

IL SOLARE, LA SOLUZIONE ENERGETICA SOGNATA IN PERIODO AUTARCHICO (1935-1940)

Marino Ruzzenenti
Storico dell'ambiente

In quel periodo, l'Italia, non baciata dalla fortuna per i giacimenti fossili, era costretta dalle strettoie dell'agognata autarchia¹ a cercare in altre direzioni per il proprio approvvigionamento energetico, in quelle fonti direttamente o indirettamente originate dal sole, il "ministro maggior della natura"² che opera nelle "officine chimiche del buon Dio", come diceva il Parravano. Si svilupparono tutte le tecnologie in grado di catturare il solare indiretto (biocombustibili, idroelettrico, eolico, solare termico) realizzando innovazioni di grande interesse per l'epoca e non solo.

Del resto l'Italia è per eccellenza il paese del sole, fonte primaria di energia per il Pianeta. Ed era al sole che alcuni scienziati e ricercatori lungimiranti guardavano in quel periodo. Il tema fu posto già nel 1930 in un'appassionata relazione su "Energia idraulica e termica" da Orso Mario Corbino, scienziato e ministro³, secondo il quale grandi conseguenze economiche avrebbe potuto avere per l'Italia "la risoluzione del problema di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica"⁴, un impatto sullo sviluppo del Paese paragonabile al ruolo dell'energia idrica nella prima industrializzazione di fine Ottocento - inizio Novecento. Purtroppo, dopo 80 anni, proprio noi italiani dobbiamo constatare quanto esigua sia la strada percorsa.

Macchine e centrali elettriche solari

Del resto lo sfruttamento termico del sole poteva ritenersi scontato ed ovvio: bastava valorizzare l'esperienza millenaria prodotta dalla civiltà agricola. Alcuni ricercatori, in quell'epoca, vollero, invece, cimentarsi in un'impresa più ambiziosa: come trasformare in modo efficiente il calore solare in energia cinetica per azionare macchine, pompe, alternatori... Ebbene su questo terreno l'Italia produsse in quell'epoca esperienze pionieristiche di eccezionale rilevanza, stimolata, vuoi dalla

¹ Per una valutazione critica del periodo autarchico si veda: Marino Ruzzenenti, *Autarchia vere*, Jaca Book, Milano 2011.

² Gino Bazzani, *Economie autarchiche nel settore dei combustibili*, "L'industria nazionale. Rivista mensile dell'autarchia", a. XXV, n. 5, maggio 1940, p. 9.

³ Orso Mario Corbino (1876-1937) fu un personaggio di effervescente dinamismo, ricercatore e scienziato di vaglia, ma anche politico intraprendente (ministro della pubblica istruzione tra il 1921 e il 1922, ministro dell'economia nazionale tra il 1923 e il 1924), seppè destreggiarsi all'interno del regime fascista, senza, pare, iscriversi mai al partito, promuovendo con sagacia organizzativa, in particolare, l'attività di ricerca di Enrico Fermi e dei "ragazzi di via Panisperna", per agevolare lo sviluppo in Italia della fisica atomica e nucleare. Cfr. Edoardo Amaldi, Luciano Segreto, *Orso Mario Corbino*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 28, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma 1983, pp. 760-766. Si veda anche Franco Rasetti, *Orso Mario Corbino e la fisica nucleare*, in "Scienza e tecnica", vol. 2°, fasc. 4°-5°, aprile-maggio 1938, pp. 147-149.

⁴ Cesare Silvi, *Lo sviluppo della ricerca negli impianti solari tra storia e futuro*, relazione presentata il 16 maggio 2007 al convegno, *Da Enrico Fermi a Edoardo Amaldi: una continuità in nome della scienza*, Roma, Accademia dei Lincei, 15 - 16 maggio 2007, p. 7. www.gses.it/pub/csilvi-lincei.pdf

penuria strutturale di fonti energetiche, vuoi dalla propizia insolazione di cui godeva sia nella Penisola che in Colonia.

Uno scienziato con il bernoccolo dell'energia solare fu nei primi decenni del Novecento Mario Dornig, docente alle Università di Vienna e di Milano⁵. Nel 1916, nel bel mezzo del primo conflitto mondiale, Dornig delineò quattro settori chiave per consolidare lo sviluppo economico dell'Italia: l'utilizzazione dell'energia solare; l'esplorazione delle risorse minerarie; le previsioni a lungo termine e la possibilità di influenzare i fenomeni meteorologici di maggior rilievo; l'uso razionale e sistematico dell'intelligenza degli animali⁶. E nel 1918 pubblicò i suoi primi lavori sull'utilizzazione dell'energia solare⁷, cui seguirono altri studi pubblicati nel 1922⁸, di cui qui, per economia di spazio, non daremo conto. Da allora, per un ventennio, sviluppò una mole considerevole di ricerche condensate in un ponderoso saggio pubblicato in tre parti sulla rivista "L'Ingegnere", dal 1939 al 1940, su cui invece è necessario soffermarsi.

Ciò che scriveva Dornig 70 anni fa, nelle sue considerazioni conclusive, sorprende l'odierno lettore per la capacità predittiva e la cocente attualità:

Se ad esempio si pone mente alla scarsità di combustibili in cui ci troviamo, alla facile eventualità di un prossimo esaurimento mondiale dei combustibili liquidi ed alla necessità di trasformare artificialmente il combustibile solido in combustibile liquido, si può però riflettere che se fosse possibile accumulare in combustibile liquido (ad es. nafta da 10.000 Cal/kg) soltanto l'uno per cento dell'energia solare basterebbe un quadrato di 100 km di lato, preso, ad esempio, nei più infocati e sterili deserti della Danalia o del Fezzan, per fornire all'Italia tutto il suo fabbisogno di combustibili sotto la forma comoda e pregiata di combustibile liquido. [...] si calcola l'esaurimento totale delle riserve mondiali di carbon fossile in un periodo di 200 a 500 anni a seconda dell'incremento prevedibile del consumo. Per i combustibili liquidi sarebbe però assai prossimo, fra 20 o 30 anni al massimo. Se l'esaurimento delle risorse di carbon fossile si risente appena in qualche località, quello del combustibile liquido comincia infatti a preoccupare il mondo intero. [...] La moderna civiltà industriale deve gran parte della sua origine e della sua esistenza proprio ai combustibili fossili ed appena in questi ultimi decenni, grazie ai prodigiosi sviluppi dell'elettrotecnica, cui hanno tanto contribuito i maggiori geni italiani, si è potuto in parte intaccare questo monopolio sostituendo ad esempio la trazione elettrica alla locomotiva a vapore, il forno elettrico ai forni a carbone.

⁵ U. D'Aquino, *Mario Dornig*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 41, Istituto dell'enciclopedia italiana, Roma 1992, pp. 500-502.

⁶ Mario Dornig, *L'insegnamento tecnico e l'economia nazionale*, "Il monitore tecnico", n. 28, 30 settembre 1916.

⁷ Mario Dornig, *Il calore solare e la sua utilizzazione. I-II*, "Il monitore tecnico", n. 13, 10 maggio 1918, pp. 98-102; Idem, *Il calore solare e la sua utilizzazione. III*, "Il monitore tecnico", n. 15, 30 maggio 1918, pp. 114-116.

⁸ Mario Dornig, *L'utilizzazione del calore solare coi sistemi a bassa temperatura. I-V*, "Il monitore tecnico", n. 24, 30 agosto 1922, pp. 281-286; Idem, *L'utilizzazione del calore solare coi sistemi a bassa temperatura. VI-VII*, "Il monitore tecnico", n. 25, 30 agosto 1922, pp. 293-295. 2

Tuttavia questo preoccupante problema di combustibili è singolarmente piccolo di fronte alle risorse dell'energia solare. Se secondo la statistica sopra citata il consumo mondiale di combustibile si ragguaglia a 1.837 milioni di tonnellate annue di carbon fossile (a circa 7.500 Cal/kg); se d'altra parte la terra è continuamente investita da un fascio di raggi solari del diametro di circa 12.700 km, che irradia un'energia di circa 1.300 Cal/ora per m² di superficie normale, il rapporto fra la seconda e la prima quantità di energia sarebbe

$$\frac{1.300 \times 365 \times 24 \times 12.700.000^2 \pi/4}{1.837.000.000.000 \times 7.500} = 106.00$$

Vale a dire il problema del combustibile così vitale per l'avvenire dei popoli non intacca nemmeno la centomillesima parte delle risorse mondiali di energia. Qualsiasi invenzione, qualsiasi progresso nella utilizzazione diretta o indiretta di tali energie può capovolgere completamente la situazione odierna, cambiare del tutto i rapporti economici mondiali [...]. L'utilizzazione dell'energia solare non appare oggi più ardua né più lontana di quello che siano apparse un giorno molte altre realizzazioni della tecnica ora soddisfacentemente raggiunte. L'utilità però della soluzione di questo problema per il genere umano sarebbe assai maggiore di qualsiasi altro ramo della tecnica attualmente rigoglioso. [...] Voglia il nostro paese, che fortunatamente fino ad oggi enumera non pochi volonterosi antesignani di una nuova tecnica, non rimanere, nemmeno per il futuro, secondo a nessun altro in questo grande rivolgimento dell'industria e dell'economia mondiale⁹.

Dornig, giungeva a queste conclusioni, dopo aver considerato tutte le opportunità offerte dall'utilizzazione diretta e indiretta dell'energia solare.

Ovviamente era ben consapevole che, estendendo l'esposizione a tutte le forme, comprese le più remote, di utilizzazione indiretta, avrebbe dovuto comprendervi quasi tutte le risorse energetiche allora conosciute, dagli impianti idroelettrici a quelli eolici, allo sfruttamento tanto dei combustibili di produzione agricola quanto di quelli fossili, anch'essi frutto della fotosintesi clorofilliana, pur avvenuta in epoche antichissime. Nel suo saggio, invece, intendeva, soffermarsi solo su forme non ancora sfruttate, come i differenziali termici tra le acque superficiali e quelle profonde degli oceani o di bacini interni con particolare caratteristiche, oppure come l'utilizzo di un salto d'acqua creato artificialmente collegando il mare ad una grande depressione naturale relativamente vicina.

Citava, in premessa i suoi studi sull'utilizzazione dell'energia solare, fondata sul principio del riscaldamento diretto a bassa temperatura, mediante calore solare, di sottili strati di acqua defluenti lentamente in bacini artificiali, per ipotizzare l'estensione di tale concetto ad uno sfruttamento, del

⁹ Mario Dornig, *L'energia solare III. I futuri sviluppi della tecnica e l'avvenire dell'economia mondiale*, "L'ingegnere", 15 maggio 1940, n. 5, p. 342-343. 3

tutto analogo e con mezzi simili, delle differenze di temperatura che si formano in taluni bacini naturali. Era il caso, secondo Dornig, dei laghi di Bracciano e di Bolsena: supposta una temperatura di superficie di 23,5 °C ed una temperatura degli strati profondi di 6,5 °C, mediante un ciclo a bassa temperatura a vapore di ammoniaca, tenuto conto di tutte le varie perdite dell'impianto, dimostrava come si sarebbero potuti ricavare annualmente nei mesi estivi, nel lago di Bolsena 160 milioni di kWh e nel lago di Bracciano 100 milioni di kWh, ad un costo netto di circa 0,06 L/kWh.

Analogamente impianti simili si potevano installare negli oceani, soprattutto alle latitudini tropicali. Per questo Dornig studiò un tipo normale di centrale galleggiante, ancorata al fondo come una boa, e munita di un tubo verticale per attingere l'acqua fredda in profondità, e di tubi assai più corti per scaricare l'acqua fredda e l'acqua calda, attinta alla superficie. L'energia prodotta sarebbe stata trasmessa alla terra ferma mediante cavi sottomarini ad alta tensione. Questa centrale tipo avrebbe avuto la forma di un enorme boa lenticolare del diametro di circa 135 m e del pescaggio medio di circa 6 m, munita di un tubo per attingere l'acqua fredda, lungo 700 m e del diametro di 15 m, di 68 caldaie per l'evaporazione dell'ammoniaca, e di 64 condensatori, ciascuno di 5 m di diametro e 5 m di lunghezza. La potenza sviluppata sull'asse delle turbine sarebbe stata di circa 135,9 MW, ma, detratta la potenza assorbita dalle pompe di circolazione dell'acqua fredda e dell'acqua calda, le perdite nei trasformatori e nei cavi, si otteneva una potenza disponibile sulla terra ferma di 100 MW, che, dato il funzionamento continuo di circa 8.000 ore annue (non essendo possibile accumulazione, e dovendosi equiparare tali centrali oceaniche ad impianti idroelettrici ad acqua fluente), corrispondevano ad un'energia annua di 800 GWh, ad un prezzo che si calcolava non superiore a 0,03 L/kWh. Infine, valutava possibile l'installazione nei mari tropicali del Pianeta di un numero massimo di 25.000 centrali tipo che avrebbero dato una energia oceanica massima utilizzabile di circa 20 milioni di GWh all'anno, vale a dire parecchie volte tutto il complesso di energia che si poteva sperare di ottenere, all'epoca, in tutto il mondo da tutti gli impianti idroelettrici e termoelettrici. Va qui annotato che questa idea è alla base del progetto denominato Otec (Ocean Thermal Energy Conversion) attualmente in corso di realizzazione, che prevede l'utilizzazione delle acque calde dell'oceano Pacifico meridionale per la realizzazione di un ciclo termodinamico a bassa temperatura con l'ammoniaca come fluido intermedio¹⁰.

Un altro sistema di utilizzazione indiretta dell'energia solare era quello di derivare mediante canali l'acqua del mare per portarla ad evaporare per effetto del calore solare in depressioni chiuse naturali, ottenendo, così, una caduta facilmente sfruttabile mediante opportuni impianti idroelettrici. Veniva citata, a questo riguardo, la proposta più grandiosa, ma anche più discutibile e fantasiosa,

¹⁰ *Ocean Thermal Energy Conversion*, www.nrel.gov/otec/what.html; www.seasolarpower.com/OTE-technology.html 4

quella del Soergel che ipotizzava di chiudere il Mediterraneo con una diga alta circa 320 m situata ad occidente dello stretto di Gibilterra, in prossimità di Tangeri, cosicché per effetto della maggior evaporazione prodotta dal calore solare sullo specchio d'acqua in confronto all'acqua dolce apportata dai vari fiumi confluenti e dalle piogge, il livello del mare Mediterraneo si abbasserebbe di oltre 200 m rispetto a quello dell'Atlantico. Lo scopo sarebbe molteplice e principalmente da un lato, per effetto del prosciugamento delle coste, si sarebbero aggiunti circa 660.000 km² di nuove terre emerse sulle coste dei vari paesi mediterranei. Dagli afflussi di acqua marina che dall'Atlantico sarebbero andati ad integrare gli altri afflussi naturali onde mantenere il nuovo livello del Mediterraneo, con una caduta di circa 200 metri, si sarebbe ricavata una potenza di oltre centosessanta milioni di cavalli vapore. Dornig non nascondeva, però, le numerose controindicazioni, tra cui, oltre ai colossali sconvolgimenti biologici e forse climatici indotti, l'angoscia delle popolazioni che fossero vissute in quelle terre emerse, sotto la minaccia devastante di un cedimento catastrofico della diga.

Uno studio, invece più realistico e che destò all'epoca vivo interesse, fu quello del Prof. Vinassa de Regny intorno alla depressione dancale, tra l'Eritrea e l'Etiopia, che, stando ai rilievi dell'epoca, aveva una lunghezza di circa 240 km, una larghezza media di 40 km, una profondità massima di circa 120 m sotto il livello del mare. Era previsto di congiungere la parte settentrionale di detta depressione col Mar Rosso mediante un canale lungo dai 20 ai 30 km a seconda del tracciato scelto, e di una Sezione utile di 800 m². Supponendo di usufruire di una caduta netta, dedotte le perdite di carico nel canale, di 12-14 m e di una superficie evaporante di 4.750 km², con una evaporazione complessiva di 3 m all'anno, si sarebbe potuto contare su una portata continua di circa 450 m³/sec e su una potenza netta continua di 63.000 CV. Il tutto con un effetto positivo anche sul clima, normalmente torrido e quasi privo di precipitazioni, della regione¹¹.

Dopo aver citato un altro studio analogo per la chiusura della laguna di Macaraibo nel Venezuela, Dornig concludeva ottimisticamente che questi interessanti esempi (in verità solo teorici) avrebbero dimostrato come l'utilizzazione indiretta dell'irradiazione solare, mediante l'evaporazione dell'acqua marina in depressioni naturali, non offrirono particolari difficoltà tecniche, se non la necessità di uno studio accurato caso per caso, a seconda della conformazione dei terreni e delle necessità dei singoli paesi.¹²

¹¹ *Il mare dancale*, in Ettore Cesari e Angelo Testa, *Notizie sulle possibilità di utilizzazioni idroelettriche nell'Africa orientale italiana*, "L'Energia Elettrica", fasc. XII, vol. XIII, dicembre 1936, p. 799.

¹² Mario Dornig, *L'energia solare II. L'utilizzazione indiretta*, "L'ingegnere", 15 agosto 1939, n. 8, pp. 681-686. 5

Ma la parte sicuramente più interessante del lavoro di Dornig era quella relativa all'utilizzazione diretta dell'energia solare, in cui discuteva, con tutti i dettagli tecnici del caso, l'efficienza e la convenienza delle diverse tecnologie, fino ad allora sperimentate

Partiva da un'ovvia considerazione sulle località ideali in cui installare macchine solari che così classificava: mediocre, una regione situata a 30° o più di latitudine o dove le precipitazioni atmosferiche annue superassero i 400 mm; buona, una regione situata a 23° o meno di latitudine (cioè tropicale) e con le precipitazioni inferiori ai 250 mm; ottima, una regione a 10° di latitudine o meno, con precipitazioni al di sotto dei 150 mm annui.

Considerava poi i tre principali sistemi possibili per la conversione diretta in energia utilizzabile della energia solare radiante: la concentrazione attraverso specchi allo scopo di ottenere alte temperature secondo il noto sistema di Archimede; il sistema a semplice radiazione, col riscaldamento diretto di piani o cassoni eliodinamici per far funzionare una macchina a vapore col ciclo a bassa temperatura ed a piccolo salto termodinamico; la conversione diretta dell'energia solare radiante in corrente elettrica continua mediante cellule foto-elettriche.

Per la prima tecnologia, facendo riferimento in particolare alla macchina di Abbot, delineava il suo impianto ideale: un sistema di specchi a segmenti di cilindro parabolico con le generatrici disposte in piani meridiani e inclinate rispetto alla orizzontale di un angolo complementare dell'altezza del sole sull'orizzonte, a mezzogiorno. L'elemento generatore era costituito da un tubo annerito corrente lungo il fuoco della parabola, mentre lo specchio ruotava secondo un asse parallelo alle generatrici per effetto di un meccanismo eliostatico che si muoveva a velocità equivalente ad un giro nelle 24 ore, mantenendo così la bocca dello specchio sempre normale ai raggi solari; gli specchi potevano essere costruiti in lamiera di alluminio lucido oppure in lamiera di ferro verniciata in bianco; l'armatura ed i supporti dovevano essere dimensionati in modo da resistere ai venti più forti dominanti nella regione, tenendo conto dell'effetto vela degli specchi parabolici. Un simile impianto, con una irradiazione media di 500 Cal/m²/h, avrebbe richiesto da 11 a 12 m² di superficie di bocca degli specchi per kW; cioè per un impianto di 10 MW una superficie di circa 120.000 m² vale a dire circa 350 x 350 m; anche limitando a solo 2.000 ore l'esercizio annuo se ne sarebbero ricavati almeno 20 GWh annui. Questo risultato avrebbe dovuto compensare equamente le spese di esercizio e soprattutto il costo degli specchi e dell'impianto, purché venissero adottati i più moderni turboalternatori a vapore e la tecnologia fosse dimensionata per potenze abbastanza rilevanti e collocata in località particolarmente adatte.

Un sistema alquanto diverso era quello proposto dallo stesso Dornig ed applicato negli impianti sperimentali di Romagnoli, di D'Amelio e di Andri, cioè il riscaldamento diretto di masse di acqua

6

senza alcuna concentrazione dei raggi solari e con cicli a basse temperature mediante sostanze facilmente evaporabili analoghe a quelle usate nei cicli delle macchine frigorifiche.

A prescindere dalle prime esperienze dell'Ing. Romagnoli, che adoperava cassoni di spessore evidentemente eccessivo, tanto il D'Amelio come l'Andri si erano orientati verso recipienti piani con esiguo spessore di liquido, pochi millimetri, così da ridurre le dispersioni e mantenere in limiti ragionevoli, sebbene abbastanza elevati, la massa termica agente sulla parte ad alta temperatura del ciclo. Come fluido più conveniente per il ciclo termodinamico tanto il D'Amelio che l'Andri, pur seguendo vie e metodi completamente diversi per quanto riguardava la struttura dei pannelli piani e la loro inclinazione, erano arrivati alla identica conclusione scegliendo il cloruro di etile, con formula bruta C_2H_5Cl , che a $20^\circ C$ ha una pressione di $1,365 \text{ kg/cm}^2$ ed a $40^\circ C$ una pressione di $2,630 \text{ kg/cm}^2$: quindi, anche per altre proprietà, si adattava assai bene sia in piccoli motori a stantuffo sia in turbine a vapore anche con potenze non eccessivamente elevate e ad un solo salto di pressione ed una sola ruota girante. Supponendo pertanto di poter disporre di un salto termico tra la temperatura di $50^\circ C$ e quella di $20^\circ C$, si sarebbe ottenuto con ciò un rendimento termodinamico teorico del 10%. Tenuto conto però delle imperfezioni del ciclo pratico, degli attriti aerodinamici della turbina (o delle perdite di un piccolo motore a stantuffo), degli attriti meccanici, delle potenze assorbite dagli organi ausiliari, l'effettivo rendimento complessivo si poteva valutare in 4 o 5% al massimo, cioè circa $1/3$ di quello cui si poteva arrivare con un impianto eliodinamico a concentrazione.

Pertanto con un'irradiazione di $500 \text{ Cal/m}^2/\text{h}$ si sarebbero potute ricavare da 20 a 25 calorie utili, vale a dire una superficie di 35 - 43 m^2 di piani eliodinamici per kW effettivo utile sviluppato, tripla di quella di bocca degli specchi concentratori eliostatici.

Per un confronto tra le due tecnologie bisognava tenere presente che la vera superficie occupata dagli specchi era circa il doppio della loro superficie utile o «bocca», e che il costo unitario di superficie degli stessi era assai maggiore di quello dei piani eliodinamici, sia per la loro stessa struttura, sia per le incavallature che offrivano maggior presa al vento e che dovevano essere costruite solidamente, sia per i vari meccanismi eliostatici. Per contro i piani eliodinamici fissi erano assai semplici, economici e potevano generalmente sostituire i tetti a copertura di locali altrimenti utilizzabili, con effetti confortevoli sulla climatizzazione interna.

Dornig, tenendo conto anche della maggiore quantità di acqua di raffreddamento per la condensazione richiesta dagli impianti ad alta temperatura e della loro maggiore complessità meccanica e impiantistica, concludeva che per le applicazioni di portata modesta la convenienza sarebbe sempre stata maggiore per gli impianti a bassa temperatura, mentre l'impianto a

concentrazione poteva essere applicato con tanto maggior vantaggio quanto più grande fosse la potenza unitaria dell'impianto.

In ogni caso, un impianto a bassa temperatura sarebbe stato ideale per l'eliopompa, applicazione importantissima per l'economia agricola dei paesi tropicali.

Si trattava infatti di sollevare le acque sotterranee che quasi sempre abbondavano anche in paesi apparentemente aridi e portarle a fecondare terre incolte e deserte. In tal caso il fabbisogno di acqua era proporzionato alla intensità con la quale il sole dardeggiava i campi, con un virtuoso parallelismo fra i diagrammi di richiesta e quelli di disponibilità di energia. L'acqua per il raffreddamento del condensatore era naturalmente abbondante perché costituita dalla stessa acqua da elevarsi, mentre il meccanismo risultava semplice, robusto, con pochissima manutenzione.

Un terzo sistema che, all'epoca, non era ancora entrato nel campo delle possibilità pratiche, ma del quale non si escludeva affatto uno sviluppo avvenire, sarebbe stata la conversione diretta dell'energia solare radiante in energia elettrica a corrente continua, con cellule fotoelettriche. Tale procedimento era stato già sperimentato, dimostrandone la possibilità con un sistema a vapore di mercurio. Il problema era che il rendimento risultava bassissimo: una superficie corrispondente a due metri quadrati, esposta ai raggi solari poteva generare una corrente elettrica continua della potenza di circa 1 W vale a dire con un rendimento non superiore ad un millesimo. Secondo il prof. Amerio, di cui si dirà di seguito, sarebbe stato possibile raggiungere rendimenti del 10% mediante cellule fotoelettriche al seleniuro d'argento, però molto più costose. Quindi - concludeva Dornig - non restava che attendere il giorno in cui la ricerca scientifica avrebbe inventato una cellula fotoelettrica od organo equivalente di piccolo volume ed alta potenzialità con un rendimento che superasse almeno il 25 o il 30%.

Dornig, in una sorta di appendice, tralasciando ciò che riteneva scontato, ovvero i vari usi termici immediati della radiazione solare, come la produzione di acqua calda e simili, si soffermava su quello della distillazione dell'acqua marina per la produzione di acqua dolce potabile.

Tra i vari procedimenti possibili, metteva a confronto due sistemi tipici opposti: quello del lambicco in cui l'acqua marina, previamente riscaldata dal calore solare saliva ed evaporava in un ambiente a bassa pressione, mentre il vapore si condensava in altra parte del medesimo ambiente a contatto di una superficie mantenuta fredda da una circolazione di acqua; e quello della pompa termica in cui l'acqua marina, previamente riscaldata dal calore solare, saliva ed evaporava in un ambiente a bassa pressione, dal quale il vapore era aspirato per opera di un tubo ventilatore che lo comprimeva in un ambiente di condensazione circondante l'ambiente evaporatore per modo che, in conseguenza della differenza di temperatura corrispondente alla differenza di pressione, il calore di condensazione

8

dell'acqua distillata serviva per l'evaporazione dell'acqua marina, mentre l'energia richiesta dal turbo compressore sarebbe stata fornita da un impianto eliodinamico. Si concludeva quindi che il sistema di distillazione dell'acqua marina con pompa termica richiedeva una superficie di piani sensibilmente inferiore a quella dell'impianto a lambicco, ma presentava una maggiore complicazione e maggior spesa per il turbo-compressore, la turbina motrice, l'evaporatore e il condensatore dell'impianto eliodinamico destinato a muovere la pompa termica.

Quindi, in impianti di distillazione di piccola o media potenzialità il sistema a lambicco sarebbe stato più comodo e più conveniente, mentre il sistema a pompa termica poteva essere preso in considerazione solo per impianti di grande potenzialità specialmente se collegati a grandi impianti per produzione di energia destinata ad altri usi¹³. A questo proposito va segnalato che i distillatori solari verranno progettati e concretamente e realizzati negli anni Cinquanta dal professor Giorgio Nebbia¹⁴.

La preferenza di Dornig per motori a basse temperature era suffragata anche dalle realizzazioni dei tecnici italiani, da lui stesso citati, che avevano già riscosso una certa eco sulla stampa specialistica e non solo. I titolari di una ditta di Bologna, gli ingegneri Biacchi e Tito Romagnoli, avevano già pubblicizzato su "Il Sole" del 20 ottobre 1922 un loro motore solare teso ad azionare una pompa idraulica¹⁵. Questa eliopompa venne presentata l'anno dopo in un lungo saggio corredato da tutti i dettagli tecnici su una rivista del settore: era essenzialmente costituita da un radiatore o assorbitore del calore solare contenente acqua che, riscaldata, passava al generatore all'interno del quale scorreva anidride solforosa, un fluido capace di evaporare a basse temperature e che al tempo era disponibile in commercio in quanto utilizzato negli impianti frigoriferi; l'anidride solforosa vaporizzata alimentava una comune macchina a vapore a due cilindri sfasati a 90°, onde evitare i punti morti e permettere l'avviamento spontaneo, per passare poi in un condensatore alimentato a sua volta dall'acqua emunta dal sottosuolo prima di essere erogata per l'uso. L'eliopompa venne sperimentata nell'agosto - settembre 1922 con risultati soddisfacenti: con temperatura dell'acqua nel radiatore tra i 35° e i 45° si ottennero portate variabili tra i 200 e i 600 litri all'ora, da un pozzo profondo 6 metri¹⁶.

Proprio nell'imminenza del varo dell'autarchia, nel 1935, la stampa annunciava:

¹³ Mario Dornig, *L'energia solare I. L'utilizzazione diretta*, "L'ingegnere", 15 gennaio 1939, n. 1, pp. 11-17.

¹⁴ Giorgio Nebbia, *Alcuni nuovi studi sui distillatori solari*, in "La chimica e l'industria", anno XXXVI, n. 1, gennaio 1954, pp. 20-27.

¹⁵ Cesare Silvi (a cura di), *Storia e attualità della pompa solare Somor*, Fiera di Osnago (Lecco), 16 - 18 maggio 2008, p. 5, www.gses.it/mostre/storia-somor.pdf

¹⁶ Tito Romagnoli, *L'utilizzazione industriale del calore solare*, "Elettrotecnica", vol. X, n. 1, 5 gennaio 1923, pp. 2-9

Giovanni Andri e Daniele Gasperini hanno ideato un motore azionato dal calore solare¹⁷.

Ed effettivamente nel 1936 l'invenzione di Andri e Gasperini, di cui trattava anche Dornig nel saggio citato, fu registrata con un brevetto che aveva per oggetto: *“un motore funzionante a spese dell'energia termica dei raggi solari principalmente, ma il cui funzionamento può avvenire anche con combustibili poveri e con cascami agricoli”*¹⁸.

Questa pompa solare denominata “Elio Dinamic”, fu esposta anche in occasione di una Fiera Campionaria a Tripoli nel luglio del 1936:

In questi giorni molto pubblico, composto, come è facile immaginare di interessati, cioè agricoltori, accogliendo l'invito dell'Associazione Fascista dei professionisti e artisti della Libia, ha visitato nel quartiere della Fiera Campionaria il “Motore solare” detto “Elio Dinamic”, opera degli inventori e tecnici milanesi Andri e Gasperini.

I camerati Andri e Gasperini del Sindacato Interprovinciale degli Inventori di Milano hanno fornito ai visitatori tutte le delucidazioni circa il funzionamento del geniale apparecchio destinato a “rivoluzionare” - è la vera parola - il procedimento del sollevamento dell'acqua e dell'irrigazione in Colonia. Le dimostrazioni pratiche hanno suscitato il più vivo interesse in tutti. Anche in questo campo, come avemmo occasione di osservare, l'Italia è all'avanguardia¹⁹.

L'invenzione non poteva non richiamare l'attenzione anche della massima autorità locale:

S. E. Balbo, Governatore generale della Libia, ha esaminato attentamente nel recinto della Fiera Campionaria un motore solare inventato dai tecnici milanesi Andri e Gasperini e denominato “Elio Dinamic”. Il motore funziona automaticamente avviandosi e arrestandosi con l'innalzare e l'abbassarsi della temperatura. Non vi è quindi bisogno di vigilanza, né di messa in marcia, o arresto²⁰.

¹⁷ “Il Secolo – La Sera”, 17 luglio 1935.

¹⁸ Cesare Silvi (a cura di), *Storia ...cit.*, p. 6.

¹⁹ *Il “motore solare” alla Fiera*, “L'Avvenire di Tripoli” del 25 luglio 1936, articolo segnalatomi da Cesare Silvi, che ringrazio.

²⁰ *L'invenzione di un motore solare di grande utilità per l'agricoltura*, “Giornale Fascista”, 23 luglio 1936. Anche questo articolo mi è stato segnalato da Cesare Silvi.

Su una linea di ricerca analoga, si collocava anche uno studio di Enzo Carlevaro per lo sfruttamento di sorgenti termali, cioè di acqua calda a basse temperature²¹. In questo saggio si faceva riferimento in premessa al “problema recentemente risolto di ricavare energia elettrica da acque calde a meno di 100° ed in particolare da sorgenti termali non utilizzate a scopi terapeutici, da acque calde residue di lavorazioni industriali, da acque di raffreddamento di grossi motori Diesel, dai gas caldi di scarico, ed anche dall’irradiazione solare nelle nostre colonie, ove essa è particolarmente intensa”. E si ricordavano i progetti di Dornig per lo sfruttamento del calore solare irradiato sulla superficie di grandi laghi mediante macchine motrici utilizzando uno dei fluidi a basso punto di ebollizione che si adottano negli impianti frigoriferi, ed “il motore solare a cloruro di metile, costruito dal Romagnoli per scopi irrigui, azionato da acqua riscaldata a 35° dal calore solare”.

Ebbene su questa base, già nel 1928 il Carlevaro si era occupato dello sfruttamento delle energie geotermiche nell’Isola d’Ischia, sia per un impianto di sudatoi richiesto da un’opera di beneficenza, sia per forza motrice²². Il progetto riguardava un piccolo impianto di forza motrice per utilizzare l’energia geotermica di sorgenti termali allora adibite, previo raffreddamento, a scopi irrigui. L’acqua vi si estraeva a circa 80° dai pozzi, a brevissima distanza dal mare, e questa circostanza particolarmente favorevole permetteva di ricavare anche dal modesto salto di temperatura una energia meccanica non disprezzabile: circa 50 cavalli con una portata di acqua calda di 10 litri al secondo. Per realizzare questa potenza Carlevaro aveva proposto di adottare due evaporatori in serie ed una turbina a due salti di pressione con immissione intermedia, mentre per produrre il vapore acqueo, aveva proposto di spruzzare l’acqua a 80° in un evaporatore alla pressione di 0,203 kg-cm² ove essa evaporava in parte a 60° a spese del calore del restante liquido, che discendeva da 80° a 60°. Tale vapore primario andava ad alimentare la parte ad alta pressione della turbina. Il liquido residuo a 60°, entrando in un secondo evaporatore alla pressione di 0,088 kg-cm², evaporava nuovamente in parte a 43°, a spese del calore del liquido che discendeva da 60° a 43°. Ed il vapore secondario prodotto era immesso nella parte a bassa pressione della turbina ove riusciva a fornire ancora il 40% circa dell’energia fornita dal vapore primario. Rispetto ad altri sistemi, questo progetto presentava quindi il vantaggio del doppio salto di pressione che permetteva di ricavare una maggiore quantità di energia, sebbene fosse un po’ più complicato e costoso come impianto per la presenza di due evaporatori e la maggiore complessità della turbina.

²¹ Enzo Carlevaro, *Sfruttamento di sorgenti termali e di calore residuo da industrie*, in Isca, *Atti II convegno cit.*, pp. p. 481-482.

²² Enzo Carlevaro, *Un impianto di riscaldamento sudatoi e per lo sfruttamento del calore dell’aria umida*, “L’Industria”, 1928, N. 10 e 11.

L'acqua proveniente dal pozzo poteva essere convenientemente disaerata allo scopo di non sovraccaricare d'aria la pompa del condensatore, facendola riposare brevemente in un recipiente a pressione intermedia tra l'atmosfera e quella del primo evaporatore, con un risparmio notevole di energia, rispetto a quella che occorrerebbe impiegare per estrarre la stessa aria dal condensatore. Questo progetto, rimasto per lungo tempo a riposo, era stato ripreso sotto la nuova spinta che l'autarchia aveva dato ai problemi dell'energia. Sollecitato a studiare la realizzazione di un impianto sperimentale, atto a mostrare le reali possibilità di utilizzazione dell'energia di acque calde, Carlevaro, modificò il primitivo progetto a vapore acqueo che mal si sarebbe prestato ad un piccolo impianto per l'importanza esagerata degli apparecchi ausiliari, e pensò invece di ricorrere ad un fluido intermedio, da evaporare in apposito evaporatore a superficie mediante l'acqua calda ed azionante una macchina motrice con condensatore a superficie raffreddato dall'acqua di mare. Lo scopo sarebbe stato raggiunto pienamente con la collaborazione di D'Amelio il quale aveva studiato particolarmente l'applicazione di una turbina a cloruro d'etile ai motori solari²³, innovazione che rappresentava un radicale perfezionamento dal punto di vista economico, della prima macchina del Romagnoli. Quindi, anche per l'impianto sperimentale geotermico di Ischia venne adottata la turbina a cloruro d'etile, offrendo in cambio a D'Amelio, per la sua collaborazione, la possibilità di realizzare materialmente la costruzione della turbina per il motore solare da lui preconizzato per le nostre colonie. La macchina, costituita dalla turbina, da un evaporatore, un preriscaldatore e dal condensatore cilindrico a tubi paralleli, nonché da una piccola pompa di circolazione per l'alimentazione dell'evaporatore, fu costruita in circa sei mesi e funzionò con risultati superiori alle aspettative²⁴. In seguito a questo successo, furono avviati sondaggi per studiare la disponibilità d'energia geotermica dell'Isola d'Ischia, nella prospettiva di un impianto elettrico autarchico che avrebbe risolto un problema di capitale importanza per l'Isola, all'epoca servita da centrali termoelettriche a motori Diesel a funzionamento non continuativo ed esclusivamente limitato all'illuminazione, mentre gli autoservizi funzionavano a benzina, e le piccole industrie, l'irrigazione e le pompe per i bagni termali erano azionati a trazione animale o con motori a scoppio. La creazione di centrali geotermiche ad acqua calda avrebbe fornito, invece, energia per tutte le applicazioni, risolvendo il problema dell'acquedotto ed evitando l'installazione del cavo sottomarino che si era progettato in quegli anni per dotare l'isola di energia elettrica

²³ Luigi D'Amelio, *L'impiego di vapori ad alto peso molecolare in piccole turbine*, Inag, Napoli, 1935.

²⁴ Riportiamo, solo per chi possiede una cultura tecnica, il dettaglio del risultato che sarebbe stato conseguito: "Le prove al freno, infatti, fornirono, per una potenza ridotta (5,6 cavalli invece di 10, per deficienza di acqua di raffreddamento), un coefficiente di rendimento alla palettatura del 5 %, cioè il 63 % del valore del rendimento del ciclo Carnot tra le temperature estreme raggiunte dal fluido (55° e 20,6°), il che per una piccola macchina funzionante a carico ridotto doveva considerarsi assai soddisfacente". Cfr. Enzo Carlevaro, *Sfruttamento... cit.*, p. 482. 12

perenne. Inoltre, un'altra importante applicazione del sistema si prevedeva in Tripolitania. Si sottolineava, infine, che un impianto di tal genere, il quale produceva energia meccanica dall'acqua calda, poteva servire, oltre che allo sfruttamento delle acque termali, a molti altri scopi, ogni volta che vi fosse disponibilità di acqua calda o di gas caldi di rifiuto di industrie, naturalmente quando questo calore fosse disponibile in quantità notevoli, o tali da giustificare la sua trasformazione in energia elettrica. In particolare, si sarebbe potuto recuperare utilmente un supplemento di energia dai grossi impianti di motori Diesel, utilizzando il calore residuo dell'acqua di raffreddamento dei cilindri e quello dei gas di scarico²⁵. Si trattava, in sostanza, di una sorta di "microgenerazione", simile a quella rilanciata recentemente da Maurizio Pallante, riprendendo il brevetto Totem dell'ingegner Mario Palazzetti degli anni Settanta²⁶. Un'attenzione a queste soluzioni innovative sul piano dell'efficienza energetica la si trovava anche in un articolo de "L'ingegnere" del 1938, nel quale si descriveva un sistema di produzione di energia elettrica attraverso un motore a quattro tempi, alimentato con gas d'altoforno, collegato direttamente ad un generatore, sul quale era installata una caldaia a tubi d'acqua, proveniente dal sistema di raffreddamento del motore stesso, portata a 140° dai gas di scarico che vi entravano a 650° gradi circa per uscirne a 175° gradi; il vapore prodotto da questa caldaia, a sua volta, si trasformava attraverso una turbina in energia elettrica. Il rendimento complessivo del gruppo motogeneratore-caldaia arrivava al 36% , "nettamente superiore a quello di un complesso caldaia-turboalternatore della stessa potenza", con un rendimento del 26,2%²⁷. Si preconizzava, quindi sia il "ciclo combinato" che la "microgenerazione", soluzioni oggi di gran moda.

Luigi D'Amelio seppe effettivamente approfittare della collaborazione con Carlevaro, costruendo ad Ischia, verso il 1940, per utilizzare il calore delle terme, un impianto pilota di 11 kW che diede buoni risultati. Tale impianto faceva tesoro di alcune innovazioni che D'Amelio aveva introdotte al suo prototipo di 10 CV costruito nel 1935 presso il laboratorio dell'istituto macchine della facoltà di ingegneria dell'università di Napoli, dove svolgeva la sua attività. Questo prototipo funzionava con una caldaia ad acqua a bassa temperatura (60° C) all'interno della quale passavano dei piccoli tubi con cloruro di metile, la cui pressione aumenta notevolmente già a 40° C; questo, a sua volta, alimentava una turbina collegata ad un alternatore per la produzione di energia elettrica. Le innovazioni dell'impianto di Ischia, tese ad aumentarne l'efficienza, consistevano nel mettere il cloruro di metile, non miscibile, direttamente in sospensione sull'acqua e nel collocare la turbina

²⁵ Enzo Carlevaro, *Sfruttamento... cit.*, p. 482.

²⁶ Maurizio Pallante, *Un futuro senza luce? Come evitare i black out senza costruire nuove centrali*, Editori Riuniti, Roma 2004, pp. 33-39.

²⁷ *Caldaie di ricupero sui gas di scarico di motori a combustione*, in "L'ingegnere", gennaio 1938 n.1, p. 33.

immediatamente sul condensatore. A questo impianto, sempre ad Ischia, fece seguito un secondo impianto di 150 kW con fluidi non miscibili, ultimato nel 1943, ma non entrato in funzione²⁸.

Un motore solare termico, invece ad alte temperature, venne proposto da Alessandro Amerio²⁹, in un interessante studio pubblicato nel 1938 sulla rivista “Scienza e tecnica” della Società italiana per il Progresso delle Scienze³⁰, il cui incipit sembrerebbe scritto ieri l’altro, tanto è di attualità:

L’utilizzazione del calore solare, per dedurne energia elettrica o meccanica, ha richiamato da molto tempo l’attenzione generale, sia per il forte incremento del fabbisogno di energia, sia per l’inevitabile diminuzione delle attuali riserve accumulate nel sottosuolo. Il fatto che quest’energia è a disposizione di chi la sappia raccogliere, in quantità complessivamente enorme, perché si tratta, in talune regioni delle zone tropicali, di potenze di un milione di CV per km², se si potesse utilizzare tutta quella che arriva, induce facilmente a pensare a grandiose centrali, nelle quali non ci sia che da raccogliere l’enorme quantità di energia con la quale il Sole inonda la Terra³¹

Amerio esaminava dapprima la quantità di caloria solare e la sua distribuzione sulla superficie terrestre, nei diversi periodi dell’anno e alla diverse latitudini, quindi quali erano le località nelle quali l’utilizzazione a scopo industriale potesse essere conveniente, in relazione all’intensità e alla permanenza dell’irraggiamento solare, misurate dai solarigrافي³². Ovviamente, il sistema più immediato ed ampiamente collaudato di sfruttamento del sole era quello finalizzato al riscaldamento dell’acqua, attraverso “dispositivi semplici, p. es. cassoni di piccolo spessore ed aventi una grande superficie rivolta al Sole, addossati al tetto, inclinati in modo da permettere la spontanea circolazione, ma isolati termicamente dal medesimo, oppure addossati ad una parete verticale, dalla parte più soleggiata”³³. In seguito si passavano in rapida rassegna i tipi principali di motori solari provati o proponibili. Le cellule fotoelettriche, a quei tempi già sperimentate, erano ritenute inadatte in generale per i loro funzionamenti specifici in particolari campi dello spettro solare, per la loro delicatezza e per il costo; insomma si era ben lontani dalla convenienza, anche nel caso della cellula a seleniuro d’argento, che pareva dotata di maggior rendimento, ma che

²⁸ Guido Jannelli, *La vita e le opere del prof. Luigi D’Amelio*, in *In ricordo del prof. Luigi D’Amelio nel centenario della nascita. 1 giugno 1893*, Università degli studi di Napoli Federico II, Dipartimento di ingegneria meccanica per l’energetica, Napoli 1993, pp. 7-14; U. D’Aquino, *Luigi D’Amelio*, in *Dizionario biografico degli italiani*, vol. 32, Istituto dell’enciclopedia italiana, Roma 1986, pp. 308-310.

²⁹ Lanfr. Belloni, *Alessandro Amerio*, cit. pp. 111-112.

³⁰ Alessandro Amerio, *L’utilizzazione del calore solare e l’autarchia nazionale*, “Scienza e tecnica”, 1938, vol. 2°, pp. 3-13. Lo studio di Amerio era segnalato anche da Enios, *Per l’autarchia. Sprechi e recuperi: esempi pratici*, Roma 1938, pp. 37-40.

³¹ Alessandro Amerio, *op. cit.*, p. 3.

³² Ivi, pp. 4-6.

³³ Ivi, p. 7.

naturalmente era più cara, e con la quale non si era riuscito ad utilizzare altro che il 10 % dei raggi solari. Problema, quello della convenienza economica e dell'efficienza energetica, non del tutto risolto neppure oggi nelle più moderne celle fotovoltaiche, che per questo sono fortemente incentivate con contributi statali³⁴.

Più interessanti i motori termici: tra quelli sperimentati all'estero, si citava il sistema, ricordato anche da Vinaccia, di Abbot. In generale, si lamentava, però, un riscaldamento dell'acqua a temperature troppo basse, per cui era necessario per ottenere energia elettrica, o soprariscaldare il vapore con combustibile o aggiungere un condensatore, operazioni ambedue costose. Per eliminare quest'inconveniente, gli italiani Romagnoli e Biacchi ricorsero a liquidi più volatili, come anidride solforosa e cloruro di metile: grandi cassoni metallici erano pieni d'acqua ed esposti al sole; l'acqua riscaldata faceva evaporare il liquido più volatile, ottenendo pressioni sufficienti per fare a meno del condensatore, ma il rendimento restava molto basso, circa il 2-3 %, richiedendosi circa 45 m² per CV in Sicilia dove vennero fatte le prove. Identico fu il concetto seguito dai già citati Andri e Gasparini nel loro motore solare, il quale differiva da quello di Romagnoli e Biacchi soprattutto per una più razionale costruzione. In questo caso, lo spessore di acqua dei cassoni era molto minore e il liquido volatile era monocloro etano, ma il rendimento non poteva essere migliorato che di poco, perché la temperatura massima era sempre bassa³⁵.

Per questo Amerio riteneva che non ci si poteva più accontentare del riscaldamento prodotto direttamente dai raggi che colpivano la superficie assorbente, ma bisognava concentrarli opportunamente con specchi, altrimenti le temperature non sarebbero potute salire al disopra dei 100°. Gli specchi dovevano essere di alluminio con un potere riflettente di 8 a 9/10, sicché, ammesso che a sua volta la caldaia assorbisse gli 8/10 e che il rendimento suo proprio fosse da 8 a 9/10, si sarebbe potuto far conto su un rendimento globale del 50 o 60%. La necessità di concentrare i raggi aveva fatto studiare i tipi di specchi più convenienti, giungendo alla conclusione che, per varie ragioni, la forma migliore era la cilindro-parabolica, con asse focale per lo più normale alla direzione media dei raggi e con piano assiale rivolto al Sole, permettendo maggiori rendimenti, grazie alle temperature più elevate dell'acqua (circa 200°)³⁶. A ben vedere, sembrerebbe proprio un'anticipazione del solare termodinamico del progetto Archimede ideato da Carlo Rubbia³⁷, e in corso di realizzazione a Priolo in Sicilia per conto dell'Enea³⁸ o di altri progetti

³⁴ www.incentivifotovoltaico.it/

³⁵ Alessandro Amerio, *op. cit.*, p. 10.

³⁶ Ivi, p. 7.

³⁷ Antonio Cianciullo, *Rubbia e la centrale di Archimede: "Così catturerò l'energia del sole"*, "La Repubblica", 19 maggio 2004.

³⁸ Enea, *Progetto solare termodinamico*, www.enea.it/com/solar/linee/fasi.html

analoghi più avanzati nella realizzazione, ma con tecnologie reattivamente diverse, ovvero con specchi piani semoventi che concentrano il calore in un unico punto: il primo al mondo su scala industriale è la grande infrastruttura per lo sfruttamento dell'energia solare in California nel deserto del Mojave³⁹, iniziato già negli anni Ottanta; il più importante in Europa è quello in corso di completamento a Sanlúcar in Spagna, inaugurato nel 2007 e che a regime nel 2013 avrà una potenza installata di 300 MW, sufficiente per il fabbisogno dell'intera città di Siviglia⁴⁰.

Amerio riteneva che un motore nel quale l'acqua potesse essere portata ad una pressione superiore ad una diecina di atmosfere avrebbe risolto il problema dell'utilizzazione diretta della radiazione solare in molti casi. Bisognava però tener conto che, occorrendo sempre aree notevoli (non meno di 10 m² per CV), si poteva pensare a tale utilizzazione solo in quelle località nelle quali, da un canto, fossero soddisfatte alcune condizioni generali (cioè una radiazione molto intensa, scarse piovosità e nebulosità e deficienza di altre fonti di energia) e dall'altro, il terreno avesse così poco valore che la sua utilizzazione per la raccolta di energia raggianti fosse vantaggiosa rispetto ad altre utilizzazioni. Le aree desertiche della Libia, povera di altre fonti di energia, si prestavano egregiamente allo scopo: si doveva quindi programmare la creazione in Libia di una rete di motori solari per l'estrazione delle acque dal sottosuolo con le quali fertilizzare vaste regioni e popolarle. Concludeva Amerio il suo articolo:

Non è il caso di entrare in maggiori particolari. Certo il problema è di immensa importanza e molto attraente. Non ci dobbiamo nascondere che esso è molto più arduo che non il dissodamento delle Pampas argentine, che vide le aspre fatiche di milioni di nostri forti lavoratori, ma i mezzi attuali sono molto superiori, la volontà molto forte [...] Il nostro Paese acquisterebbe in questo modo il più alto titolo di benemerita verso la civiltà⁴¹.

Amerio, in sostanza, preconizzava in piccolo il grande progetto Desertec per produrre energia elettrica e pompare acqua dal sottosuolo, recentemente elaborato dal Trec (Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation), fondato nel 2003 dal Club di Roma, dall'Hamburger Klimaschutz-Fonds e dal Centro Nazionale Giordano per la Ricerca sull'Energia. Anche secondo questo progetto, la tecnologia solare più efficiente per la produzione di energia è quella termodinamica a concentrazione (Concentrating Solar Thermal Power). In tale tecnologia è previsto anche qui l'uso di specchi parabolici per concentrare la luce solare e creare così del calore utilizzato

³⁹ D. Kearney, *Solar Electric Generating Stations (SEGS)*, "Power Engineering Review" 9 (8), August 1989, pp. 4-8.

⁴⁰ J. Méndez, *Inaugurada en Sanlúcar una planta solar que producirá energía para abastecer a toda Sevilla*, "El País", 31 marzo 2007.

⁴¹ Alessandro Amerio, *op. cit.*, p. 11.

per produrre il vapore necessario per il funzionamento delle turbine e dei generatori. Quantità di calore in eccesso rispetto alla domanda possono essere immagazzinate in serbatoi di sali fusi e utilizzate per azionare le turbine nelle ore notturne o in corrispondenza di un picco della domanda. Gli studi svolti dal Centro tedesco di Ricerca Aerospaziale sulla base di dati satellitari telerilevati hanno dimostrato che centrali a energia solare termodinamica, disposte su meno del 0,3% dell'intera superficie dei deserti dell'area Mena (Medio Oriente e Nord Africa), sarebbero in grado di generare elettricità e acqua potabile in quantità tale da coprire la domanda attuale dei paesi Mena e della stessa Europa, nonché gli incrementi stimati di tale domanda nel futuro⁴². Questo progetto, come quello Otec che sfrutta il gradiente termico degli oceani, o quello delle grandi centrali con specchi piani semoventi che concentrano in un unico fulcro il calore del sole, come in California, viene spesso snobbato da un ambientalismo che sogna un semplice, ma irrealistico ritorno alla pre-modernità e ripropone come unica soluzione l'autoproduzione locale sia alimentare che energetica, secondo i canoni del bioregionalismo nordamericano degli anni Settanta⁴³. Il tema che da costoro viene del tutto evaso è come rinnovare e far funzionare alcune strutture essenziali di una società complessa come l'attuale (ad esempio, il sistema dei trasporti pubblici o delle strutture e apparati ospedalieri) prescindendo dalla disponibilità di energia concentrata in grandi quantità e a flusso costante. Ebbene, è a questo problema che i progetti Desertec ed Otec cercano di dare risposta.

In conclusione, la rassegna delle problematiche energetiche in periodo autarchico ci mostra un quadro contraddittorio, se consideriamo l'obiettivo ambizioso dell'autosufficienza. Non c'è dubbio, però, che alcuni percorsi allora iniziati, o appena accennati o addirittura soltanto intuiti, portavano con sé una potenzialità molto interessante, che solo oggi, nel pieno della crisi energetica ed ecologica, possiamo pienamente apprezzare. Purtroppo molti di questi progetti non avrebbero visto pressoché alcun sviluppo successivo: risucchiati nel gorgo distruttivo della guerra, saranno poi sommersi dalla marea di petrolio pressoché regalato che raggiunse l'Occidente e l'Italia nel dopoguerra. E così l'Italia si affiderà interamente ai combustibili fossili, senza aver tentato di percorrere l'impervia strada del nucleare, con tante contraddizioni che, insieme ai disastri degli incidenti di Chernobyl e di Fukushima, ne hanno segnato il definitivo insuccesso.

⁴² www.DESERTEC.org

⁴³ Nel 1973 venne creato a San Francisco la Planet Drum Foundation, il centro da cui si è irradiata la prospettiva bioregionale. Cfr. Peter Berg, Kirpatrick Sale, Gary Snyder, et al., *Bioregione. Una nuova dimensione per l'umanità*, Macroedizioni, Bellaria (FO) 1994; www.planetdrum.org. 17