

## LUCRAREA NR. 6

### METODE ȘI TEHNICI DE REMEDIERE A MEDIULUI SUBTERAN CONTAMINAT

#### 6.1. Noțiuni generale privind remedierea

Acțiunile de remediere pot cuprinde o gamă foarte largă de opțiuni, pornind de la reținerea frontului poluant și izolarea sursei, până la tratarea apei contaminate în vederea încadrării ei în parametrii de calitate doriți și depoluarea matricei solide a acviferului.

Alegerea uneia dintre aceste acțiuni de decontaminare trebuie corelată, însă, cu obiectivul de remediere stabilit.

Din punct de vedere al gestionării problemei, pentru depoluarea mediului subteran se poate recurge la;

- măsuri pentru limitarea extinderii ariei poluate;
- măsuri de refacere a zonei subterane poluate;
- autoremedierea (lipsa luării de măsuri), în acest caz mizându-se pe capacitatea de autoepurare a mediului subteran;

Aplicarea uneia din măsurile menționate anterior este dependentă de o serie de factori și anume;

- nivelul de depoluare dorit;
- riscurile asociate poluării;
- folosințele potențiale ale apei subterane;
- capacitatea de autoepurare a stratului acvifer;

Remedierea siturilor contaminate trebuie să răspundă în primul rând la două tipuri de probleme, și anume cele legate de sursa de poluare, respectiv cele privind frontul poluant.

Controlul și/ sau înlăturarea surselor de poluare reprezintă o etapă esențială pentru reușita operațiunilor de remediere, aceasta trebuind efectuată anterior începerii oricăror acțiuni de decontaminare.

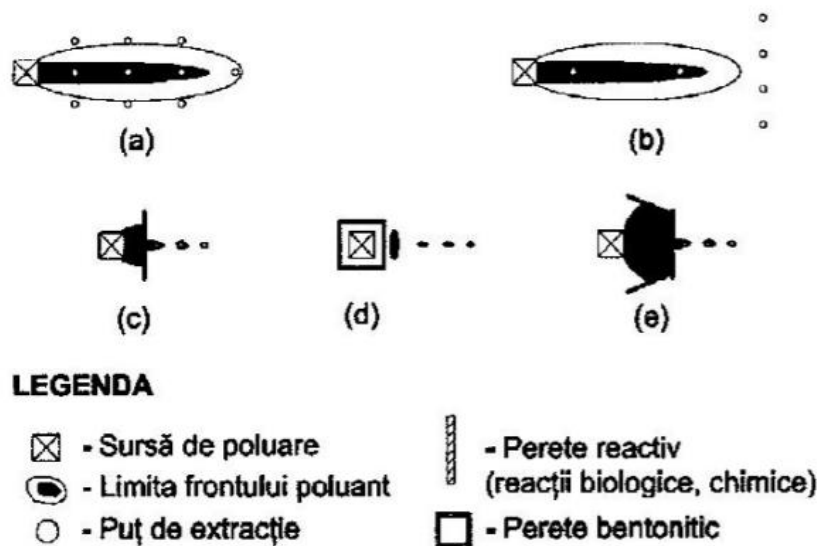
Acțiunile de remediere trebuie să răspundă la următoarele probleme:

- izolarea zonei în care se găsește sursa;
- controlarea migrării frontului poluant;
- tratarea acviferelor poluate și aducerea acestora la un standard de calitate dorit;

Fezabilitatea economică joacă un rol important în cadrul acțiunilor de remediere. Astfel, în unele situații se va considera acceptabilă realizarea unei protecții la limita amplasamentului contaminat, prin aceasta controlându-se migrarea din zonă a poluanților.

În alte cazuri, însă, trebuie să se recurgă la acțiuni mult mai complexe, derulate pe termen lung, ce au ca scop restaurarea sitului respectiv.

În figura 6.1 sunt prezentate schematic câteva procedee utilizate la ora actuală în mod curent pentru controlul sursei și migrării frontului poluant.



- (a) – Soluții de pompare și tratare standard; (b) – Captarea cu șir de puțuri a frontului poluant în vederea tratării; (c) – Sistem de tratare cu bariere reactive; (d) – Sistem de izolare cu pereți bentonitici; (e) – Sistem cu porți de tratare.

Figura 6.1. Procedee utilizate pentru remediere și controlul sursei (Sursa: Alboiu, N.I., 2010)

## 6.2. Alternative privind acțiunile de remediere

Caracterizarea amplasamentului din punct de vedere hidrogeologic, identificarea și descrierea tipului și concentrației poluantului, reprezintă pași premergători alegerii opțiunilor de remediere în cadrul procesului de elaborare al strategiei generale de decontaminare a zonei.

Alegerea tehnologiei de remediere depinde de o serie de factori precum;

- tipul poluantului;
- caracteristicile hidrogeologice ale amplasamentului;
- caracteristicile sursei;
- localizarea poluantului în subteran;

Reușita oricărei acțiuni de remediere depinde de capacitatea acviferului de a transporta poluanții solubili și insolubili, nutrienții și gazele.

Stabilirea capacității de retenție a acviferului privind poluantul respectiv și a biodegradabilității acestuia este crucial pentru detreminarea viabilității unui process de tratare in situ.

Alternativele existente pentru remedierea mediului subteran poluat sunt:

- excavarea și evacuarea din amplasament a pământului contaminat;
- izolarea și reținerea poluantului cu ajutorul barierelor impermeabile;
- pomparea poluantului sau a apei poluate și tratarea acesteia la suprafață;
- extragerea vaporilor din subteran;

Aceste metode nu sunt singurele utilizate, dar sunt cele mai frecvent aplicate la ora actuală. În decursul timpului eficacitatea lor a fost demonstrată în multe situații.

Pentru stabilirea soluției de depoluare a mediului subteran este necesară parcurgerea anumitor etape specifice (figura 6.2).

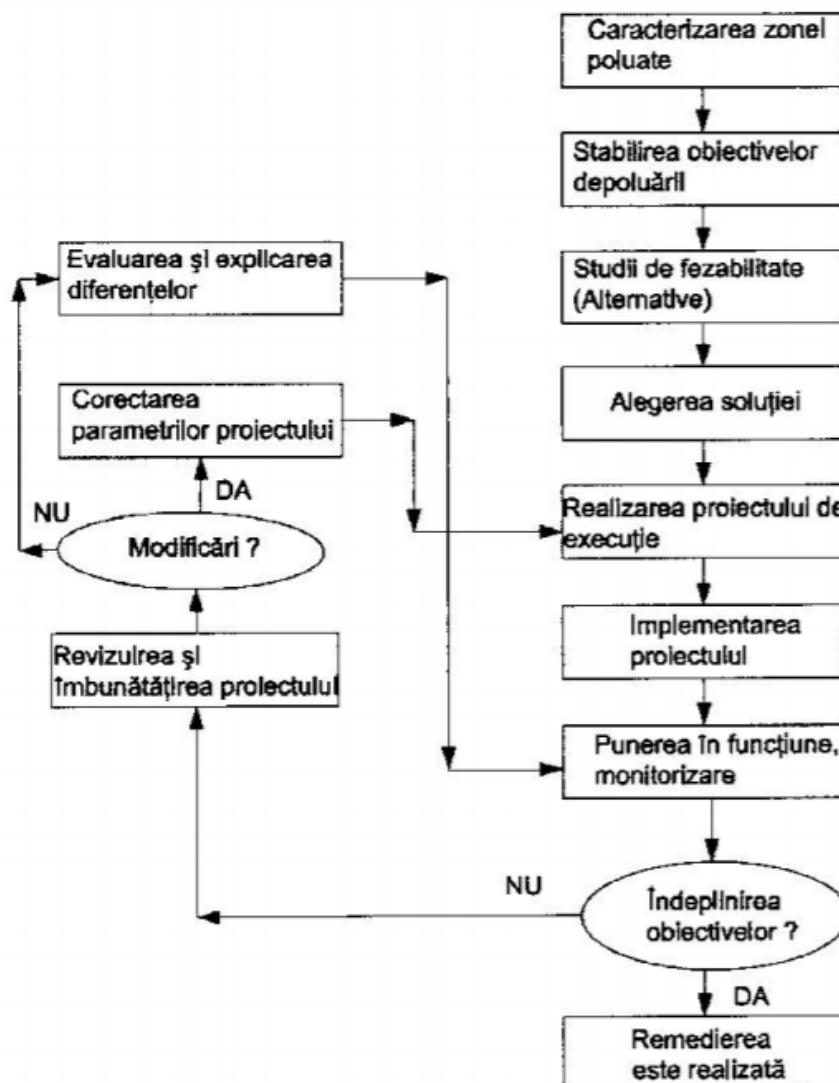


Fig. 6.2. Schema logică a implementării soluțiilor de remediere  
(Sursa: Alboiu, N.I., 2010)

Aplicarea oricărei soluții de remediere trebuie să fie însoțită de o monitorizare atentă a parametrilor de funcționare.

### **6.3. Metode pentru izolarea surselor de poluare**

Prin izolarea surselor de poluare se dorește eliminarea oricărei posibilități de continuare a răspândirii contaminanților în mediul subteran.

În acest scop, pot fi aplicate o serie de metode fizice și/sau hidraulice.

Măsurile fizice presupun izolarea pământului și a apei subterane poluate din apropierea sursei prin prevederea unor ecrane sau pereți impermeabili realizați perimetral.

Metodele hidraulice se referă la pomparea și injectarea apei subterane printr-o serie de puțuri amplasate perimetral sursei sau în interiorul ariei poluante, astfel încât prin controlul gradientului hidraulic să se elimine posibilitatea migrării poluanților în aval.

#### **6.3.1. Izolarea sursei prin metode fizice**

*Metoda îndepărtării prin excavare* – presupune eliminarea propriu-zisă a pământului poluat din amplasament și transportarea lui spre a fi depozitat într-un loc sigur din punct de vedere al protecției mediului, sau spre a fi incinerat într-o instalație specială pentru tratarea termică a deșeurilor periculoase. Această ultimă soluție este aplicată în special în cazul pământurilor contaminate cu poluanți de natură organică puternic refractari, de tipul PCB (bifenili policlorurați) și a unor pesticide.

Materia organică este incinerată cu un aport de carburant, acest lucru ducând la costuri ridicate de aplicare. Compușii cu valoare termică ridicată, de tipul hidrocarburilor, pot fi de asemenea incinerați. Ca urmare a neutilizării unei cantități de combustibil suplimentar, costurile vor fi mai scăzute.

Apa subterană din zona de execuție a lucrărilor trebuie pompată și transportată din amplasament pentru a fi înmagazinată sau tratată în vederea evacuării într-un emisar.

O problemă apărută la aplicarea metodei îndepărtării pământului contaminat prin excavare este aceea a necesității existenței, sau realizării unor depozite pentru deșeuri periculoase. În cazul extinderii contaminării până la adâncimi mari sau sub fundația construcțiilor existente în zonă, îndepărtarea prin excavare a pământului poluat nu poate fi aplicată.

Unul din domeniile de aplicare ale acestei metode îl reprezintă ecologizarea amplasamentelor folosite pentru depozitarea necontrolată a deșeurilor solide sau a depozitelor de deșeuri realizate fără măsuri speciale de siguranță privind interacțiunea cu factorii de mediu. Prin îndepărtarea sursei se va elimina posibilitatea infiltrării pe viitor a levigatului, acest lucru făcând posibilă remedierea apei subterane și a zonei afectate.

*Ecrane impermeabile* – sunt utilizate pentru izolarea fizică a zonei poluate. Rolul lor este de a reține frontal poluant sau levigatul, reducând sau anulând debitul de apă din și în zona de interes. De regulă, soluția este aplicată atunci când nu se urmărește depoluarea zonei, ci doar izolarea acesteia.

Această tehnică este aplicată în special în cazul în care mărimea amplasamentului este redusă, cum ar fi de exemplu depozitele de deșeuri spălate de apele de precipitații (figura 6.3 - a). În astfel de cazuri, rolul ecranului este de a reține curentul de apă subterană în limitele zonei deja poluate.

Pentru realizarea ecranului impermeabil sunt folosite mai multe scheme constructive, alegerea uneia dintre acestea făcându-se în funcție de caracteristicile specifice zonei, respectiv în funcție de localizarea ariei poluate. Deoarece apele de precipitații sau din alte surse vor continua să alimenteze această zonă determinând creșterea nivelului freatic, izolarea ariei poluate cu ecran impermeabil necesită măsuri suplimentare pentru controlul nivelului apei în interiorul incintei create. Aceste măsuri pot consta fie în realizarea unor puțuri de extracție în incintă, fie în acoperirea incintei cu un strat impermeabil care să oprească eventualele infiltrații. Stratul superior poate fi realizat din argilă, membrane sintetice sau o combinație a acestora. Este necesar ca la partea superioară a stratului impermeabil să se asigure o pantă de scurgere a apelor provenite din precipitații.

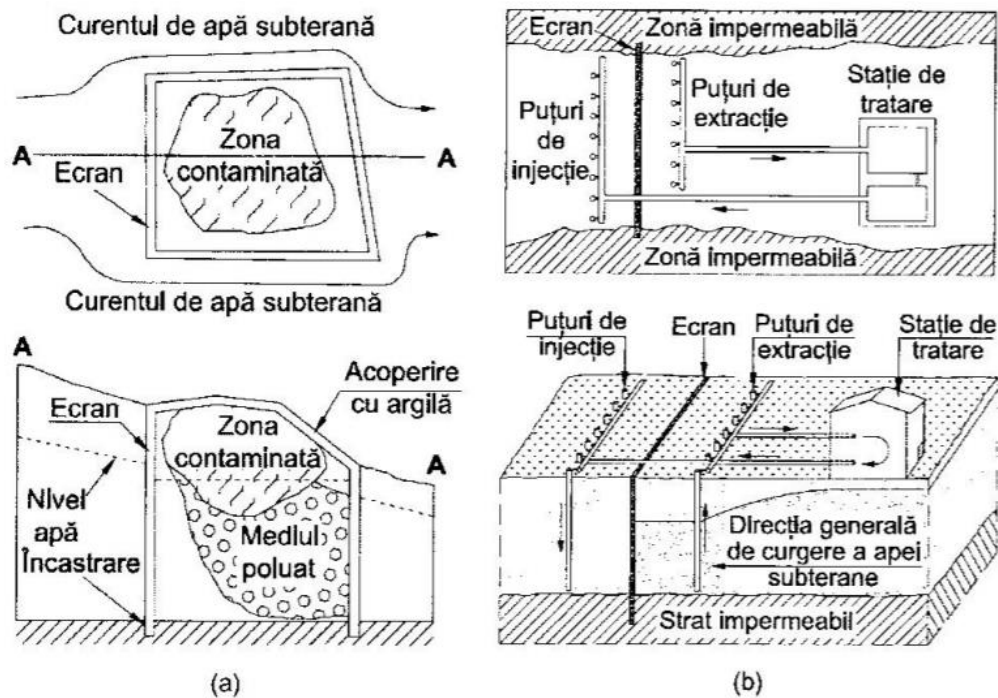


Fig. 6.3. Vedere în plan și secțiune prin: (a) Sistem de ecrane pentru izolarea fizică a sursei de poluare; (b) Metoda ecranului impermeabil în asociere cu aplicarea tehnicilor de pompare și tratare.

(Sursa: Alboiu, N.I., 2010)

Pentru oprirea extinderii ariei poluate, ecranele impermeabile amplasate în calea curentului au fost utilizate în asociere cu tehnicile de pompare și de tratare (figura 6.3 - b).

În cazul menționat anterior, ecranul impermeabil a fost construit într-o zonă cu permeabilitate mai mare, alcătuită din depozite neconsolidate, care facilitau accesul frontului poluant.

În scopul decontaminării apei subterane au fost realizate o serie de puțuri de pompare și injecție, apa poluată fiind pompată din zona amonte a ecranului, tratată și injectată în aval de acesta.

Săparea tranșeei pentru realizarea ecranului se realizează prin excavare, pereții fiind susținuți cu noroi bentonitic care prin pătrundere în porii pământului formează un strat cu permeabilitate redusă. Lățimea uzuală a tranșeeilor este de 0,6 – 1 m, adâncimea putând ajunge până la 20 – 40 m, chiar și mai mult, în funcție de performanțele utilajului de săpare.

Materialele utilizate pentru realizarea ecranelor sunt bentonita și betonul sau beton în amestec cu polimeri.

Aplicarea soluției depinde de următorii factori:

- dificultăți în găsirea materialelor de construcție compatibile cu natura chimică a poluantului;
- dificultăți în controlul execuției ecranelor;
- costul materialelor ce ar putea fi utilizate pentru impermeabilizare;
- dificultăți de execuție, în special în cazul unor acvifere cu permeabilitate mai mare de  $10^{-5}$  cm/s.

Aplicarea acestei soluții va putea fi făcută doar după evaluarea atentă a tuturor caracteristicilor zonei poluate.

### **6.3.2. Izolarea sursei prin metode hidraulice**

Obiectivul acestei metode îl reprezintă modificarea regimului curgerii apei subterane poluate în vederea prevenirii creșterii ariei contaminate, evitarea poluării altor acvifere sau a unor cursuri de apă de suprafață ce constituie receptori ai apelor subterane.

Realizarea acestui deziderat se obține cu ajutorul unui puț sau a unui ansamblu de puțuri de pompare și injecție ce au rolul de a controla frontul poluant prin modificarea parametrilor hidraulici, respectiv a nivelurilor piezometrice.

Mentținerea în funcțiune a sistemului la parametrii proiectați și implicit respectarea nivelurilor piezometrice dorite este esențială pentru atingerea scopului propus.

Principiul metodei constă în amplasarea unuia sau a mai multor puțuri de extracție în fața curentului poluat, realizându-se astfel captarea acestuia (figura 6.4).

Odată oprită înaintarea frontului poluant, se pot concepe și proiecta sisteme de remediere capabile să reducă poluarea în amplasamentul respectiv la nivelurile dorite.

În practică, soluția de izolare hidraulică este aplicată în cazul poluării cu produse petroliere, utilizându-se pentru izolarea zonei afectate o pereche de puțuri, unul amplasat în amonte și celălalt în aval.

Cel din aval are rolul de extracție, iar cel din amonte de injecție (figura 6.5 - a).

O variantă a soluției prezentate anterior o constituie utilizarea a două perechi de puțuri, fapt ce asigură o siguranță mărită în exploatare (figura 6.5 - b).

Prin această schemă se creează posibilitatea opririi în anumite situații (întreținere sau alte intervenții), a uneia din instalațiile de pompare – injectare, păstrând sistemul operațional.

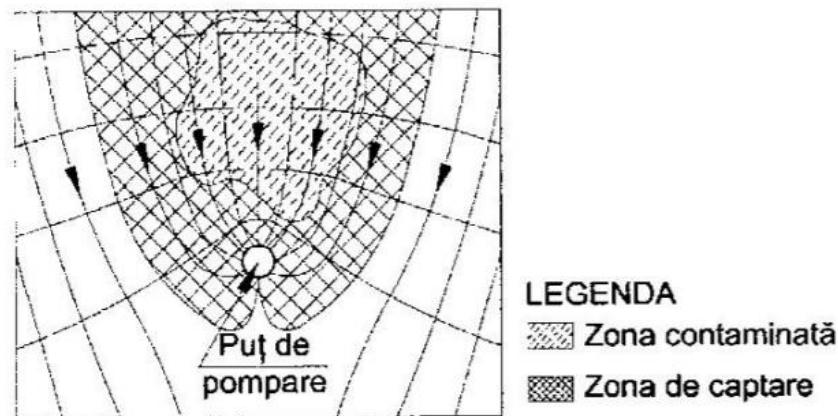


Fig. 6.4. Stabilizarea frontului poluant cu ajutorul unui puț de pompare  
(Sursa: Alboiu, N.I., 2010)

Trebuie menționat că în cadrul acestor scheme se poate prevedea, premergător injectării, un sistem de tratare a apei extrase.

Astfel, apa poluată este supusă unor procese tehnologice cu rol de îmbunătățire a calității.

În această situație sistemul nu va mai avea doar rolul de izolare hidraulică a zonei și va funcționa și ca un sistem de pompare – tratare, fapt ce duce în timp la remedierea calității apei subterane din amplasament.

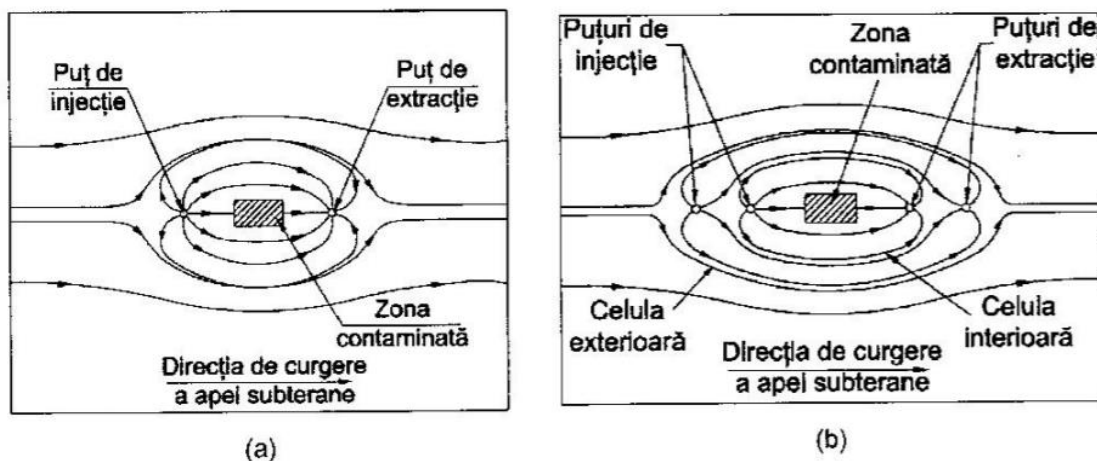


Fig. 6.5. Izolarea hidraulică prin pompare – injectare  
 (Sursa: Alboiu, N.I., 2010)

Pentru aplicarea cu succes a metodei este necesar să se țină seama de următoarele aspecte:

- alegerea numărului de puțuri;
- amplasarea puțurilor;
- determinarea debitelor de pompare și injectare;

Pentru determinarea zonei de captare și stabilirea poziției de amplasare a puțurilor utilizate în decontaminarea apei conținând substanțe poluante dizolvate, se utilizează metodele și teoriile clasice privind captarea apei prin puțuri.

Pentru stabilirea poziției puțurilor și studierea eficienței soluției de remediere se pot utiliza metode analitice, grafice și numerice.