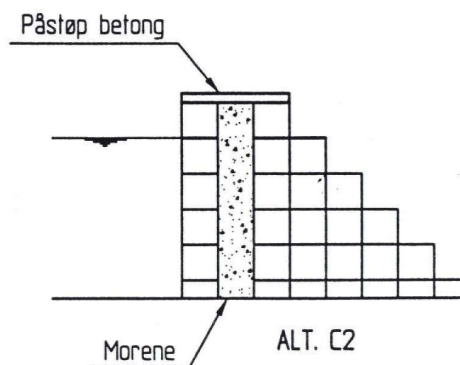
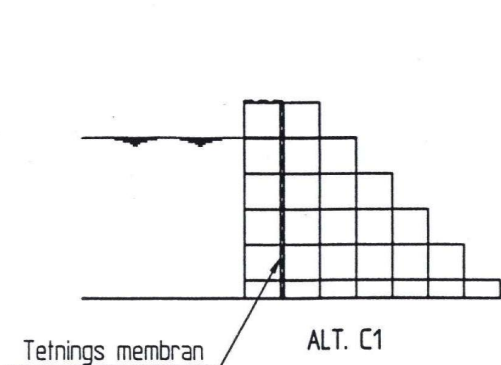
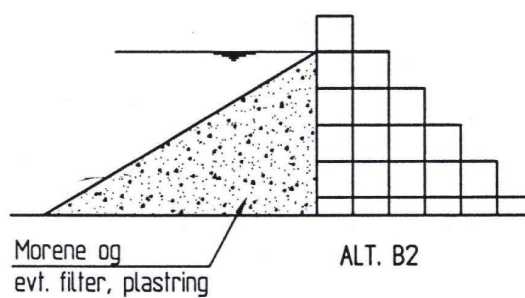
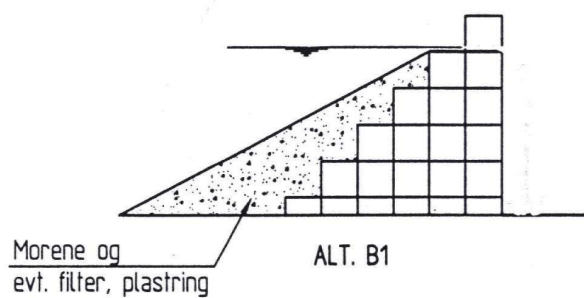
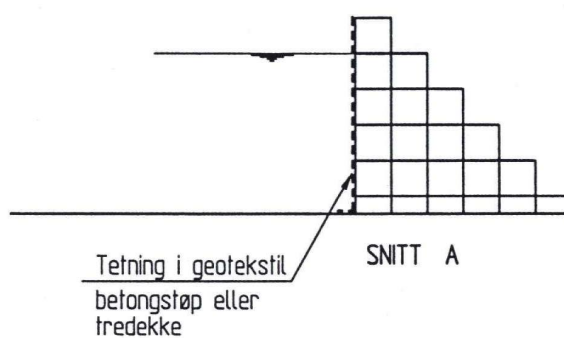
Bilag 3.6
Forsterkning av overløp
med betong



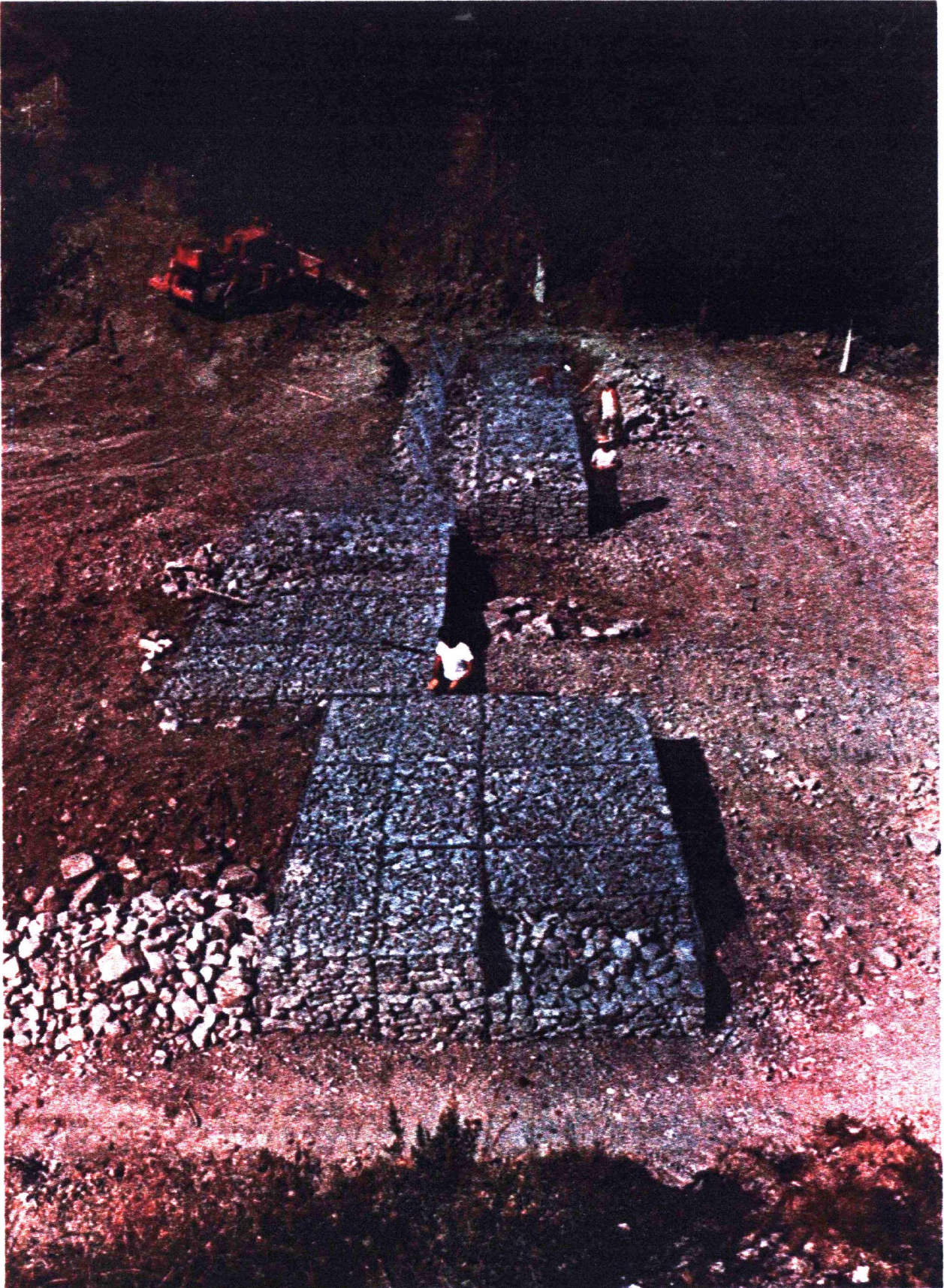
Bilag 3.7
San Paolo, Brasil



EKSEMPEL GABIONDAM



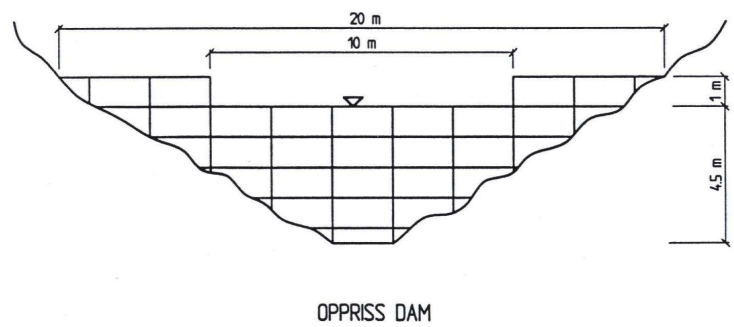
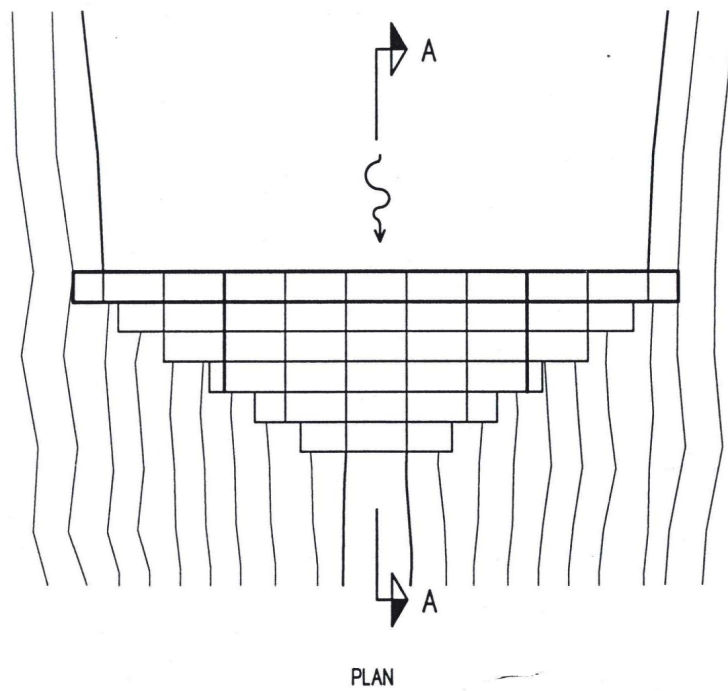
Bilag 5.1
Gabiondam under bygging



7



EKSEMPEL GABIONDAM



Bibliography

- 1 - L. TREVISAN, *Diversi tipi di alvei fluviali e la loro evoluzione*. Accademia Nazionale dei Lincei, da quaderno 112, 1967.
- 2 - A. ZANOTTI, *Rassegna critica dei mezzi di difesa fluviale*, Patron, Bologna, 1969.
- 3 - G. EVANGELISTI, *Impianti idroelettrici*, Vol. I, Patron, Bologna, 1964.
- 4 - U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION, *Design of small dams*, 1965.
- 5 - G. IPPOLITO, *Appunti di Costruzioni Idrauliche*, Liguori ed., Napoli.
- 6 - F. MARZOLO, *Costruzioni idrauliche*, CEDAM, Padova, 1963.
- 7 - C. DATEI, *Introduzione allo studio delle dighe, sbarramenti in muratura*, Libr. Cortina, Padova, 1976.
- 8 - F. ARREDI, *Costruzioni idrauliche*, Volumi 1 (1969), 2 (1972), 4 (1977), UTET, Torino.
- 9 - C. VALENTINI, *Sistemazione dei torrenti e dei bacini montani*, Hoepli ed., Milano, 1912.
- 10 - OFFICINE MACCAFERRI S.p.A., R. AGOSTINI, L. CESARIO, F. FERRAILOLO, A. PAPETTI, *Strutture flessibili in gabbioni e materassi Reno nelle aste torrentizie e fluviali, Parte seconda, Opere longitudinali*, Labanti e Nanni, Bologna, 1988.
- 11 - OFFICINE MACCAFERRI S.p.A., R. AGOSTINI, A. CONTE, G. MALLAGUTI, A. PAPETTI, *Rivestimenti flessibili in materassi Reno e gabbioni nei canali e nei corsi d'acqua canalizzati*, Labanti e Nanni, Bologna, 1985.
- 12 - OFFICINE MACCAFERRI S.p.A., R. AGOSTINI, F. FERRAILOLO, A. PAPETTI, *Strutture flessibili in gabbioni e materassi Reno nelle aste torrentizie e fluviali, Parte terza, Opere repellenti*, Labanti e Nanni, Bologna, 1989.
- 13 - MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, G.C. CERUTTI, F. LASAGNI, *Impiego delle burghie o gabbioni cilindrici nelle difese idraulico-fluviali del fiume Po*, Labanti e Nanni, Bologna, 1985.
- 14 - A. BIZZARRI, A. ZANOTTI, *L'impiego di strutture flessibili nella difesa del suolo*. Extracted from «Genio Rurale» Vol. XLII, n. 12, dicembre 1979, Officine Grafiche Calderini, Bologna, 1979.
- 15 - S. LELIAVSKY, *Design textbooks in civil engineering*, Chapman and Hall LTD, London, 1965.
- 16 - R.K. LINSLEY, J.B. FRANZINI, *Water resources engineering*, McGraw-Hill, 1972.
- 17 - G.M. FAIR, J.C. GEYER, D.A. OKUN, *Water and wastewater engineering*, J. Wiley and Sons, 1968.
- 18 - A.C. TWORT, R.C. HOATHER, F.M. LAW, *Water Supply*, Edward Arnold, London, 1974.
- 19 - C.V. DAVIS, K.E. SORENSEN, *Handbook of applied hydraulics*, McGraw-Hill, 1969.
- 20 - H. VARLET, *Usines hydrauliques*, Eyrolles, Paris.
- 21 - H.E. BABBIT, J.J. DOLAND, J.L. CLEASBY, *Water supply engineering*, McGraw-Hill, 1962.
- 22 - J.E. HOUK, *Irrigation engineering*, J. Wiley and Sons, London, 1956.
- 23 - G. SUPINO, *Le reti idrauliche*, Patron, Bologna, 1965.
- 24 - F. ARREDI, *Sistemazioni montane - Manuale dell'Ingegnere Civile*, Ed. Perrella, Roma, 1952.
- 25 - MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Circ. N. 6122 of July 3 1969: norme per la progettazione di opere di sistemazione di alvei a forte pendenza*.
- 26 - S. FORTIER, F.C. SCOBAY, *Permissible canal velocities*, Transactions, American Society of Civil Engineers, vol. 89, 1926.
- 27 - E.W. LANE, *Design of stable channels*, Transactions, American Society of Civil Engineers, vol. 120, 1955.
- 28 - VEN TE CHOW, *Open channel hydraulics*, McGraw-Hill, 1959.
- 29 - F. BERNARDINI, *Regimazione dei corsi d'acqua e bonifica*, Ed. L. Parma, Bologna, 1976.
- 30 - REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, DIREZIONE REGIONALE DELLE FORESTE, *Atti delle giornate di studio di idraulica, Udine, 12-13 dicembre 1972: Nuovi criteri di progettazione e nuove opere di sistemazione dei torrenti*.
- 31 - COLLANA VERDE DEL MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, *Opere per la correzione dei torrenti: moderne tecniche costruttive e nuovi procedimenti di calcolo*, I.V.A.G., Padova, 1972.
- 32 - G. BENINI, *Sviluppi antichi e moderni delle sistemazioni idraulico-forestali*, Agricoltura delle Venezie, N. 5, May 1968.
- 33 - A. SCHOKLITSCH, *Kolkbindung unter Ueberfallstrahlen*, «Die Wasserwirtschaft», Nr. 24, 1932.
- 34 - E.A. ELEVATORSKI, *Hydraulic energy dissipators*, McGraw-Hill, 1959.
- 35 - E. MARCHI, *Alcune considerazioni sulle formule pratiche del moto uniforme*, «L'Energia Elettrica», n. 9, 1958.
- 36 - E. MARCHI, *Il moto uniforme delle correnti liquide nei condotti chiusi ed aperti*, «L'Energia Elettrica», n. 4 e 5, 1961.
- 37 - C.F. COLEBROOK, *Turbulent flow in pipes, with particular reference to the transition region between the smooth and rough pipes laws*, I. Inst. Civ. Eng., London, 1938/39.
- 38 - L.F. MOODY, *Friction factors for pipe flow*, ASME, Vol. 66, pp. 671-678, November 1946.
- 39 - J.C. BATHURST, *Flow resistance of large-scale roughness*, Proc. ASCE, 104, No. HY12, Dec. 1978, pp. 1587-1603.
- 40 - W.L. MOORE, *Energy loss at the base of a free overfall*, Trans. A.S.C.E., vol. 108, pp. 1343-1360, 1943.
- 41 - B.A. BAKHMETEFF, N.V. FEODOROFF, *Discussion on energy loss at the base of a free overfall*, by W.L. Moore, Trans. A.S.C.E., vol. 108, pp. 1364-1373, 1943.
- 42 - W. RAND, *Flow geometry at straight drop spillways*, Paper 791, Proc. A.S.C.E., vol. 81, pp. 1-13, September 1955.
- 43 - B. POGGI, *Sopra gli scaricatori a scala di stramazzi*, «L'Energia Elettrica», pp. 599-604, October 1949.
- 44 - B. POGGI, *Lo scaricatore a scala di stramazzi: criteri di calcolo e rilievi sperimentali*, «L'Energia Elettrica», pp. 33-40, January 1956.

- 45 - I.T.S. ESSERY, M.W. HORNER, *The hydraulic Design of Stepped Spillways*, Report 33, CIRIA, 1978, 45 pp.
- 46 - D. STEPHENSON, *Gabion energy dissipator*, to be released soon.
- 47 - D. STEPHENSON, *Stability of gabion weirs*, Water Power and Dam Construction IPC, 1978 b.
- 48 - D. STEPHENSON, *Hydraulics of gabions and rockfill*, Atti del 16° Congresso di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino, 1978.
- 49 - H. OLIVER, *Through and overflow rockfill dams: new design techniques*, Prog. Inst. Civil Engineers, London, March 1967.
- 50 - S.V. İZBASH, KH. YU KHALDRE, *Hydraulics of River Channel Closure*, trans. G.L. Cairns, Butterworth, London, 1970.
- 51 - M.E. HARR, *Ground water and seepage*, McGraw-Hill, 1962.
- 52 - H.R. CEDERGREEN, *Seepage, drainage and flow nets*, John Wiley and Sons, 1967.
- 53 - BLIGH, *Practical design of irrigation works*, Constable, London, 1912.
- 54 - A. BIZZARRI, C. CECCOLI, P.P. DIOTALLEVI, *Indagine teorico-sperimentale sul comportamento statico, spinto fino a rottura, di strutture in gabbioni*, Convention on the hydrology of the Po valley, Parma, 1979.
- 55 - OFFICINE MACCAFERRI S.p.A., R. AGOSTINI, L. CESARIO, A. CONTE, M. MASETTI, A. PAPETTI, *Strutture flessibili in gabbioni nelle opere di sostegno delle terre*, Labanti e Nanni, Bologna, 1986.
- 56 - INSTITUTO COSTARICENSE DE ELECTRICIDAD, *Informe sobre el problema del Rio Reventado*, 1965.
- 57 - G. COLOMBO, *Manuale dell'ingegnere civile e industriale*, Hoepli Ed., 1977.
- 58 - G.A. LEONARDS, *Foundation engineering*, McGraw-Hill, 1962.
- 59 - J.E. BOWLES, *Foundation analysis and design*, McGraw-Hill, 1968.
- 60 - Vereinigung Schweiz Strassenfachmaenner, Zuerich, *Stuetzmauern*, Verlag Ed., 1966.
- 61 - M. PUCCIO, *I materassi bitumati come rivestimenti protettivi-impermeabili di dighe in materiali sciolti*, «L'Energia Elettrica», n. 4, Volume LV CESI ed. 1978.
- 62 - OFFICINE MACCAFERRI S.p.A., R. AGOSTINI, L. CESARIO, *Sand asphalt mastic grouted mattresses for impermeable revetments*, Paper presented at Materials for Dams, Montecarlo, 1984.
- 63 - I. BECCHI, *Comportamento idraulico della sistemazione a salti di fondo di alvei naturali*, XII Convention on Hydrology & Hydraulic works, Bari, October 1970.
- 64 - G. BASSI, F. BERNARDINI, G. PUPPINI, G. SACERDOTI, *Coordinamento tra le opere idrauliche di pianura e la bonifica montana*, Suppl. al Boll. «La Bonifica Integrale», fasc. IV, 1959.
- 65 - CONSORZIO DI BONIFICA DEI BASSI BACINI DEL MUSONE, DEL POTENZA E DEL CHIANTI E DEI BACINI LITORANEI DELL'ASOLA E DEL PILOCCO, *L'invaso di Castreccioni*, Biemmegraf, Macerata, 1987.
- 66 - C. PEISER SINISCALCHI, *Idrologia, geomorfologia, difesa del territorio. Appunti di lezione*. Istituto di Costruzioni Idrauliche, Facoltà di Ingegneria, Università di Roma, 1974-1975.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2003

- Nr. 1 Tor Simon Pedersen, Lars A. Kirkhusmo og Heidi Kannick: Overvåkning av grunnvann. Landsomfattende grunnvannsnett (LGN) (157 s.)
- Nr. 2 Arne Rognes, Magne Skog og Pål Henriksen, Statkraft Grøner: Langhulls boring, FoU-prosjekt (28 s.)
- Nr. 3 Knut Hofstad (red.): Metode for beregning av økonomisk vindkraftpotensial i Norge
- Nr. 4 Helena Nynäs (red.): Prosjekt Museumsordning 1999-2002, Sluttrapport (20 s.)
- Nr. 5 Tor Gjermundsen (Statkraft Grøner): Gabioner i dambygging (27 s.)