

**Rezervor de apă de 5000 mc capacitate.
Varianta tehnologică de execuție: beton armat monolit precomprimat**

Ing. Răpiscă Petru *
Ing. Drăgan Adrian **
Ing. Tuns Ioan ***
Ing. Muntean Radu ****

Rezumat: se prezintă tehnologia de execuție a structurii din beton armat monolit prin etalarea cronologică a operațiunilor de cofrare interioară și exterioară, betonare radier și realizarea precomprimării cu armătură post întinsă în condiții de șantier.

Abstract: the paper presents the monolith reinforced concrete structure technology of execution by the chronological presentation of the interior and exterior formworks, foundations execution and the pre-compressing of the walls in site conditions.

1. Introducere

Rezervorul de apă de 5000 mc capacitate este realizat pentru investiția Pârția de ski Bușteni - Valea Albă - Calinderu și folosește la stocarea apei necesară tunurilor de zăpadă artificială cu care este prevăzută această pârție.

În etapa PT a proiectării s-a prevăzut ca acest rezervor să fie îngropat. Apa stocată provine dintr-o captare de apă pe firul văii Calinderu, sub masivul Caraiman din Bușteni, captare care a fost proiectată și executată în cadrul acestui proiect complex.

Rezervorul este amplasat în aval de captare. Terenul de fundare în acest amplasament este foarte rigid, în conformitate cu datele din studiul geotehnic realizat.

Din punct de vedere seismic, amplasamentul se încadrează în zona „D” căreia îi corespunde un coeficient $K_s = 0,16$ și o perioadă de colț $T_c = 1,0s$.

Rezervorul are o formă cilindrică cu diametrul interior de 27,70 m și înălțimea coloanei de apă 8,10 m (fig. 1).

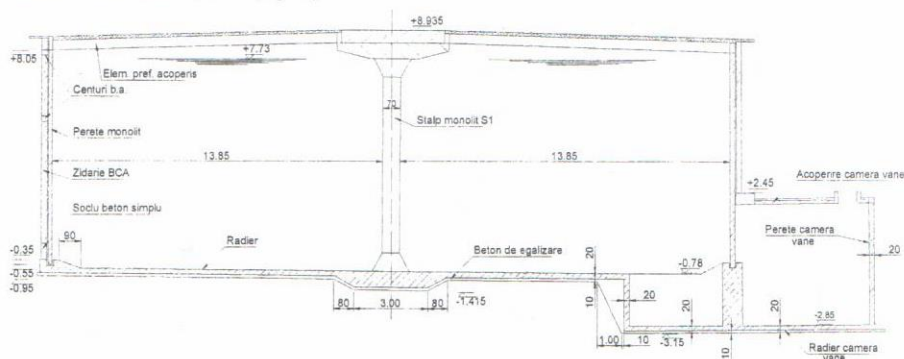


Figura 1 – Rezervor de apă de 5000 mc capacitate

* Conf. dr. ing. – Facultatea de Construcții, Universitatea „TRANSILVANIA” Brașov
 ** Șef șantier Efklidis S.A. Atena, filiala București
 *** Conf. dr. ing. – Facultatea de Construcții, Universitatea „TRANSILVANIA” Brașov
 **** Prep. drd. ing. – Facultatea de Construcții, Universitatea „TRANSILVANIA” Brașov

2. Descrierea variantei tehnologice adoptată pentru execuție

Fundația rezervorului constă dintr-un radier general realizat din beton BC25 cu grad de permeabilitate P_8^{10} . Grosimea radierului general este de 20 cm în câmp cu îngroșări locale în dreptul stâlpului central și a peretelui.

Radierul rezervorului este prevăzut în întregime monolit, fără rosturi, astfel încât să nu prezinte zone cu etanșitate redusă.

Rezervorul are prevăzut spre exterior un jgheab circular de 20 cm adâncime în care urmează să fie amplasat peretele monolit (fig. 2).

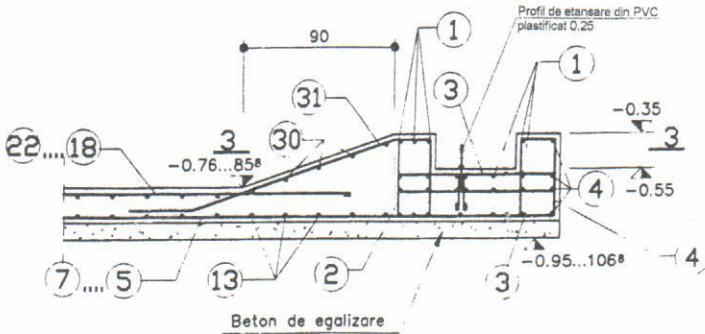


Figura 2 – Armare jgheab

Peretele rezervorului este realizat din beton monolit Bc30 cu grad de permeabilitate P_8^{10} . În perete sunt prevăzute canale interioare realizate din tuburi de polietilenă în care urmează să fie montate fasciculele de precomprimare (fig. 3.a, b).

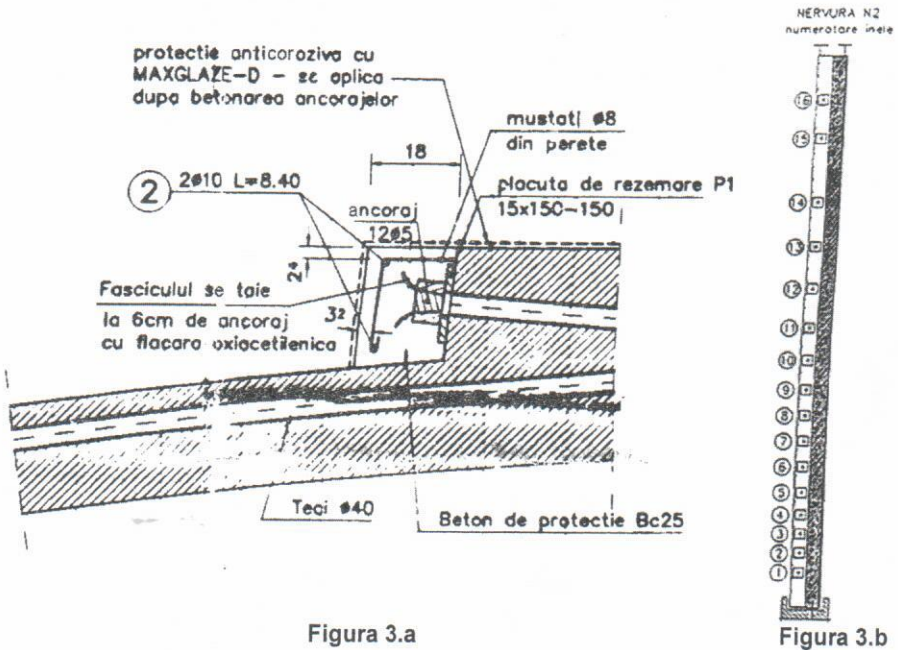


Figura 3.a

Figura 3.b

Precomprimarea peretelui este realizată cu fasciole 12 Ø 5 SBPI ancorate în cele 4 nervuri ale rezervorului situate pe 2 diametre perpendiculare (fig. 4).

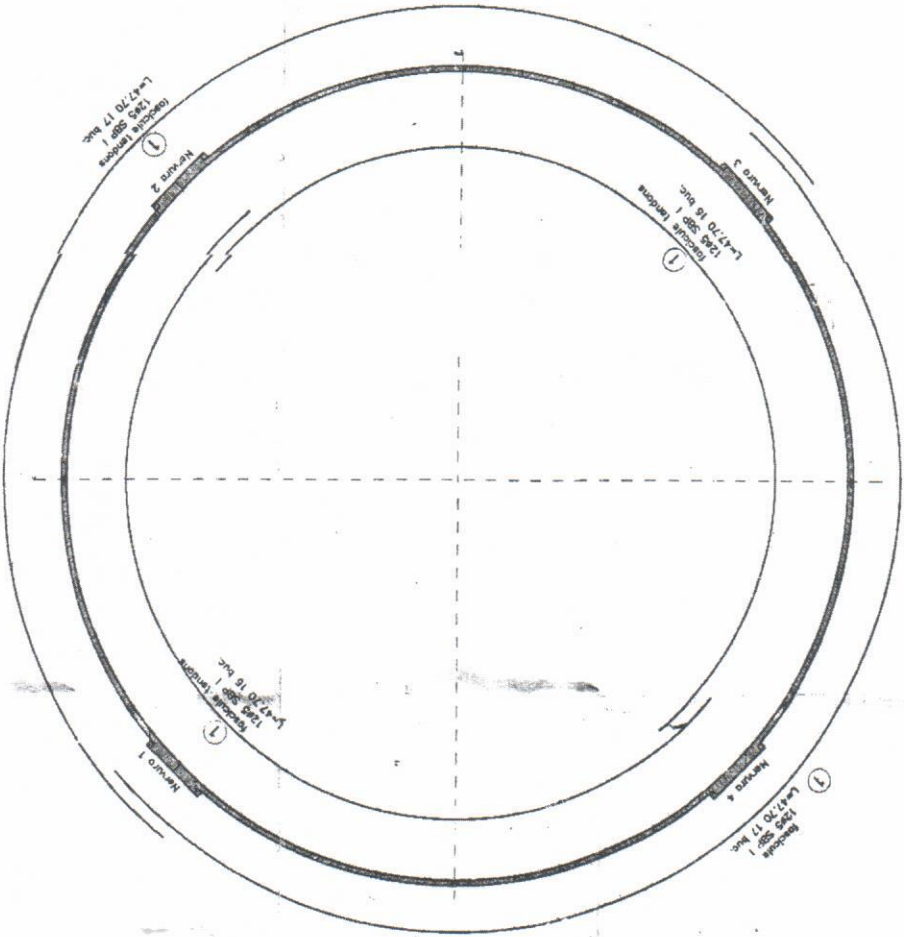


Figura 4 – Nervurile de ancorare a fasciolelor

După precomprimare se trece la blocarea rostului inelar dintre perete și radier. Rostul inelar dintre perete și radier se etanșează prin:

- profilul PVC plastifiat încastrat în radier și perete;
- două cordoane de cauciuc pe care reazemă peretele;

Forța de precomprimare a fost calculată să realizeze eforturile din cablurile de pretensionare rezultând o forță de 320 kN corespunzător la o citire pe manometru presi de 210 bari (vezi fotografiile anexă).
 Calculul peretelui rezervorului s-a făcut în conformitate cu STAS 10107/0-90 verificându-se condițiile de fisurare în stadiul de exploatare normală.

Pentru realizarea cofrajului peretelui s-a folosit următoarea variantă tehnologică: plecând de la tehnologia de betonare a peretelui care s-a adoptat în varianta cu 4 ploturi (fig.4), s-a prevăzut la fiecare plot montarea unui profil vertical PVC de etanșizare și s-a adoptat varianta de turnare continuă a unui plot, realizându-se setul de cofraj în consecință. Astfel, cofrajul interior s-a confecționat pe șantier din dulapi de brad ecarisat de 4,8 cm grosime, îmbinat prin păsuire și cu remonate din dulapi. Dimensiunile panoului au fost de 2,0 x 4,0 m.

Cofrajul exterior a fost conceput din seturi de cofraj COMET procurat ca set complet nou pentru realizarea cofrării exterioare a unui plot.

Prinderea cofrajului interior și a celui exterior s-a realizat cu blocaje tip PERRY. Alinierea cofrajului interior și verticalitatea lui s-au realizat cu contrafișe din lemn de brad de 10x16 cm.

Schela pentru montarea armăturii s-a folosit și pentru montarea și alinierea cofrajului exterior tip COMET (vezi foto).

Realizarea betonării peretelui rezervorului și a radierului s-a efectuat cu pompa de beton. Datorită condițiilor dificile de amplasament, aceste activități au fost îngreunate; de asemenea, betonul a fost fabricat la Brașov și transportat cu autoagitatorul pe distanța de cca. 30 – 34 km. Toate aceste condiții reale de betonare s-au preluat și prin prescrierea și proiectarea unei rețete de beton în consecință.

Fazele de betonare radier și ploturi se pot vedea în fotografiile anexate.

Acoperișul rezervorului este alcătuit din elemente prefabricate tip „T” realizate din beton precomprimat. Aceste elemente sunt realizate industrial în fabrici de prefabricate. Peretele rezervorului se termoizolează cu zidărie de BCA de 20 cm. Acoperișul se termoizolează cu 3,5 cm polistiren.

Se prezintă în continuare câteva precizări tehnice privind rețeta de beton, condiții de betonare, decofrare și pretensionare.

3. Condiții referitoare la betonarea peretelui rezervorului

Stabilirea compoziției betonului

- 3.1. Compoziția betonului din perete se va definitiva, în conformitate cu anexa V.2. din normativul C140-86, prin încercări preliminare pe baza următorilor parametri:
- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| - clasa betonului | Bc30 |
| - dozaj ciment Hz35 | max. 460 kg/m ³ |
| - raport A/C | max. 0,40 |
| - aditiv superplastifiant | FLUBET (sau alt aditiv asemănător) |
| | aprox. 6 l/m ³ |
| - aditiv întârziator de priză | Hexametfosfat de sodiu (soluție 10%). |
- 3.2. Betonul în stare proaspătă va îndeplini următoarele condiții tehnice:
- lucrabilitatea L3/L4, respectiv tasare 10 ± 2 cm;
 - temperatura betonului la locul de turnare va fi cuprinsă între +7 și +30°C.

Condiții de preparare pe timp călduros

- 3.3. În perioada de timp călduros se vor lua măsurile necesare producerii betonului sub temperatura maxima admisa de +30°C. Aceste masuri cuprind stropirea

agregatelor cu apa rece, protecția agregatelor și rezervoarelor de apă împotriva acțiunii directe a razelor solare și a vânturilor calde și uscate, folosirea apei reci la preparare, betonarea la ore cu temperaturi mai scăzute.

Pregătirea betonării

- 3.4. Punerea în opera a betonului poate să înceapă dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:
- a. fișa tehnologică pentru betonare a fost acceptată de beneficiar;
 - b. sunt în stare de funcționare utilajele și dotările necesare în conformitate cu prevederile fișei tehnologice;
 - c. sunt stabilite și instruite formațiile de lucru în ceea ce privește execuția precum și asupra măsurilor de protecție a muncii și a normelor PSI.
 - d. au fost recepționate calitativ lucrările de cofraje și armare după cum urmează:
 - d1. la terminarea execuției cofrajelor se verifică:
 - alcătuirea elementelor de sprijinire;
 - încheierea corectă a elementelor de cofraj și asigurarea etanșeității;
 - dimensiunile în raport cu cele din proiect;
 - cofrajele să fie unse cu agent de decofrare.
 - d2. la terminarea montării armaturilor se verifică:
 - numărul, diametrul și poziția armaturilor din diferite secțiuni;
 - poziția înădărilor și lungimile de petrecere a barelor;
 - poziția și modul de îmbinare a tecilor din PVC;
 - numărul și calitatea legăturilor dintre bare;
 - măsurile de menținere a poziției armaturilor în cursul betonării;
 - modul de asigurare a grosimii stratului de acoperire;
 - poziția, continuitatea și modul de fixare a profilelor de etanșare din PVC plastifiat din rosturile de turnare;
 - e. sunt stabilite după caz și pregătite măsurile ce vor fi adoptate pentru continuarea betonării în cazul intervenției unor situații accidentale (stație de betoane și mijloace de transport de rezervă, materiale pentru protejarea betonului în caz de intemperii, condiții de creare a unui rost de lucru, etc);
 - f. nu se întrevăde posibilitatea apariției unor condiții climatice nefavorabile (ger, ploi abundente, furtună);
 - g. sunt prevăzute măsuri de dirijare a apelor provenite din precipitații, astfel încât acestea să nu se acumuleze în zonele care urmează să se betoneze;
 - h. în cazul unui rost de betonare, sunt efectuate lucrările pregătitoare pentru reluarea punerii în opera a betonului, conform precizărilor de la punctul 2.17.
- 3.5. Pe baza verificării îndeplinirii condițiilor sus-menționate, se va consemna aprobarea începerii betonării de către proiectant, reprezentantul beneficiarului și al Inspectoratului teritorial pentru construcții.
- 3.6. Înaintea începerii betonării trebuie verificată funcționarea corectă a utilajelor pentru transportul local și compactarea betonului.

Betonarea

- 3.7. Betonarea va fi condusă nemijlocit de șeful punctului de lucru. Acesta va fi permanent la locul de turnare și va supraveghea respectarea strictă a prevederilor prezentului caiet de sarcini și ale fișei tehnologice.
- 3.8. Betonul trebuie să fie pus în lucrare în maximum 15 minute de la aducerea lui la locul de turnare; se admite mărirea acestui interval la 30 minute numai în cazurile în care durata transportului este mai mică de 20 minute sau dacă se utilizează aditiv întârziător de priză.

- 3.9. La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:
- dacă betonul adus la locul de punere în opera depășește limita maximă pentru lucrabilitate sau prezintă segregări va fi refuzat, fiind interzisă punerea lui în lucrare;
 - în cazul în care la locul de descărcare se constată ca betonul are lucrabilitate inferioară limitei minime admise, se adaugă în autoagitator aditiv superplastifiant FLUBET în proporție de 6..8 litri, continuând agitarea cu viteză sporită timp de 60 ... 90 secunde. Se interzice introducerea de apă suplimentară pentru corectarea lucrabilității;
 - se vor lua măsuri pentru a se evita deformarea sau deplasarea armaturilor față de poziția prevăzută, îndeosebi pentru armaturile dispuse la partea superioară; dacă totuși se produc asemenea defecte, ele vor fi corectate în timpul turnării;
 - se va urmări cu atenție înglobarea completă în beton a armaturilor, respectându-se grosimea stratului de acoperire de 3 cm;
 - se va urmări comportarea și menținerea poziției inițiale a cofrajelor și sprijinurilor acestora, luându-se măsuri operative de remediere în cazul constatării unor deplasări sau cedări.

Compactarea betonului

- 3.10. Compactarea betonului se va face prin vibrație internă. Se vor asigura un număr de minimum 6 vibratoare (patru de lucru și două de rezervă).
- 3.11. La vibrarea betonului se vor respecta următoarele reguli:
- distanța dintre două puncte succesive de introducere a vibratorului va fi de maximum 0.8 m;
 - durata de vibrație în fiecare punct va fi de 20 .. 50 secunde;
 - se va acorda o atenție sporită compactării betonului în dreptul nervurilor de ancorare.

Tratarea betonului

- 3.12. În maximum 2 ore după turnare, se va proceda la protejarea betonului prin:
- acoperire cu prelate;
 - stropire cu apă;
- 3.13. Suprafețele de beton vor fi menținute umede minimum 14 zile.
- 3.14. În condiții de timp friguros materialele de protecție vor fi astfel alese încât să asigure reducerea pierderilor de căldură din beton (saltele rogojini între folii de polietilenă sau prelate).
- 3.15. În condiții de timp călduros, toate suprafețele libere vor fi menținute umede minimum 21 zile.

Decofrarea

- 3.16. În termen de maximum 24 ore de la decofrare se va proceda de către conducătorul punctului de lucru, delegatul beneficiarului și de către proiectant (dacă acesta a solicitat să fie convocat) la examinarea amănunțită a lucrării, încheindu-se un proces verbal în care se vor consemna eventualele defecte constatate și modul de remediere. Este interzisă efectuarea de remedieri, înainte de această examinare.

În cazul în care se constată defecte importante (goluri, zone segregate, rosturi de turnare), remedierea acestora se va face numai pe baza detaliilor stabilite de proiectant și cu supravegherea conducătorului punctului de lucru și a delegatului

beneficiarului. După executarea acestor remedieri se va consemna dacă s-a respectat procedeul stabilit de proiectant și dacă se poate recepționa parțial lucrarea în cauză.

Rosturi de lucru (betonare)

- 3.17. În caz de întrerupere accidentală a betonării pe un interval de timp pentru care se constată că betonul turnat anterior nu mai poate fi vibrat, suprafața rostului va fi bine curățată, îndepărtându-se betonul ce nu a fost bine compactat, iar suprafața ce urmează să vină în contact cu betonul nou, se va prelucra prin spuiere și frecare cu perii de sârmă pentru îndepărtarea laptei de ciment de pe suprafața agregatelor. Imediat înainte de turnarea betonului nou, suprafața rostului va fi bine umezită.

4. Condiții referitoare la precomprimarea peretelui rezervorului

Prima etapă

- 4.1. La 14 zile de la turnarea betonului, dacă rezistența medie a betonului este mai mare de 280 kgf/cm^2 , se vor pretensiona și injecta fasciculele ancorate în nervurile N2 și N4 ce formează inelele 1, 4, 7, 10, 12, 14, -16.

A doua etapă

- 4.2. La 28 zile de la turnarea betonului se va efectua pretensionarea și injectarea restului fasciculelor în următoarea ordine: întâi fasciculele ancorate în nervurile N1 și N3, de jos în sus, apoi restul fasciculelor ancorate în nervurile N2 și N4.
- 4.3. La cel mult 3 zile de la injectarea fasciculelor pretensionate în prima etapă ancorajele acestora se vor proteja temporar cu MAXREST (pentru modul de întrebuințare vezi instrucțiunile producătorului DRIZORO) aplicat astfel încât să asigure o acoperire de minimum 1,5 cm.

ANEXA:

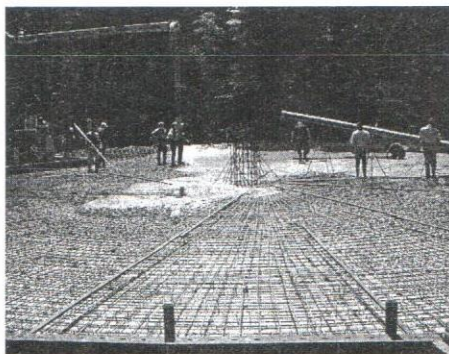


Foto 1 – Betonare radier general

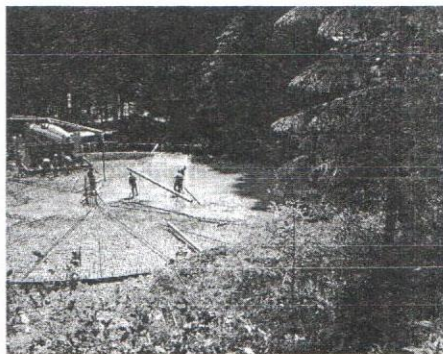


Foto 2 – Betonare radier general

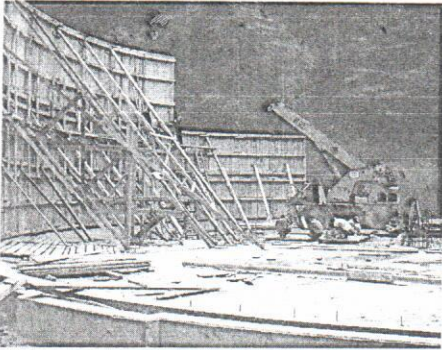


Foto 3 – Realizare cofraj interior

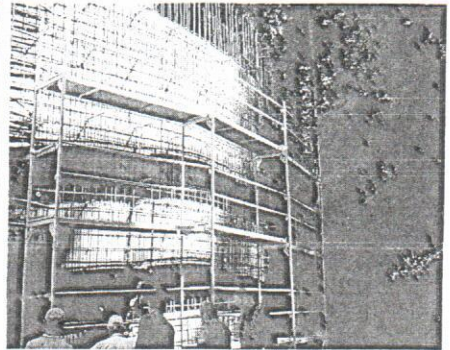


Foto 4 – Armare pereți rezervor

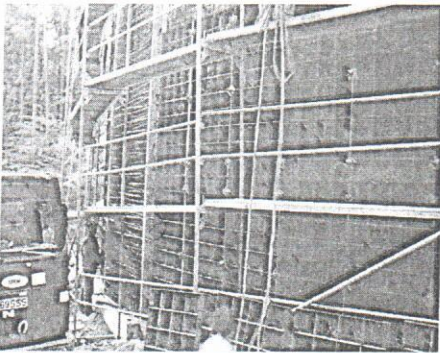


Foto 5 – Montare cofraj exterior



Foto 6 – Pretensionarea fasciculelor

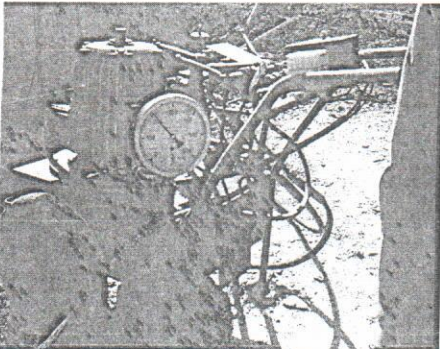


Foto 7 – Citire pe manometrul presei

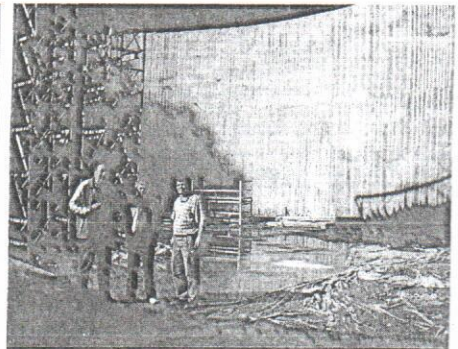


Foto 8 – Pereții rezervorului după decofrare