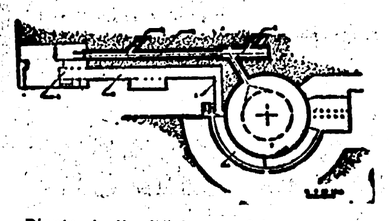


Pianta degli edifici per « Adone »

Il montaggio rotante di « Ada »

« Anelli di accumulazione »:

Una esortazione di Socrate per il programma «Adone»

Alla comunicazione — edita due anni fa a cura del Consiglio Nazionale delle Ricerche — sul primo « Anello di Accumulazione » (A-d-A, *Ada*) per elettroni e positroni, gli autori — Bernardini, Bizzarri, Corazza, Di Giugno, Ghigo, Querzoli, Touschek — premettevano una esortazione tratta dal platonico Fedone: *alla apòdote kai mè amelèsete;* vale a dire: date le altre cose e non trascurate (di farlo). Singolarmente appropriata alla triste situazione che vien fatta oggi alla ricerca scientifica italiana imbastendo — su irregolarità amministrative rese possibili e alimentate da un determinato sistema di rapporti politici e personali — una campagna denigratoria contro i ricercatori come classe, essenzialmente intesa a ridurre gli stanziamenti necessari al loro lavoro.

L'esortazione sarebbe dunque davvero « platonica » nel senso volgare, cioè vana, se rivolta solo ai poteri costituiti. Può ancora riuscire efficace se indirizzata proprio a quelli che danno, ai cittadini, alla opinione pubblica: *mè amelèsete*, non trascurate il debito vostro: nonostante tutto, il denaro che avete dato alla scienza in questi anni è servito a creare, per voi tutti, per il paese e il suo avvenire, una ricchezza assai maggiore del valore delle somme spese. Chi ha profittato ha operato male, ma non ha potuto ridurre in misura sostanziale i risultati incoraggianti conseguiti grazie ai contributi di voi tutti, grazie alla spesa pubblica.

E appunto la linea di ricerca cominciata con *Ada* offre una delle più valide testimonianze a favore della scienza italiana degli ultimi anni, tanto che gli sviluppi ulteriori di essa sono oggi fra le pochissime iniziative per le quali siano stati concessi nuovi fondi. Tali sviluppi costituiscono il programma *Adone*, in corso a Frascati, relativo alla costruzione di un « anello di accumulazione » molto più grande di *Ada*, di cui ripete il nome, con l'accrescitivo.

Già se ne è fatto cenno, su questa pagina, in più occasioni: il vantaggio di un « anello di accumulazione » su un acceleratore di elettroni di tipo classico, un sincrotrone come quello di Frascati, è che nel primo l'energia acquistata dalle particelle accelerate viene praticamente tutta utilizzata nell'urto fra queste; mentre nel secondo caso gran parte di tale energia risulta sprecata, tanto che quella utile si riduce a una piccola frazione del valore ottenuto con l'accelerazione. In concreto: in *Ada* elettroni e positroni (elettroni positivi) sono accelerati a 250 MeV, quindi si scontrano con una energia di 500 MeV; per ottenere lo stesso effetto con il metodo classico, si dovrebbe disporre di un sincrotrone da 160.000 MeV (160 GeV). In *Adone* elettroni e positroni sono accelerati a 1,5 GeV, quindi si scontrano con una energia di 3 GeV; per ottenere lo stesso effetto occorrerebbe un sincrotrone da 9.000 GeV. Giova ricordare qui che sincrotroni per elettroni da 160 o più ancora da 9000 GeV sono semplicemente impensabili; i più potenti in funzione hanno energie di 6,5 GeV.

L'enorme divario fra l'energia raggiunta con l'accelerazione e quella disponibile nell'urto fra una particella accelerata e una « ferma » (in un sincrotrone o altro acceleratore classico) si spiega con considerazioni piuttosto complesse, di cui ci si può fare comunque un'idea se si pone mente al fatto che un elettrone accelerato raggiunge facilmente il limite invalicabile della velocità della luce (salvo frazioni infinitesime), dopo di che l'ulteriore accelerazione si traduce essenzialmente in aumento della massa, che risulta infine moltiplicata per fattori anche molto elevati. Quando un tale elettrone investe una particella «ferma» è in realtà — secondo una immagine ormai classica — come un treno che investa una palla da golf: il treno continua a correre, la palla da golf è sospinta e anche deformata, ma più sospinta che deformata.

In *Ada* o in *Adone* invece elettrone e positrone, entrambi accelerati, sono come due treni che si scontrano frontalmente e rimangono lì, nel punto dello scontro, fatti in pezzi. Ora, « fare in pezzi » le particelle è proprio quello che si vuole ottenere, per trarne indicazioni sulla struttura della materia. D'altra parte, « fare a pezzi » una particella significa fare in pezzi tutta la sua massa relativistica, cioè tutta l'energia in essa accumulata con l'accelerazione, quindi far nascere particelle diverse da quella iniziale, di massa maggiore di quella iniziale nello stato iniziale o « stato di riposo ». Gli urti fra elettrone e positrone in *Adone* potranno produrre praticamente tutte le particelle finora note e forse altre.

Il professor Bruno Touschek — dell'Università di Roma — è il primo ideatore di *Ada* e della sua progenie (non solo *Adone*, ma le macchine analoghe progettate o in costruzione in vari paesi); gli chiediamo come si collocano — questi « anelli di accumulazione » — in rapporto alle macchine acceleratrici di altro tipo, cioè in quale settore della ricerca essi dovranno, specificamente, consentire di raggiungere risultati che non si possono ottenere altrimenti. Ci spiega che — grazie alle enormi energie in essi disponibili — gli « anelli di accumulazione » potranno dare indicazioni anticipate sui campi da esplorare; potranno cioè — se abbiamo bene inteso — escludere certe ipotesi e avvalorarne altre, in modo da orientare l'indagine sistematica con un anticipo di anni rispetto ai metodi tradizionali.

In particolare essi permetteranno di verificare, per più elevate energie e minori distanze, la validità della « elettrodinamica quantistica », cioè della teoria che interpreta le interazioni fra particelle dotate di carica elettrica. Con *Adone* si potrà controllare la teoria per distanze — fra le particelle interagenti — dell'ordine di un milionesimo di miliardesimo di centimetro (10^{-15} cm.); inoltre, per determinate interazioni, si potrà distinguere, più sottilmente di quanto non sia stato possibile finora, fra le deviazioni dalla teoria dovute al comportamento di quelle, fra le particelle con carica elettrica, che hanno anche una carica « barionica » (e quindi sono soggette anche a interazioni diverse, le « interazioni forti »), e le deviazioni spiegabili solo con un limite della stessa teoria.

Il gruppo di ricercatori di *Ada* ha scoperto un particolare « effetto », che è responsabile in parte della perdita di elettroni e positroni in un « anello di accumulazione ». Ma le cause che portano alla perdita di particelle, e quindi determinano la « vita media » dei fasci di elettroni e positroni ruotanti nell'« anello » sono varie: specifica e rilevante è la « radiazione di sincrotrone », vale a dire la continua emissione di energia sotto forma di « quanti » di luce da parte degli elettroni (negativi e positivi) ruotanti. Questa energia deve essere fornita continuamente dal campo elettrico acceleratore, per evitare che le particelle perdano velocità ed escano di fase.

D'altra parte — ci spiega il professor Fernando Amman, direttore del progetto *Adone* — la « radiazione di sincrotrone » svolge una funzione positiva nel senso di addensare elettroni e positroni, rispettivamente, sulle loro orbite. Una caratteristica strutturale degli « anelli di accumulazione » è che in essi i due fasci, di elettroni e positroni, devono continuare a girare per ore (mentre in un normale sincrotrone gli elettroni rimangono per una frazione di secondo) e incontrarsi moltissime volte, perchè le probabilità di urto fra un singolo elettrone e un singolo positrone siano sufficientemente elevate.

Questo comporta notevoli difficoltà costruttive, come la necessità di mantenere stabilmente un vuoto molto spinto all'interno dell'anello (lo specialista di questo problema per *Adone*, è il dottor Corazza; e il laboratorio di Frascati, grazie al lavoro condotto per *Ada* e *Adone*, è oggi considerato il primo in Europa per la tecnica degli alti vuoti), e inoltre condiziona l'osservazione dei fenomeni che si intende provocare e studiare. Mentre in un ordinario sincrotrone questi fenomeni sono provocati dal fascio all'esterno della macchina al termine della accelerazione, nel caso di Adone essi avvengono nello stesso anello, precisamente nelle zone di questo in cui i fasci si incrociano regolarmente; pertanto non hanno luogo in un momento dato, ma in un momento qualunque compreso in un periodo di alcune ore.

Di qui la necessità di predisporre apparecchi « rivelatori » di particolare geometria, e tali da poter essere sensibilizzati istantaneamente: le « camere a scintille » sono i rivelatori che meglio si prestano a un tale impiego, per il quale del resto molto lavoro rimane da fare e molte difficoltà dovranno essere superate. Ma di nuovo — ci dice il professor Amman — queste difficoltà sono compensate da notevoli vantaggi ai fini della identificazione e interpretazione degli eventi che saranno osservati, rispetto alla metodologia ordinaria connessa con l'impiego di acceleratori convenzionali.

Infine: elettroni e positroni saranno forniti a *Adone* da un « acceleratore lineare » attualmente in costruzione negli Stati Uniti, che produrrà tali particelle con una energia di 450 MeV. Per ragioni complesse che tralasciamo, solo pochi impulsi per ogni cento, dell'acceleratore lineare, potranno essere utilizzati da *Adone*. Sorge allora il problema di utilizzare i fasci prodotti da tutti gli altri impulsi per una ricerca indipendente da *Adone*, che potrà essere tuttavia assai proficua perchè il fascio di positroni prodotto da questo acceleratore lineare sarà uno dei più intensi disponibili al mondo. Di questo programma di ricerca, che comporterà l'installazione di un laboratorio connesso con l'acceleratore lineare, si occupa il professor Carlo Castagnoli, ordinario di Fisica superiore alla Università di Torino. Finora, tuttavia, non sono stati stanziati i fondi per questo programma, senza il quale d'altra parte l'acceleratore lineare sarebbe largamente inutilizzato.

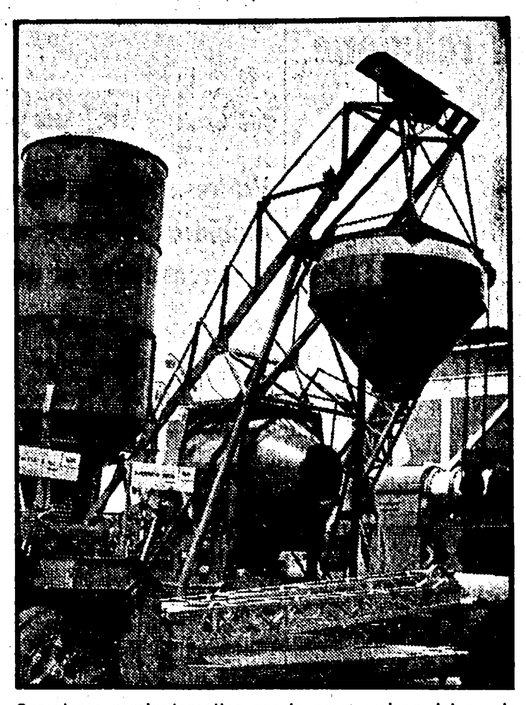
Questo ci riporta al punto di partenza, alla situazione della ricerca scientifica nel nostro paese: *Adone*, dicevamo, è una testimonianza; ma non la sola. Testimoni e garanti sono gli uomini, uno per uno e tutti assieme gli uomini di scienza, i ricercatori, che hanno fatto *Ada* e stanno facendo *Adone*, all'avanguardia rispetto a paesi in cui si spende per la scienza dieci, cento volte più che in Italia; che hanno fatto il sincrotrone, che lavorano alla fisica del « plasma », a Frascati. Che alla Casaccia hanno messo a punto calcolatori elettronici, sistemi di controllo per reattori, servomeccanismi. Che già hanno dato al paese, alla comunità nazionale, incomparabilmente più di quanto abbiano ricevuto; che possono e intendono dargli un futuro di civiltà e di prestigio. Essi hanno il diritto di rivolgersi ai loro concittadini, alla opinione pubblica, ai contribuenti, con l'esortazione di Socrate ai discepoli: *alla apòdote kai mè amelèsete.*

Francesco Pistolese

scienza e tecnica

RASSEGNA DELLE NOVITÀ ALLA FIERA DI MILANO

Rimorchio cisterna costituito da due serbatoi indipendenti, inclinabili per il travaso mediante i pistoni oleodinamici.



Complesso semiautomatico per la preparazione del conglomerato cementizio.

Pezzi lavorati con l'arco voltaico

Un bull-dozer sovietico diesel-elettrico da 29 tonnellate

Un intero settore della Fiera di Milano, come di consueto, è stato riservato alle macchine per lavori stradali, alle attrezzature di cantiere, ai mezzi di sollevamento fissi e semoventi, alle escavatrici e a tutta quella famiglia di macchine, impianti ed attrezzature che hanno ormai reso altamente meccanizzato, quando non addirittura automatizzato, un intero settore industriale che fino a pochi anni fa era ancora ancorato a mezzi tradizionali quali betoniere da caricarsi manualmente, carriole, argani a mano, picconi e pale.

Abbiamo notato, quest'anno, un arricchirsi dei mezzi di sollevamento, più specializzati e più vari nella forma e nel tipo: gru a torre, a cavalletto, gru su ruote con sollevamento a motore, di dimensioni e sagome differenziate, gru più facilmente mobili e trasportabili. Anche nel campo della preparazione dei conglomerati cementizi, si è confermata la tendenza di costruire complessi del tutto meccanizzati, comprendenti serbatoi, dosatori e caricatori della betoniera, sistemi scaricatori del conglomerato da essa preparato, e sistemi di caricamento di questo su camion, carrelli e simili.

Nel settore cantieristico-stradale, una nota nuova hanno portato la partecipazione polacca e sovietica. La Polonia ha presentato una gamma completa di macchine ed attrezzature: escavatrici, compressori stradali (alcuni dei quali montano motori di costruzione italiana), gru, trivelle e sonde, martelli vibratori e così via, di dimensioni piccole e medie, di elevate caratteristiche.

L'URSS ha presentato invece due veri e propri colossi, accanto ad alcune macchine minori, e ne ha affidato la rappresentanza per la vendita ad un'organizzazione italiana, ponendosi così, sul nostro mercato, in diretta concorrenza con i costruttori americani, fino ad ora fornitori quasi esclusivi di macchinario pesante per costruzioni stradali. Il primo di questi due giganti è uno « scraper » che risulta dall'unione di un convogliatore della capacità di dieci metri cubi e di un trattore a due ruote, mosso da un motore diesel da 180 cavalli di potenza a 2.000 giri. Il complesso, in ordine di marcia, pesa 19 tonnellate. Si ha così un rapporto tra il peso del complesso e la capacità del cucchiaio di 1,9, il più basso mai realizzato per macchine di questa classe.

Il secondo gigante è un bulldozer del peso di 29 tonnellate in ordine di marcia, munito di un motore diesel a 12 cilindri a V della potenza di 300 cavalli. La caratteristica più saliente di questa macchina è la trasmissione elettrica: il motore aziona una dinamo, che trasmette così la potenza generata, sotto forma di potenza elettrica, al motore che aziona i cingoli.

Il motivo di una soluzione tecnica del genere risiede nella flessibilità della trasmissione elettrica, che permette di « distribuire » la potenza, generata dal motore diesel, tra sforzo di trazione e velocità: il trattore, cioè, senza che il trattorista agisca su alcun comando, procede ad una velocità più o meno elevata a seconda che il terreno sia più o meno pesante e lo scavo più o meno profondo. Quando il terreno è pesante o lo scavo profondo, la macchina procede a bassa velocità, mentre procede più velocemente con terreno più leggero e scavo meno fondo. La velocità di lavoro, di questo bulldozer varia, in modo continuo, tra 2,3 chilometri all'ora e 20 chilometri all'ora, un'escursione molto ampia, che si realizza per di più in modo automatico, senza l'intervento di alcun organo meccanico, mentre il motore diesel marcia a piena potenza a giri costanti. A quanto pare, dunque, una soluzione tipicamente ferroviaria, tende ad estendersi anche a mezzi e macchine d'altro tipo. Il D 572 è adatto a tutti i terreni ed a tutti i climi: è munito di dispositivo per il preriscaldo della nafta, per l'avviamento elettrico del diesel (la dinamo, alimentata dalla batteria di bordo, funge da motore d'avviamento) la cabina di guida è riscaldata ad aria calda, ma può anche essere ventilata con circolazione d'aria soffiata.

Macchine a elettroerosione. Su queste macchine, in esercizio da un paio d'anni, ma ancora poco diffuse, ci sarebbe da fare un discorso lungo e complesso, a proposito del loro principio di funzionamento, del loro campo l'applicazione e della loro convenienza economica.

Le macchine a elettroerosione vengono impiegate soprattutto per la costruzione di stampi metallici di forma complessa, ricavandoli da masselli in acciaio già temperato. L'asportazione del materiale per scavare le « nicchie » che caratterizzano appunto lo stampo, non avviene mediante asportazione meccanica del materiale mediante una fresa, uno scalpello, una punta, ma per l'azione di innumerevoli piccoli archi elettrici diretti nella direzione e nella posizione più opportuna, ognuno dei quali asporta una piccolissima porzione del massello.

La macchina porta una vasca piena d'olio, al cui fondo è fissato il massello d'acciaio destinato a divenire stampo. Il massello stesso è collegato ad un generatore a corrente continua, il cui secondo polo è collegato ad un secondo elettrodo, che viene immerso nella vasca dall'alto ed avvicinato lentamente al massello. Quando i due elettrodi sono molto vicini, inizia l'archeggiamento e l'erosione dello stampo. L'elettrodo immerso dall'alto, in ottone o grafite, ha esattamente le dimensioni e la forma del pezzo che si vorrà ottenere dallo stampo, e, mediante l'azione delle scintille elettriche, riprodurrà la propria forma, « in negativo » entro il massello.

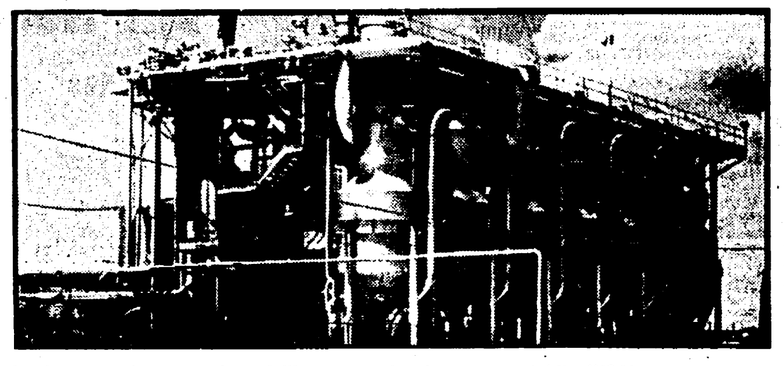
Macchine del genere fanno ormai una concorrenza diretta alle fresatrici a copiare per stampi, e sono assai diffuse nell'URSS, tanto che questo Paese ne ha ceduto la licenza di fabbricazione ad alcune ditte europee.

La costruzione dello stampo risulta più economica, ed è possibile temperare il massello prima della lavorazione evitando disuniformità e deformazioni. Per di più l'elettrodo-modello può essere costruito in ottone o grafite, materiali facilmente lavorabili.

Paolo Sassi

Un fattore dello sviluppo economico

Acqua dolce dal mare: tecniche e costi



Impianto per la conversione dell'acqua marina in acqua potabile (USA)

Si è svolto a Milano per iniziativa della Federazione delle Associazioni scientifiche e tecniche, un convegno su l'« Acqua dolce dal mare ». I termini essenziali del problema sono esposti nello articolo che segue.

Sui velieri del 1600 erano già installati rudimentali alambicchi di distillazione, progenitori degli impianti che si trovano su tutte le navi moderne. Inoltre, sin dal 1872 in varie località desertiche vicine al mare vi sono impianti di distillazione che riforniscono comunità di minatori, come per esempio nel Kuwait; d'altro lato le popolazioni dell'Asia Centrale raccolgono di inverno, per dissetarsi ed abbeverare il bestiame, il ghiaccio che si forma sui laghi salati.

Ma sono determinanti le implicazioni economiche del problema. Il costo dell'acqua naturale dipende dalla purezza e dalla facilità di approvvigionamento, cioè in ultima analisi dai costi di estrazione, trasporto e purificazione.

Per l'acqua potabile il costo di produzione può variare da 6 a 30 lire al metro cubo, ma può salire a 60 lire al metro cubo nel caso di nuove installazioni, secondo dati desunti dal rapporto UNESCO 1954.

L'acqua per irrigazione ha requisiti di purezza molto minori, ed il suo costo può variare tra circa 0,1 e 20 lire/m³, mentre l'acqua per uso industriale sta tra questi estremi per costo e purezza.

Se le necessità sono stringenti (produzione di acqua potabile per comunità isolate) il costo della desalificazione può essere minore di quello di trasporto anche con i vecchi impianti a bassa efficienza, e in questo senso non ci sono difficoltà tecniche; se però si deve competere con i costi accennati sopra, sorgono ardui problemi che non sono ancora stati completamente risolti.

Insomma, produrre economicamente la comune acqua può essere tecnicamente più complesso di un'impresa spaziale condotta senza limitazione di costo. In questo senso però vengono condotte intense ricerche, a livello di laboratorio o di impianto-pilota soprattutto nell'URSS negli USA, in Israele, in Giappone ed in vari paesi europei.

Tra i molti possibili processi di conversione delle acque salate solo pochi sono giunti allo stadio dello studio in impianti-pilota: i più promettenti sono i processi di distillazione e quelli di refrigerazione, in cui l'acqua dolce viene separata come vapore o rispettivamente ghiaccio. Altri processi interessanti sono quelli osmotici ed elettroosmotici, specie di raffinate filtrazioni attraverso membrane che separano i sali dall'acqua; mentre i processi chimici di precipitazione e fissazione dei sali su opportune sostanze reattive sono ritenuti troppo costosi.

In ogni caso il lavoro che si deve compiere per ottenere per esempio, un metro cubo di acqua dolce è almeno eguale (per il principio della termodinamica) al cosiddetto calore di soluzione dei sali, al calore svolto cioè quando in un metro cubo di acqua dolce si sciolgono i sali corrispondenti alla composizione della acqua marina.

Alcuni sistemi

Questo calore, piccolo ma misurabile, è circa 0,8 kwh per metro cubo di acqua pura. Anche disponendo di un impianto perfetto, in cui senza perdite e sprechi tutta l'energia fornita venisse trasformata in lavoro chimico con rendimento 100%, si dovrebbero comunque spendere questi 0,8 kwh per metro cubo. In realtà poi i dispositivi reali sono tutt'altro che perfetti e rendimenti del 20% sono già ottimi, date le inevitabili perdite meccaniche e termiche, dovute agli attriti, ai difetti di isolamento, alla inefficienza degli scambiatori di calore, ai gas e vapori di scarico, alle acque di raffreddamento, ecc. Si possono però diminuire queste perdite con una buona progettazione.

Esaminiamo ora in maggior dettaglio alcuni sistemi di conversione. La distillazione può avvenire a pressione atmosferica o sotto pressione (per ebollizione a temperature superiori a 100°) od ancora a pressione ridotta ed a temperatura relativamente bassa (per decompressione). In questo caso si avvia l'acqua, riscaldata a circa 80-100°, in un evaporatore dove è stato praticato un vuoto parziale; l'acqua evapora ed il vapore acqueo viene asportato con una pompa aspirante, ricompresso in un refrigerante e condensato.

Un importante problema è il controllo delle incrostazioni che si formano sulle superfici riscaldanti e che abbassano disastrosamente il rendimento con serio rischio di surriscaldamento e di scoppio. Il fenomeno si aggrava rapidamente con l'aumento della temperatura, e non permette attualmente di superare temperature di lavoro di circa 150°, mentre il rendimento cresce con la temperatura e raggiunge un massimo economico attorno ai 300°.

Altro fenomeno che per ora impedisce di salire a temperature più convenienti è la corrosione dei metalli da parte dell'acqua salina. Le ricerche in corso mirano a trovare materiali economici e resistenti che permettano di salire a 200-300°: a materiali già noti per la resistenza, come vari bronzi ed ottoni, se ne aggiungono nuovi, come il titanio ed i rivestimenti ceramici.

Le ricerche però si sono indirizzate specialmente verso l'ottenimento di rendimenti elevati migliorando gli scambi termici tra i riscaldatori, l'acqua riscaldata ed il vapore: si cerca di ottenere una maggiore efficienza distribuendo l'acqua salina bollente in un velo sottile sopra superfici riscaldanti.

Nell'evaporazione per decompressione si hanno meno problemi di corrosione ed incrostazione per le temperature più basse; qui però c'è un altro problema tecnico, quello di sviluppare pompe di portata enorme, e cioè di varie centinaia di metri cubi al secondo, per aspirare il vapore acqueo dagli evaporatori.

L'energia termica, infine, può essere solare (specie per installazioni mobili o semipermanenti in zone tropicali), prodotta mediante combustibili fossili o prodotta mediante reattori nucleari (si prevede che in questa applicazione l'energia nucleare sarà competitiva entro il periodo 1965-1970).

Altrettanto promettenti sono i metodi di refrigerazione, basati sul fatto che i cristallini di ghiaccio ottenuti facendo congelare l'acqua di mare sono del tutto privi di sale; però dell'acqua salata rimane aderente ad essi od intrappolata negli interstizi, e va eliminata per sgocciolamento o centrifugazione e lavaggio con una piccola parte dell'acqua prodotta. Le migliori condizioni di lavoro sono quelle in cui si formano cristalli relativamente grossi e ben lavabili. Il raffreddamento può essere prodotto da un comune circuito frigorifero, in cui un fluido adatto viene compresso, raffreddato a temperatura ambiente, poi fatto espandere in un serpentino refrigerante che viene così energicamente raffreddato, ed infine ricompresso; però termodinamicamente è vantaggioso usare la stessa acqua come fluido frigorifero, iniettandola in una camera a vuoto dove in parte evapora, in parte, per il raffreddamento così prodotto, congela: il vapore acqueo viene poi aspirato, ricompresso e ricondensato sfruttando la bassa temperatura del ghiaccio prodotto.

Anche qui la portata enorme delle pompe è un problema, ma sono state trovate due soluzioni di alta efficienza. L'una consiste nell'usare invece delle pompe, una speciale soluzione igroscopica capace di assorbire il vapore acqueo a bassa temperatura e di cederlo se riscaldato. L'altra consiste nell'usare un fluido refrigerante non miscibile con l'acqua, che viene mescolato ad essa sotto pressione, allo stato liquido, viene fatto espandere nella camera di congelamento, aspirato e ricompresso assieme al vapore acqueo, ed infine condensato e separato da questo. Il vantaggio sul primo metodo sta nell'intimo contatto tra acqua e refrigerante che migliora il rendimento.

Lento progresso

Tra i processi chimici ricordiamo le precipitazioni dei sali di calcio e magnesio con acido fosforico ed ammoniaca; si produce una soluzione salina che si può distillare senza timore di incrostazioni ed un precipitato che è un ottimo fertilizzante e può forse servire anche per estrarne i sali metallici che vi si concentrano. Il sistema ha interesse potenziale come trattamento preliminare, ma per ora è troppo costoso, come pure il trattamento con resine a scambio ionico (particolari resine sintetiche che possono fissare selettivamente i sali dalle soluzioni, e possono essere rigenerate a temperatura più alta con una minore quantità di acqua dolce).

Invece un processo molto promettente è l'elettroosmosi o elettrodialisi, basata sul fatto che i sali in soluzione si presentano come frammenti molecolari dotati di carica elettrica (ioni) e perciò capaci di muoversi sotto l'influsso di un campo magnetico.

Un notevole interesse offre, per il suo basso consumo di energia, anche l'osmosi attraverso membrane semipermeabili, per esempio, di acetato di cellulosa. Dalla parte dove c'è l'acqua salata si applica una pressione e con meccanismo ancora non ben chiaro l'acqua filtra attraverso la membrana, che trattiene invece i sali.

Sono stati proposti anche altri processi, tra cui l'estrazione selettiva dell'acqua mediante solventi organici che non sciolgono i sali, od ancora la desalificazione biologica mediante alghe ma la scarsità di dati non ci permette di discuterli.

Come appare evidente dalle precedenti considerazioni, la soluzione del problema della desalificazione non attende una grande e decisiva scoperta, ma un lento e faticoso progresso tecnico ed un delicato lavoro di ottimizzazione dei processi, per cercare di conciliare innumerevoli fattori generalmente contrastanti (elevato rendimento, basso costo di installazione e di manutenzione) ed ottenere il minimo costo globale d'esercizio. Occorre tenere poi conto di fattori variabili caso a caso, come il costo dell'energia disponibile, possibilità di abbinare l'impianto con altri complementari (centrali termiche) e possibili sottoprodotti di interesse industriale.

Probabilmente non v'è una soluzione unica, ma caso per caso potranno essere convenienti vari processi o loro combinazioni. Riferendoci ai costi, sopra riportati, dell'acqua naturale da nuovi impianti, si può dire che fin da ora la desalificazione comincia ad essere economicamente competitiva per la produzione di acqua potabile, e ciò specie in zone aride, mentre la produzione di acqua per uso agricolo od industriale non è ancora conveniente.

Dato però che in molti paesi le risorse idriche sono sfruttate oggi fino al 75% ed anche oltre ed i costi sono già in aumento, mentre è prevedibile una graduale diminuzione del costo dell'acqua desalificata, si può prevedere che il suo uso si diffonderà sempre più, a partire dalle zone tropicali, fino forse a raggiungere anche la possibilità di impiego agricolo ed industriale.

d.

Per necessità di spazio siamo costretti a rinviare il « Dizionario nucleare ».