CASSA PER OPERE STRAORDINARIE DI PUBBLICO INTERESSE
NELL'ITALIA MERIDIONALE

(CASSA PER IL MEZZOGIORNO)

Prof. NICOLA MATARRESE

IL PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

(*Estratto dalla 2ª edizione del Volume*: « Raccolta delle lezioni sulla TECNICA DELL'IRRIGAZIONE » - *Lezioni svolte durante i Corsi di perfezionamento per Dottori in Scienze Agrarie organizzati dall'Ente Irrigazione Puglia e Lucania per conto della « Cassa ».*)

ROMA 1966

Edizione digitale, Bari 2010

Prof. NICOLA MATARRESE

IL PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

IL PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

Prof. NICOLA MATARRESE

I - FABBISOGNI E DISPONIBILITA' GLOBALI

a) Premessa

In generale, in sede di pianificazione, a qualsiasi livello o settore essa si riferisca, l'acqua viene riconosciuta come una delle principali risorse infrastrutturali di base. Infatti la sua utile disponibilità condiziona, in modo determinante, ogni forma di apprezzabile attività umana.

Del resto, è noto che le fonti di approvvigionamento dell'acqua (fiumi, laghi, ecc.) hanno sempre costituito, presso tutti i popoli, una specie di « poli di attrazione » delle principali attività economiche.

Ma, non potendo, per varie ed ovvie ragioni, concentrare tutte le attività e gli insediamenti umani nelle immediate vicinanze delle fonti naturali di acqua e, d'altro canto, non potendo fare assegnamento sulle modestissime opere di approvvigionamento autonome o quasi autonome (cisterne, pozzi, ecc.) si è così sviluppata la tecnica di captare e trasportare l'acqua, anche per notevoli distanze, presso agglomerati urbani. Soprattutto nei territori con scarse risorse naturali, tali opere, fino a qualche decennio addietro, avevano per scopo prevalente l'approvvigionamento di acqua per uso potabile. Pertanto, il criterio dominante delle Amministrazioni pubbliche, è stato, naturalmente, quello di prendere l'acqua più idonea, dalla fonte più vicina e nel modo meno costoso possibile.

L'incalzante sviluppo tecnologico, le grandi opere di risanamento, la più facile mobilità di taluni mezzi di produzione, il riassetto degli insediamenti, i vasti processi di elevazione economica e sociale dei popoli, ponendo sempre maggiori esigenze idriche, hanno reso tale criterio senza alcun significato pratico e comunque molto relativo: soprattutto nei Paesi con limitate risorse idriche.

Il problema dell'acqua, cioè, non viene visto più solo sotto l'aspetto dell'approvvigionamento potabile di un limitato numero di agglomerati urbani. La navigazione, l'irrigazione, l'industria idroelettrica l'industria metallurgica, ecc., hanno man mano avanzato sempre più rilevanti richieste di acqua, tanto da prospettare ad un numero sempre crescente di Paesi la necessità di stabilire una disciplina generale nella utilizzazione delle risorse idriche.

In sostanza, anche nell'uso di questo bene naturale, disponibile in misura non illimitata, si sente la necessità, nell'interesse generale, di porre delle limitazioni, di stabilire delle priorità di uso, e così via.

Tale disciplina, ovviamente, non può non essere congiunta ad un organico programma capace di far realizzare ogni possibile aumento delle disponibilità, iniziando dalle risorse relativamente meno costose per arrivare, quando ne sussista la relativa convenienza economica o valida giustificazione, alla desalinizzazione ed utilizzazione delle acque marine.

Si può pertanto affermare che, allo stato attuale, la generalità dei problemi convergono verso il tentativo di realizzare la utilizzazione integrale di dette risorse. Ossia, nel caso di corsi d'acqua naturali, la regolazione e l'utilizzazione dovrebbero estendersi dalla montagna alla foce, interessando l'intero *bacino imbrifero* del fiume.

Scaturisce così la necessità di inserire tutti i fattori del complesso problema in un organico *piano di utilizzazione integrale delle acque* riferito ad uno o più bacini.

In tale piano l'agricoltura ha, evidentemente, un ruolo di primaria importanza non solo in dipendenza delle utilizzazioni irrigue e civili delle acque ma anche e soprattutto per l'influenza che essa può esercitare, attraverso le sistemazioni agrarie e forestali dei terreni del bacino, sulle caratteristiche idrologiche e idrauliche del corso d'acqua stesso.

b) I fabbisogni medi globali di acqua

Il consumo medio di acqua per abitante viene assunto, ormai da molti, come un significativo indice di sviluppo civile ed economico dei popoli, (unitamente ad altri parametri, come la lunghezza delle strade, il consumo di energia elettrica o di acciaio, ecc.).

Non vi è dubbio, infatti, che l'ampiezza della superficie irrigua, il grado di industrializzazione, così come il consumo di acqua per usi personali e domestici, possono costituire, con la dovuta approssimazione, altrettanti validi indici di comparazione del diverso livello economico-sociale esistente nei vari Paesi in una data epoca.

I fabbisogni unitari di acqua crescono, quindi, col crescere delle dette attività tecnico-economiche e civili. Ma, i fabbisogni globali di un Paese, o di una qualsiasi comunità, aumentano, ovviamente, anche in funzione dell'accrescimento totale della popolazione. Vale a dire che il fabbisogno di acqua è soggetto a crescere continuamente con il crescere di due variabili:

— il grado di sviluppo di un popolo e
— la consistenza numerica di quella stessa comunità.

Pertanto, in sede di calcolo preventivo delle probabili necessità idriche, per esempio, ad uso civile, di un determinato territorio, non è sufficiente prendere in considerazione il solo tasso di accrescimento della popolazione, ma occorrerà tenere in debito conto anche dei maggiori consumi conseguenti al probabile miglioramento delle condizioni di vita di quella popolazione.

Negli U.S.A., ad esempio, tra il 1940 ed il 1960 il *consumo di acqua per uso civile* (potabile e domestico) *è aumentato* da 50 a circa 105 milioni di m^3 giornalieri, ossia *di circa il* 110%. La popolazione invece è aumentata, nello stesso periodo, del 36%.

Ne deriva che, qualora si fosse tenuto conto solo di questo ultimo incremento, il consumo al 1960 sarebbe stato calcolato in appena 68 milioni di m^3 contro i 105 milioni che, a consuntivo, risultano essere stati consumati.

In questo caso, quindi, si può dire che *il* 33% *dei maggiori fabbisogni si sono avuti in dipendenza dell'accrescimento della popolazione,* mentre ben *il* 67% *in relazione alle maggiori esi*genze di acqua manifestate dai singoli abitanti.

Il fabbisogno di acqua per usi civili costituisce però solo una parte, la più modesta, dei consumi globali, i quali comprendono, come già detto, anche i settori: agricolo, industriale, navale, turistico, ecc.

Volendo farsi un'idea approssimativa, ma pur sempre significativa, di tali consumi basti pensare che, sempre negli U.S.A., essi hanno raggiunto la misura di circa 2.300 m^3/annui per persona, di cui:

— circa 1.100 m³ per l'industria (circa 48%)
— » 1.000 » » l'agricoltura (» 44%)
— » 200 » » gli usi civili (» 8%)

In Francia tale valore globale si abbassa notevolmente: non raggiungerebbe, al 1961, i 1.000 m³/annui per abitante (1).

In Italia è ancora più basso. Limitatamente agli usi civili, il piano, cosidetto di « normalizzazione » della Cassa per il Mezzogiorno, ha previsto per i nuovi acquedotti del Centro-Sud, dotazioni unitarie variabili fra gli 80 e i 300 litri al giorno per abitante (Tab. I). Ossia, mediamente intorno agli 80 m³/anno per persona.

Nel complesso, i programmi già avviati per la Puglia e la Lucania (2) prevedono in circa 450 m³/annui per abitante tali consumi, così ripartiti:

— per l'agricoltura	295 m³,	pari a circa il 65% del totale
— » l'industria	75 m³,	» » » » 17% » »
— » gli usi civili	80 m³,	» » » » 18% » »

Ora, volendo dare un'idea di larga massima sulla dimensione che il problema del fabbisogno idrico ha nel mondo ed ammesso *un consumo medio globale annuo per abitante di* 500 *metri cubi, si avrebbe,* con una popolazione attuale di 3 miliardi di persone, *un fabbisogno di circa* 1.500 *miliardi di metri cubi,* ossia poco più di 47.000 m³/s. Il fabbisogno *nell'anno* 2000 *potrebbe assumere la misura di* 9.000 *miliardi di m³*, ossia di circa 285.000 m³/s (con un consumo unitario di 1.500 metri cubi ed una popolazione di 6 miliardi di persone, così come la statistica prevede).

Dal punto di vista quantitativo, quindi, il settore maggiormente interessato a questi fabbisogni è, nelle generalità dei Paesi, quello agricolo, mentre quello civile, pur essendo al primo posto nella scala delle priorità, nel complesso non assorbirebbe che relativamente modeste disponibilità.

---

(1) Con il « Canal de Provence », per esempio, si prevede di distribuire nei Dipartimenti « Bouches du Rhône » e « Var » ed alla città di Marsiglia, circa 425 m³/anno per abitante, così suddivisi:

— per l'agricoltura circa 200 m³/anno (circa 47%)
— per l'industria circa 120 m³/anno (circa 28%)
— per usi civili circa 105 m³/anno (circa 25%)

(2) A cura dell'Ente per lo Sviluppo dell'Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria di Puglia, Lucania e Irpinia d'intesa con la Cassa per il Mezzogiorno, l'Ente autonomo per l'Acquedotto pugliese, i Consorzi per le aree industriali, ecc.

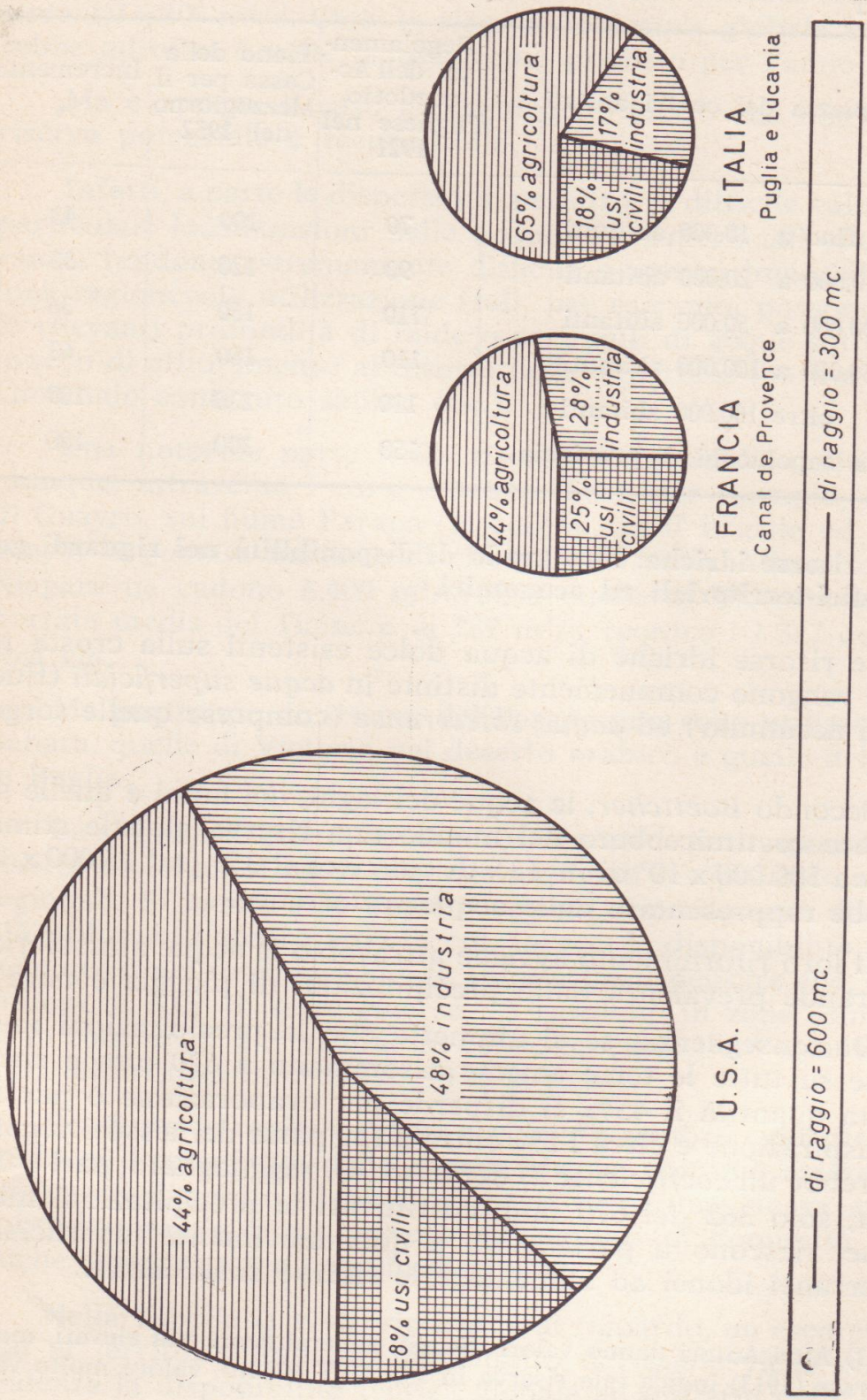


Fig. 1 - *Fabbisogni globali e settoriali* (m^3/*anno*/*persona*).

DOTAZIONI UNITARIE DI ACQUA PER USO CIVILE IN PUGLIA
(litri per abitante e per giorno di massimo consumo)

TABELLA I

Ampiezza dei centri abitati	Regolamento dell'Acquedotto Pugliese nel 1921	Piano della Cassa per il Mezzogiorno del 1952	Incremento %
fino a 10.000 abitanti	70	100	43
da 10.000 a 20.000 abitanti	90	120	33
da 20.000 a 50.000 abitanti	110	150	36
da 50.000 a 100.000 abitanti	110	180	63
oltre 100.000 abitanti	110	230	109
Città capoluoghi di provincia	150	300	100

c) Le risorse idriche: loro grado di disponibilità nei riguardi geografici-territoriali ed economici.

Le risorse idriche di acqua dolce esistenti sulla crosta terrestre vengono comunemente distinte in *acque superficiali* (fluenti e di accumulo) ed *acque sotterranee* (comprese quelle sorgentizie).

Secondo *Boettcher*, le acque dei laghi, dei fiumi e quelle sotterranee costituirebbero nel mondo una riserva globale stimata in circa 500.000 x 10^9 di m^3 (3), di cui circa il 3% (m^3 15.000 x 10^9) sarebbe rappresentato dalle acque sotterranee.

Il loro rifornimento avviene attraverso le acque atmosferiche (in grande prevalenza dalle precipitazioni di pioggia e neve).

Di conseguenza, se si ammette che le precipitazioni medie annue su tutte le terre emerse assommano a 670 mm e che di questa quantità il 45% si disperde per evaporazione o per evapotraspirazione e circa l'1% entra a far parte dei tessuti vegetali, si avrebbe un *coefficiente di deflusso* (4), ragguagliato, pari a 0,54. Ossia, solo 362 dei 670 mm costituenti le precipitazioni medie annue, riescono a partecipare a quei movimenti superficiali o sotterranei idonei ad alimentare le riserve suaccennate.

(3) Altri Autori danno valori diversi, generalmente più elevati, mentre HALBFASS (1913) indica tale riserva in 555.650 x 10^9 m^3, valore molto vicino a quello indicato da BOETTCHER.

(4) Coefficiente di deflusso totale, comprendente, cioè, sia il ruscellamento superficiale che lo scorrimento sotterraneo.

Ne deriva che il volume di acqua teoricamente disponibile, senza intaccare le dette riserve, ammonterebbe a 54.300 miliardi di m^3/anno (Ha 15 x 10^9 x 3620), pari ad una portata continua di circa 1,7 x 10^6 m^3/s. Cioè, la risorsa potenziale globale ammonterebbe ad oltre 6 volte il fabbisogno previsto per l'anno 2000.

Ma è appena il caso di aggiungere subito che non tutta la riserva potenziale è recuperabile.

Infatti, a parte le dispersioni, peraltro di difficile valutazione, particolari localizzazioni delle acque, sia superficiali che sotterranee, rendono estremamente difficile e spesso impossibile una loro ragionevole utilizzazione (tali, per esempio, possono essere le rilevanti profondità di falde o accumuli di acque sotterranee, ovvero di affioramento al disotto della superficie marina, oppure l'anomalo contenuto salino, ecc.).

Una notevole parte delle risorse recuperabili defluisce comunque, attraverso i corsi d'acqua. Così, per esempio, al salto di Guayro, sul fiume Paranà (ai confini tra il Brasile ed il Paraguay), la portata media è di circa 14.200 m^3/s. Alle cascate del Niagara ne cadono 6.400 m^3/sec., a quelle di Victoria 1.150; la portata media del Ticino è di 389 m^3/s. (contro i 1.322 del Po) e così via.

Ma purtroppo, le riserve del Paranà non sono utilizzabili nel Sahara, quelle di Victoria nel deserto arabico e quelle del Ticino in Puglia.

La situazione quindi cambia totalmente aspetto quando dalle risorse mondiali si passa a quelle nazionali e sopratutto a quelle regionali. Si hanno cioè Paesi o regioni con rilevanti disponibilità utilizzabili contro altri in cui, invece, le disponibilità idriche sono quasi del tutto inesistenti. Infatti, basti pensare che, dei 150 milioni di Km^2 di terre emerse, 15 ricadono in zone semi-aride, 18 in zone aride e 5 in zone in cui le precipitazioni atmosferiche sono addirittura inferiori ai 50 mm/anno.

Per tutte le ragioni avanti accennate sembra evidente che il grado di disponibilità delle risorse idriche non può essere stabilito che nell'ambito di territori posti sotto una stessa autorità politico-amministrativa, ovvero nell'ambito di comunità economiche assoggettate a comuni discipline.

Nella Tabella II viene riportato, al riguardo, un esempio riferito al territorio italiano, nell'ambito del quale viene posta in evidenza la disponibilità teorica globale ed unitaria delle regioni del Sud rispetto ai compartimenti idrografici e regioni del Centro-Nord.

DISPONIBILITA' IDRICA TEORICA GLOBALE ED UNITARIA
NELLE REGIONI DEL SUD RISPETTO AI COMPARTIMENTI IDROGRAFICI DEL CENTRO-NORD D'ITALIA

TABELLA II

COMPARTIMENTO IDROGRAFICO O REGIONI AMMINISTRATIVE	RISORSE POTENZIALI TEORICHE IN MILIONI DI M³			DISPONIBILITA' TEORICA UNITARIA IN M³/ANNO			
	Sulla base delle precipitazioni medie annue coeff. deflusso = 0,54 rag.)	Sulla base della portata media dei fiumi nel periodo giugno-settembre		per ettaro (di superficie territoriale)		per abitante (residente al 1961)	
		totale	% rispetto alla col. 2	dalla col. 2	dalla col. 3	dalla col. 2	dalla col. 3
Col. 1	col. 2	col. 3	col. 4	col. 5	col. 6	col. 7	col. 8
A) *Totale compartimenti del centro-nord*	99.190	71.821	72,41	5.567	4.030	3.095	2.241
1) Campania	7.605	5.058	66,50	5.594	3.720	1.597	1.062
2) Abruzzo e Molise	8.110	2.399	29,58	5.324	1.574	5.184	1.533
3) Puglia	7.177	179	2,49	3.710	92	2.097	52
4) Lucania	4.390	428	9,74	4.395	428	6.811	664
5) Calabria	9.380	1.084	11,55	6.221	718	4.586	530
6) Sicilia	10.134	299	2,95	3.942	116	2.146	63
7) Sardegna	9.886	274	2,77	4.104	113	6.965	193
B) *Totale sud*	56.682	9.721	17,15	4.607	789	3.051	523
C) Totale complessivo	155.872	81.542	52,31	5.175	2.707	3.079	1.610

d) Significato e scopi dei piani di utilizzazione

La irregolare distribuzione delle risorse idriche, ovviamente, non riguarda solamente l'aspetto quantitativo (volumi o portate disponibili), ma anche le condizioni tecniche ed i fattori economici connessi con le opere di approvvigionamento. E' evidente, infatti, che a parità di volumi disponibili possono sussistere differenti modalità di captazione e di adduzione le quali possono comportare opere aventi differenti difficoltà di esecuzione e conseguentemente differenti costi.

A ciò va aggiunto l'aspetto territoriale, ossia la distanza tra la fonte di approvvigionamento ed il luogo di utilizzazione.

Quando poi le risorse si trovano addirittura al di fuori dei confini dell'unità territoriale amministrativa o, talvolta, politico-amministrativa, abbisognevole di acqua, allora il problema si complica per la resistenza solitamente offerta nella cessione di acqua.

Come se ciò non bastasse occorre anche prendere in dovuta considerazione i conflitti insorgenti quando, indipendentemente dai confini avanti accennati, alla stessa fonte di approvvigionamento sono interessati due o più Organismi aventi analoghi o differenti finalità (per esempio un Ente che si occupa di produrre e vendere energia elettrica ed un altro che si occupa dell'irrigazione).

Di fronte a queste difficoltà vi è la necessità di assicurare il miglior uso di tutte le risorse idriche nell'interesse dello sviluppo economico e sociale di tutti i cittadini.

Questo principio, abbastanza semplice ad enunciarsi, comporta, nella generalità dei casi, la soluzione di problemi di notevole complessità che lo rendono estremamente difficile a tradursi in realtà.

In ogni modo si può affermare che due fatti possono essere considerati ormai completamente chiari:

— *il primo è che l'acqua è limitata in relazione ai rilevanti vari fabbisogni di essa;*

— *il secondo è che la regimazione, la conservazione e l'utilizzazione delle risorse idriche sono strettamente collegate con l'utilizzazione, a scopi agricoli e forestali, dei terreni e che ambedue queste utilizzazioni sono essenziali per l'espansione economica dei popoli.*

Sembra perciò evidente che i problemi derivanti dalla necessità di soddisfare determinati eterogenei fabbisogni, variabili nello spazio e solitamente crescenti nel tempo, possono trovare

il loro logico sviluppo solo in appositi piani di utilizzazione delle risorse idriche.

Questi, hanno come base di studio la conoscenza, più o meno dettagliata, di tutte le risorse esistenti, in un determinato territorio, e dei fattori che ne possono influenzare le rispettive caratteristiche. Loro scopo è quello di poter offrire, nel tempo, una chiara ed aggiornata visione delle più idonee soluzioni tecniche ed i rispettivi limiti quantitativi per l'approvvigionamento di acqua di un determinato settore produttivo di una data zona di quel territorio.

Ne deriva che il piano di utilizzazione non può essere rappresentato da un semplice « statico » inventario delle risorse, ma deve, invece, costituire un efficace strumento « dinamico » il quale, tenendo continuamente in evidenza i probabili fabbisogni settoriali e zonali, sia capace di indicare delle coordinate linee direttrici per la migliore conservazione, approvvigionamento ed utilizzazione delle risorse idriche del territorio al quale si riferisce.

II - ELEMENTI DI BASE PER LO STUDIO DEL PIANO

a) L'ampiezza territoriale e correlazione con i piani di sviluppo.

Dovendo ora meglio definire quel generico territorio a cui si è fatto cenno, non si può non considerare che le risorse idriche di cui si sta parlando hanno una sede naturale strettamente connessa con le caratteristiche topografiche, idrologiche, forestali, agrarie, idrauliche e geologiche di una data area. Questa, oltre ad avere, come fattore determinante, una o più pendenze dominanti rispetto ad una data sezione, attraverso la quale defluisce l'acqua di ruscellamento raccolta nel bacino imbrifero di quella sezione stessa, è interessata al moto sotterraneo di acque provenienti anche da altre aree contermini.

Questo territorio si può identificare, cioè con il *bacino idrografico*.

Pertanto, lo studio di base del piano di utilizzazione delle acque non può che far riferimento a detto bacino. Anche perchè i piani regolatori delle opere di riassetto idrogeologico (sia che esse riguardino i bacini montani o i comprensori di bonifica di pianura) nella generalità dei casi, considerano nell'assieme l'intero bacino idrografico (5).

---

(5) Per esempio in Italia, il Decreto Interministeriale del 15 settembre 1933 sui « Piani regolatori di bacini idrografici e opere di sistemazione montana »; così come alcune leggi speciali per particolari bacini: D.L. 1 novembre 1940, n. 170 per il fiume Tevere, ecc..

Inoltre, è bene tenere presente che, in generale, le opere di presa di un corso d'acqua, nelle loro caratteristiche tecnico-costruttive non possono non tener conto delle opere di difesa e di regimazione di quel corso d'acqua stabilite dal piano regolatore a cui si è fatto cenno.

In sostanza, quindi, un piano di utilizzazione delle acque avrà come base territoriale ogni singolo bacino idrografico e ciò sia se si tratti, come si è detto, di acque superficiali che sotterranee.

Ciò posto, occorre esaminare se esistono o meno delle correlazioni tra detto piano ed eventuali piani di sviluppo economico. Perchè, è evidente che, in caso affermativo occorrerà necessariamente far coincidere i due piani anzidetti, dato che non si vede come le previsioni di impiego dell'acqua ed il coordinamento delle utilizzazioni possano essere ignorate in uno dei piani stessi.

Pertanto, il piano di sviluppo, nelle sue ultime espressioni di ampiezza « regionale » o « zonale », dovrebbe adattarsi, per quanto possibile, più ai confini del bacino idrografico che a quelli amministrativi.

b) Le indagini e gli studi preliminari.

Individuato così il limite territoriale da attribuire a ciascun piano, si può ora parlare delle indagini occorrenti per definire con sufficiente attendibilità le caratteristiche di tutte le risorse idriche.

Come rilievo preliminare, occorre fare un accurato inventario con la indicazione, per ciascuna risorsa, della sua ubicazione territoriale, del suo regime idrico, e quindi della sua portata media mensile riferita ad un periodo di anni piuttosto lungo.

L'inventario delle risorse sarà accompagnato dalle indagini e dagli studi relativi a tutti i fattori che comunque possono influenzare la disponibilità annua dell'acqua.

Ovviamente, lo studio più importante va rivolto alla pluviometria, al ruscellamento superficiale, alla infiltrazione ed alla evaporazione totale.

Infatti, l'*equazione del bilancio idrico generale* in un bacino idrografico potrebbe essere la seguente:

$$h - (Et + a) = Rs + I \frac{Sp}{Si + Sp}$$

in cui h = altezza di pioggia; Et = evaporazione totale; a = altre perdite (acqua costituente i tessuti vegetali, ecc.); Rs = ruscellamento superficiale; I = infiltrazione superficiale e profonda; Sp = superficie permeabile; Si = superficie impermeabile.

Sembra chiaro però che, agli effetti del piano, sono i valori del secondo termine, di detta equazione, quelli che interessano maggiormente.

Essi, a loro volta, possono essere influenzati, oltre che dalla permeabilità, dai seguenti altri fattori:

— intensità di pioggia;
— pendenza del terreno;
— lunghezza del bacino;
— resistenza che l'acqua di ruscellamento incontra sulla superficie del suolo.

In Italia, così come in numerosi altri Paesi, l'indagine attinente ai corsi d'acqua, è relativamente facile, dato che si dispongono di sufficienti dati raccolti e pubblicati a cura del Servizio Idrografico. Sovente, invece, sono necessari particolari rilievi idrografici diretti al fine di avere una più esatta conoscenza di tutte le sorgenti; nonchè di appositi studi geoidrologici per la definizione della profondità, della portata e della qualità delle acque sotterranee.

Ma le indagini, gli studi e i rilievi, non debbono limitarsi ad elaborare i dati sulle acque fluenti (superficiali, sotterranee o sorgentizie), debbono anche fornire una esatta visione di quelle che sono le possibilità di realizzare, nel bacino idrografico, appositi accumuli d'acqua, sia sotto forma di invasi permanenti (soprattutto per la utilizzazione a scopi idroelettrici) che stagionali per l'irrigazione. Per quest'ultimo uso occorrerà tenere in adeguata considerazione anche la possibilità di costruire laghetti collinari ove, naturalmente, le caratteristiche geomorfologiche del bacino lo consentano.

In alcuni Paesi, infine, viene data molta importanza anche alle possibilità di *ricaricare* artificialmente le falde acquifere sotterranee.

c) La classifica delle disponibilità nei riguardi delle caratteristiche delle acque, delle opere di presa o di captazione e dei relativi costi sommari.

Fatto così il censimento e l'inventario delle acque occorrerà procedere ad una loro intelligente classifica in ordine:

— al volume ed alla portata disponibile;

— alla facilità con cui è possibile approvvigionarsi;

— al costo unitario.

In linea generale si può dire che mentre il piano di sviluppo dovrebbe indicare la priorità da dare nell'uso dell'acqua, il piano di utilizzazione dovrebbe invece fornire l'ordine di disponibilità, tenuto conto appunto dei tre fattori avanti considerati ed indipendentemente dalla lunghezza dei trasporti a cui l'acqua sarà poi sottoposta. Ciò potrebbe portare a stabilire che (a parità di portata disponibile), le risorse comportanti un maggior costo di approvvigionamento vengano destinate all'industria, mentre, invece, quelle meno costose debbano essere usate a scopi agricoli (esempio: invaso del Camastra in Lucania) (6).

Questa è la ragione fondamentale della classifica delle disponibilità idriche nei confronti dei mezzi necessari per la loro utilizzazione.

Tali disponibilità possono così essere distinte:

a) acque fluenti superficiali (compresi i laghi naturali);

b) acque di serbatoi artificiali;

c) acque sorgentizie;

d) acque sotterranee;

e) acque di rifiuto (7).

Nei riguardi delle acque a), per ciascun corso d'acqua, occorre conoscere la località della derivazione; le caratteristiche costruttive della traversa, il diagramma mensile delle portate derivabili, il costo per m^3/s o per l/s, derivabile.

Nei riguardi delle acque b), per ciascun corso d'acqua, occorre determinare, sia pure sommariamente, i seguenti dati:

— superficie del bacino imbrifero;

— caratteristiche pluviometriche e coefficiente di deflusso;

— capacità dell'invaso: totale e di acqua utilizzabile;

— caratteristiche della diga: tipo, quota sul livello del mare, altezza, cubatura, rapporto tra capacità d'invaso e cubatura, portate massime scaricabili.

(6) Diverso è il problema nel caso di desalinizzazione di acque salmastre la cui destinazione economico-sociale dovrebbe essere quasi esclusivamente di uso civile.

(7) Cioè tutte o parte di quelle già utilizzate per altri scopi (provenienti da industrie, fognature urbane, ecc.) e successivamente depurate.

Per le acque c) e d) è necessaria l'indicazione della portata derivabile, della quota del livello statico dell'acqua, dei caratteri dei principali fattori meteorologici. Per quelle e), infine, le caratteristiche relative agli impianti di depurazione.

Per tutti i « punti di disponibilità » censiti o studiati, soprattutto per i serbatoi artificiali, va poi indicata la destinazione consigliabile (8) ossia:

— per solo uso idroelettrico;
— per solo uso agricolo;
— per solo uso civile;
— per solo uso industriale;
— per uso misto: idroelettrico ed agricolo, ovvero industriale ed agricolo, e così via.

d) Probabili diagrammi di utilizzazione dell'acqua nel tempo e nello spazio.

Finora, anche se non se ne è fatto un esplicito riferimento, si è ipotizzata una utilizzazione, di tutta l'acqua resa disponibile, in misura continua e costante, o quasi costante, per tutte le principali destinazioni a cui si è fatto cenno, ossia:

l'agricoltura, l'industria e l'uso civile.

Nella realtà, però, quasi mai ciò avviene. Sopratutto nell'agricoltura, che si avvale dell'irrigazione solo in determinati periodi dell'anno (in genere dai 4 ai 7 mesi).

Anche l'industria, pur se in misura molto più modesta, ha, durante l'anno, delle punte di consumo che possono essere preventivamente conosciute. Cioè, nell'ambito dell'anno esiste un diagramma di consumo che, nel caso dell'irrigazione, è costituito da una curva avente (nell'ambiente mediterraneo) i valori più bassi nei mesi di marzo-maggio e settembre-ottobre e quello più alto, ossia con coefficiente o *indice di utilizzazione* eguale ad 1, solitamente nel mese di luglio. Nei rimanenti mesi da novembre a febbraio-marzo i consumi sono, salvo particolari comprensori, nulli.

Oltre al diagramma annuale vi è poi quello a carattere pluriennale. Questo riguarda tutti i settori di utilizzazione, ma, na-

(8) Nel Giappone, ad es., il volume totale (m^3 4.831 x 10^6) dei 223 invasi costruiti o in corso di costruzione, è così destinato: il 49,2% a scopi multipli; il 37,7% a produzione di energia elettrica; il 9% per uso irriguo; il 4% per uso civile e lo 0,1% per altri usi (turistici, ecc.) (Fig. 2).

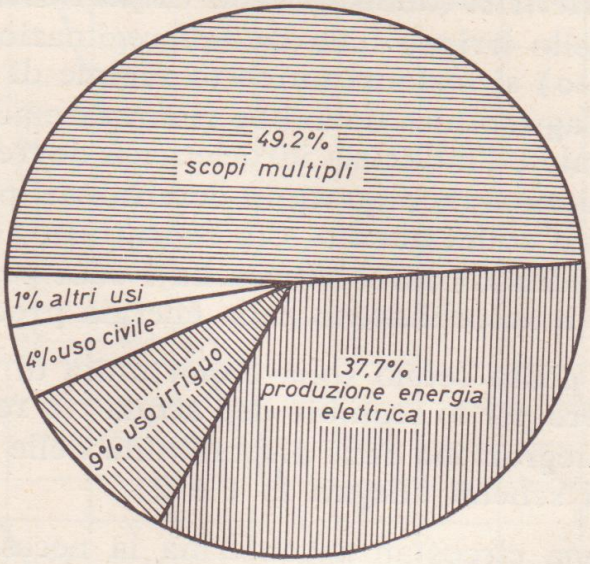


Fig. 2 - *Destinazione delle acque di 223 serbatoi artificiali in Giappone.*

turalmente, è più marcato per l'irrigazione, soprattutto quando interessa estesi comprensori. Ciò perchè, in quest'ultimo caso, è estremamente improbabile che la superficie irrigua raggiunga in pochissimi anni la misura di quella irrigabile, pur essendovi già per questa la completa disponibilità di acqua (vedasi diagramma riportato nella fig. 3) (9).

Ne consegue che in sede di piano, ai fini della integrale, oltre che migliore utilizzazione delle acque, occorrerà tener presente, anche se con la dovuta cautela, tali diagrammi. Ciò consentirà di prevedere la costruzione delle opere, sopratutto di quelle relative alla rete di trasporto, con quella gradualità e

(9) Un grande serbatoio, capace di soddisfare le esigenze irrigue di un compressorio di Ha. 50.000, con un volume specifico di m^3/Ha. 6.200, dovrebbe erogare nel corso di ciascuna stagione irrigua (ad es. di 214 giorni) m^3 310×10^6. In base al diagramma, allegato 1, nei primi 15 anni di esercizio erogherebbe, invece, appena m^3 1.977×10^6 contro i m^3 4.650×10^6 disponibili. Il coefficiente medio di utilizzazione sarebbe, quindi, di 0,35.

caratteristiche idonee a consentire l'uso promiscuo delle acque, per esempio tra l'agricoltura e l'industria, ecc. (Un caso del genere si può riscontrare in Puglia, tra l'impianto irriguo del Tara e l'impianto siderurgico di Taranto).

Inoltre, il piano potrebbe prevedere, che tra la utilizzazione per scopi idroelettrici (abbisognevoli di particolare regimazione a monte) e quello irriguo (che da tali regimazioni potrebbe essere danneggiato) si instauri un certo regime di aiuti reciproci; nel senso che l'agricoltura dovrebbe rinunciare ad avere le acque a caduta naturale e l'industria idroelettrica dovrebbe provvedere a fornire gratuitamente, o quasi, in determinati periodi, l'energia occorrente per il sollevamento. Ciò soprattutto, ove si consideri che anche la industria idroelettrica ha i suoi periodi annui con punte minime di assorbimento della energia prodotta.

Infine, va posto cenno sulla opportunità di esaminare tutte le possibili opere per lo scambio dell'acqua tra regione e regione, ovvero per l'integrazione delle disponibilità delle regioni a scarse risorse (vedasi schemi allegati n. 1 e 2).

Quest'ultima circostanza conferma la necessità che i piani di utilizzazione delle acque siano strettamente armonizzati tra di loro con una chiara e coordinata linea direttrice. In altre parole l'elaborazione di base ed i necessari continui aggiornamenti dovrebbero essere seguiti da un unico Organismo che abbia, nel contempo, specifica capacità tecnica ed adeguati poteri di legge per superare le inevitabili rivalità, a cui si è fatto cenno in precedenza.

III - UTILIZZAZIONE A SCOPO IRRIGUO DELLE ACQUE

a) Criteri di scelta delle aree irrigabili.

Non potendo, in questa sede, parlare di tutte le possibili utilizzazioni dell'acqua prevedibili da un piano, sembra utile fermare l'attenzione sull'impiego solitamente più esteso di essa, ossia quello a scopo irriguo.

Generalmente in questo caso, definita, in tutte le sue caratteristiche, la disponibilità idrica, nei modi avanti accennati, il primo problema che si pone è quello relativo alla localizzazione dell'area o delle aree irrigabili da tale risorsa idrica (Alleg. n. 3).

In via preliminare è da far presente che la decisione di realizzare nuovi complessi irrigui può essere determinata da criteri di diverso ordine. Essi possono essere così indicati:

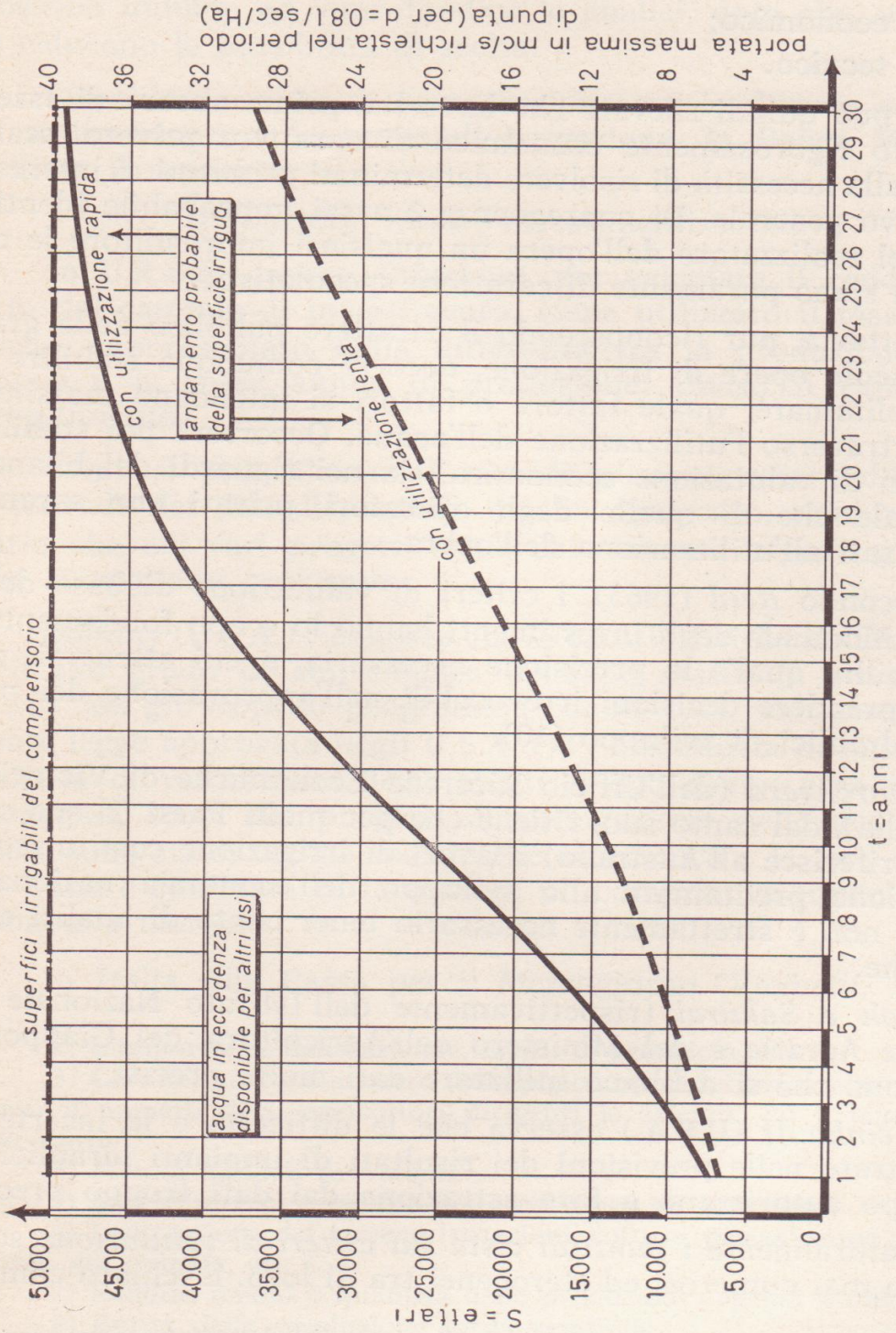


Fig. 3 - *Esempio di andamento della superficie irrigua (S) nel tempo (t) e relativo diagramma dei consumi per un comprensorio di Ha 50.000.*

— criteri di politica economica generale in atto nel Paese, od in parte di esso;
— di ordine sociale e demografico;
— economico;
— tecnico.

Si può quindi rilevare che la scelta, prima ancora di essere un fatto rigorosamente economico di carattere privato, scaturisce dalla necessità di risolvere determinati problemi di interesse collettivo generale. Di conseguenza è assai improbabile identificare nel realizzatore dell'opera un qualsiasi imprenditore le cui finalità siano puramente di carattere speculativo.

Tuttavia, pur riconoscendo il carattere pubblico delle grandi e medie opere di irrigazione, occorre comunque stabilire in via preliminare, quale fattore o fattori si intendano massimizzare attraverso l'utilizzazione dell'acqua. Occorrerà poi stabilire i criteri di valutazione economica, sia nei riguardi del bilancio nazionale che di quello degli operatori privati che saranno interessati all'utilizzazione dell'opera.

Secondo *Reid* (1963), i criteri di valutazione di base della Banca Mondiale degli investimenti hanno lo scopo fondamentale di stabilire qual'è la precisione necessaria, a cui attenersi, per poter prendere decisioni irrevocabili nell'approvazione dei progetti idraulici di sviluppo (10).

Churchyard (dell'Ufficio Ricerche Economiche di Victoria - Australia), dal canto suo, ritiene che per molti Paesi (il suo studio si riferisce all'Australia) i lavori di irrigazione costituiscono condizione preliminare allo sviluppo dell'economia nazionale; quindi non è strettamente necessario tener conto di analisi economiche.

Itoh e Sakurai (rispettivamente dell'Istituto Nazionale di Scienze Agrarie e del Ministero dell'Agricoltura del Giappone) ritengono che si debbano utilizzare dati molto precisi.

Weinkauff (U.S.A.) osserva che le difficoltà e le incertezze riscontrate nelle previsioni dei risultati di impianti idraulici di sviluppo autorizzano a fare astrazione dai dati troppo precisi.

Naturalmente *i punti di vista sui criteri di valutazione* sono quanto mai numerosi ed eterogenei tra di loro. E' chiaro comun-

---

(10) Per esempio, egli ritiene che le indagini dovranno riguardare la situazione esistente nel comprensorio, che si vuol irrigare, e la produzione dopo il conseguito sviluppo.

Ossia:

1) Regime fondario, comprendente eventuali diritti di captazione di acqua.

que, che molto dipende anche dall'ampiezza dei territori interessati alla scelta dell'impianto che si vuole realizzare. Restringendo tale territorio diminuiscono, ovviamente, le ragioni che possono indurre ad approfondire le analisi, dato che, appunto, si riducono le possibilità di scelta.

Circa la *formula di comparazione* tra le diverse soluzioni di utilizzazione delle acque di irrigazione, la Banca Mondiale utilizza il rapporto

produzione lorda / investimenti totali

In U.R.S.S., invece, (*Markov*), per calcolare il reddito fornito dal capitale di investimento, viene utilizzato il tasso di ritorno, rappresentato dalla differenza tra la produzione lorda annua e le spese annue di produzione, diviso il capitale di investimento.

Come si può rilevare, i metodi possono essere differenti, a seconda dei dati disponibili, ma, in ogni caso, sembra necessario che nei vari progetti siano chiaramente esposti gli scopi che si vogliono conseguire.

Dominy (U.S.A.) riconosce che le caratteristiche dell'impianto e il suo grado di convenienza debbano essere in stretto rapporto con gli scopi di programma che si vuol realizzare. La recente legge approvata negli U.S.A. (11) è scaturita da una nuova politica di valutazione degli obiettivi del piano; essa indica i principali scopi dei progetti di utilizzazione delle acque. Tali scopi sono sia di ordine sociale che economico e la loro efficienza « non è confinata in termini di un competitivo modello della economia teorica ».

In Italia, alla Cassa per il Mezzogiorno (*Vicinelli*, 1962) le

---

2) L'importanza delle aziende, diritti di proprietà, ecc.

3) Caratteristiche e numero della popolazione del comprensorio, compreso il numero degli agricoltori dirigenti le aziende, ed il numero dei braccianti.

4) Metodi agricoli prevalenti.

5) Servizi tecnici e facilità dei crediti per gli agricoltori.

6) Utilizzazione del terreno (rotazioni, colture, pascoli, zone eventualmente già irrigate, ecc.).

7) Reddito medio o quantità delle produzioni vegetali o animali.

8) Entità della produzione lorda vendibile.

9) Mercati e facilità di sviluppo.

10) Prezzi della produzione.

(11) Legge 15 maggio 1962: sistemi, misure e metodi da impiegare nell'elaborazione, valutazione e riordino dei piani per l'utilizzazione e lo sviluppo delle risorse idrauliche e agrarie.

valutazioni economiche degli impianti irrigui si sono presentate nel duplice aspetto:

a) dell'interesse generale per l'economia del Paese;

b) dell'interesse particolare dei privati, chiamati a contribuire al finanziamento delle opere ed a sostenere tutte le spese del successivo esercizio.

I criteri di valutazione sono stati impostati considerando:

— *sul piano del reddito nazionale,* il grado di convenienza, ponendo a confronto tutti gli investimenti (quote statali e quote private) con il complesso del valore aggiunto (produzione lorda al netto dei costi indotti) conseguibile con il funzionamento dell'impianto;

— *sul piano dell'interesse privato,* l'esigenza che i maggiori oneri a carico della proprietà (per ammortamento, manutenzione ed esercizio) trovino compenso dall'incremento del reddito fondiario (o del reddito netto).

Ai fini della graduatoria degli impianti, il criterio di scelta economico considerato è quello relativo all'incremento del reddito nazionale, ossia, derivante dal confronto globale *costi-benefici.*

Naturalmente, il punto più delicato di tale criterio sta nella valutazione economica del «previsto» grado di convenienza, dato che questo è notevolmente influenzato dai « futuri » bilanci di gestione ossia dai prezzi dei prodotti da ottenere.

La Cassa per il Mezzogiorno e la Banca Mondiale degli investimenti, hanno eseguito al riguardo degli studi settoriali. Le previsioni hanno portato a considerare validi, come termini di riferimento, i prezzi internazionali relativi ai prodotti delle zone irrigue.

In sostanza, siamo d'accordo con il Vicinelli e gli altri Autori nell'affermare che non è il caso di formulare giudizi di convenienza economica sui vari impianti irrigui, basandoli su previsioni dettagliate degli ordinamenti colturali, che in sede di progettazione, si ritiene che dovranno essere realizzati nei comprensori stessi.

Tuttavia, non si può non puntualizzare alcuni scopi che, a nostro avviso, possono assumere, in relazione agli ambienti in cui si opera, importanza rilevante.

In sostanza, sembra che nella scelta di cui si sta parlando, debba essere data maggiore importanza al fatto che con l'irrigazione è possibile, in un dato territorio, realizzare:

a) *l'integrazione delle scelte degli ordinamenti produttivi* (altrimenti impossibile);

b) *il consolidamento degli insediamenti;*

c) *l'eliminazione del latifondo e degli ordinamenti estensivi;*

d) *un migliore equilibrio economico-sociale tra zone che, per condizioni naturali, sono già ricche e quelle, viceversa, povere.*

Tenuto conto di quanto sopra, il piano di utilizzazione delle acque, dovrebbe poter offrire all'Organismo preposto alla localizzazione dell'area irrigabile, la possibilità di:

1) determinare, in base alle spese di approvigionamento, il costo del metro cubo di acqua, zona per zona, per indi ricercare la soluzione di impiego che offre il più elevato prezzo di trasformazione;

2) fare la comparazione, e quindi la scelta, per zone omogenee (sia dal punto di vista fisico, che umano e di mercato);

3) poter disporre, di conseguenza, di progetti di massima per tutte le zone omogenee di un territorio (comprendente una o più regioni amministrative) indipendentemente dai costi di impianto e quindi della provenienza delle acque;

4) conoscere, in alternativa al punto 3), qual'è il vantaggio (economico, sociale, umano, ecc.) che l'acqua, resa disponibile, (con la soluzione più economica) in ciascuna zona omogenea, può produrre.

Ciò perchè, non sempre le zone più vicine (in senso assoluto) alle fonti di approvvigionamento dell'acqua sono le più idonee a dare il più elevato grado di valorizzazione dell'acqua stessa; viceversa, le zone più « meritevoli » di irrigazione, non sempre dispongono di acqua, ovvero, ne dispongono in quantità insufficiente.

In altre parole, i criteri generali di scelta potrebbero seguire una delle seguenti direttrici:

a) *partendo dalla fonte di disponibilità dell'acqua, esaminare qual'è la zona più suscettibile di irrigazione e, nell'ambito di questa, quali sono gli ordinamenti irrigui che offrono il più elevato prezzo di trasformazione;*

b) *partendo invece dalla zona più suscettibile di irrigazione esaminare quali sono le più economiche modalità di approvvigionamento.*

Localizzate così le zone e conoscendo le relative modalità di approvvigionamento dell'acqua; occorre esaminare e definire i più adatti (dal punto di vista agronomico, morfologico, economico, climatico, del mercato, ecc.) ordinamenti irrigui. A seguito di ciò si verifica il fabbisogno e quindi la dotazione richiesta con le disponibilità idriche e si provvede alla scelta del sistema di distribuzione dell'acqua e dei metodi irrigui adottabili.

Pertanto, tutti gli aspetti finora considerati possono essere ricondotti nei seguenti obiettivi, spesso in contrasto tra loro:

1. *massimizzare*:

a) *il valore di trasformazione* di 1 m^3 di acqua (ossia l'incremento di reddito fondiario *Rf*, al lordo della spesa di acquisto dell'acqua stessa, tenendo conto, al riguardo, della legge della produttività decrescente);

b) *la superficie irrigabile* per *Q* costante;

c) *l'efficienza dell'irrigazione;*

d) *il reddito unitario per ettaro,* ovvero

e) *il reddito per unità lavorativa,* ovvero

f) *il reddito netto dell'unità di prodotto;*

2. *minimizzare*:

a) *la spesa di impianto;*

b) *la spesa di manutenzione e di esercizio;*

c) *l'impiego di mano d'opera,*

d) *gli investimenti dell'imprenditore privato,* in modo che l'interesse *r* del costo della trasformazione *C* sia minore dell'incremento di *Rf* ottenuto dalla trasformazione irrigua.

La più estesa combinazione del maggior numero possibile di tali obiettivi costituisce certamente la scelta economica più valida. Le « combinazioni » sono spesso difficili dato che, come si è detto, gli obiettivi sono sovente in contrasto tra loro.

Occorrerà perciò dare la priorità, per indi valorizzarli, ai fattori limitanti o comunque non modificabili (vedasi alcune relazioni nella fig. 4).

a.a) Caso di limitata acqua disponibile contro estesa superficie suscettibile di irrigazione.

E' chiaro che in questo caso il primo obiettivo da conseguire è quello di *massimizzare il valore di trasformazione del*

m^3 di acqua, mentre gli altri passeranno in ordine di importanza successiva. Negli ambienti sub-aridi, non ancora in equilibrio, ove l'irrigazione è del tipo « alimentare », questo problema non è facile a risolversi, dato che viene spontanea la domanda: *da quale parte del territorio o da quali colture ricavare il massimo valore di trasformazione?*

Conviene concentrare l'irrigazione in una parte limitata del comprensorio o, invece, diminuire i volumi stagionali e quindi far beneficiare dell'acqua un maggior numero di utenti?

Ecco che, in ausilio dei parametri di scelta, intervengono i fattori sociali, umani, ecc.

Tuttavia, se l'indirizzo prevalente è quello economico, non vi è dubbio che la localizzazione delle zone da irrigare diventa meno difficile prendendo in adeguata considerazione i mercati, le caratteristiche ecologiche nei confronti della possibilità di ottenere produzioni di particolare pregio, ecc.

a.b) Caso di limitata superficie irrigabile contro notevoli disponibilità idriche.

Questo caso, invece, pone come obiettivo principale quello di *massimizzare il reddito unitario per ettaro.* E' chiaro che bisognerà studiare attentamente le variabili « colture » ed « approvvigionamento idrico ». Ossia è necessario individuare quegli ordinamenti colturali capaci di assicurare il massimo reddito per ettaro.

E' un errore definire senza analisi critica la scelta delle colture che l'agricoltore dovrà poi introdurre nella propria azienda. La scelta « dipende spesso dai costumi, tradizioni o inerzia e può non rappresentare l'impiego più economico della terra irrigata » (*Finkel,* 1961).

Altro caso si ha infine, quando le quantità sia di acqua che di terra sono « variabili » in zone in equilibrio. Quando cioè è stata già trovata la « vocazione » agricola e, per particolari condizioni ambientali, stabilmente introdotte determinate colture specializzate.

In questo caso non si può non tener conto della situazione di fatto ed impiegare l'acqua per *irrigazioni di soccorso capaci di stabilizzare le rese agrarie.* (*D. Cavazza,* 1961)

b) Alcuni dati sul costo dell'irrigazione.

Agli effetti degli investimenti, i grandi e medi complessi irrigui rientrano, in generale, tra le opere pubbliche di bonifica di

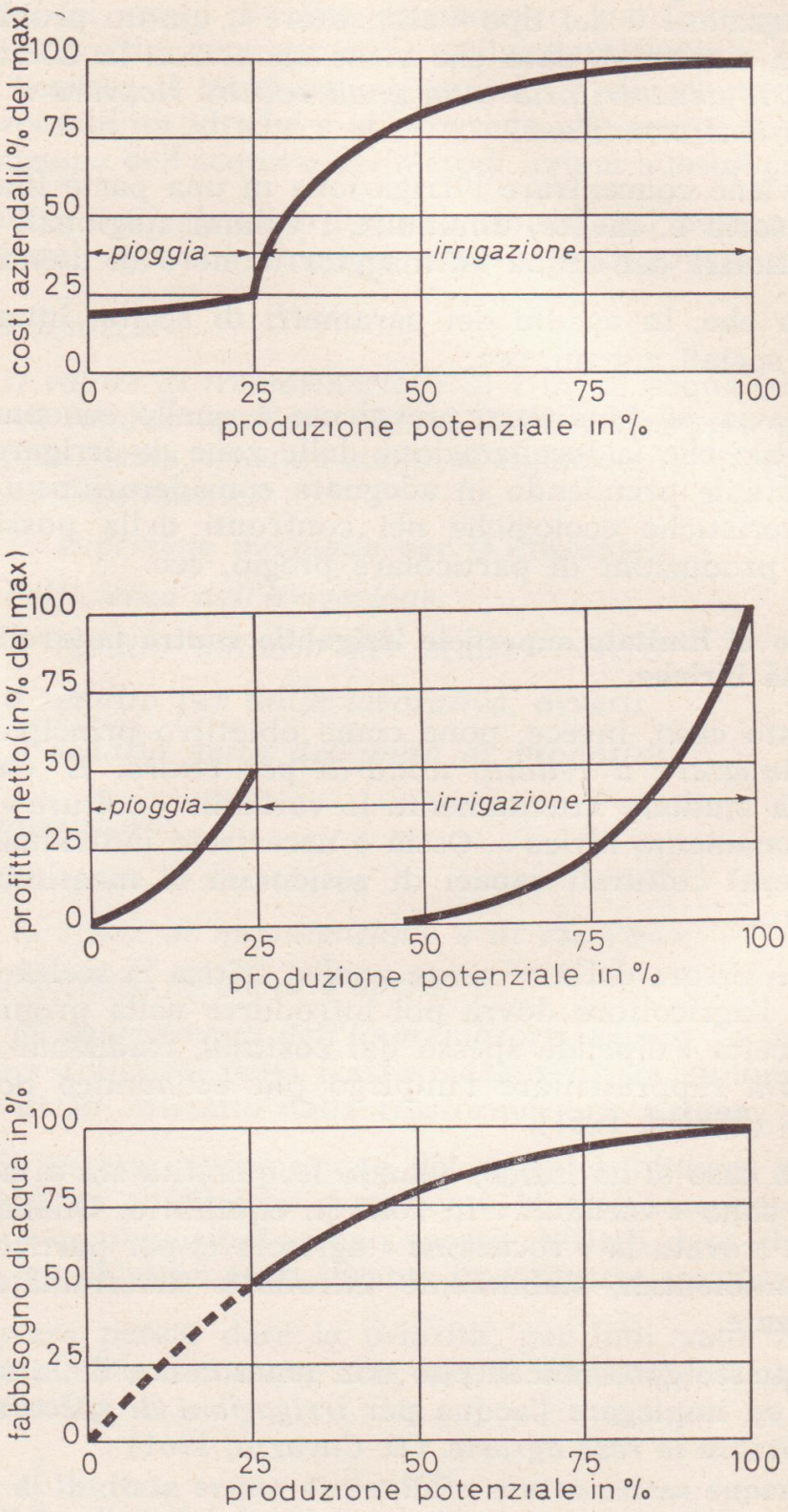


Fig. 4 - *Alcune relazioni tra la produzione e l'irrigazione.*

competenza statale. Pertanto, la maggior parte della relativa spesa è a carico dello Stato.

Secondo la legislazione italiana sulla bonifica, l'onere a carico dello Stato può variare, per le opere eseguite nel Mezzogiorno, e nelle Isole, tra l'87,5% e il 92%. Per talune opere particolari (ad es. le dighe) lo Stato si è assunto, da qualche anno, l'intero onere.

Pertanto, il costo dell'irrigazione, riferito all'unità di superficie o all'unità di volume di acqua, va distinto tra: quello a carico dello Stato e quello, invece, a carico degli agricoltori privati interessati all'impianto.

Le spese annue costituenti il costo totale dell'irrigazione di un determinato comprensorio, possono essere rappresentate:

a) dall'interesse annuo dei capitali investiti nella costruzione delle opere pubbliche e private (al netto dei contributi statali) fino a quando tali opere entrano in esercizio;

b) dalle spese annue per l'ammortamento e la manutenzione di dette opere, dall'anno in cui queste entrano in esercizio;

c) dalle spese annue di esercizio.

Tuttavia agli effetti comparativi, è opportuno tenere distinta dalle altre la spesa occorrente per l'approvvigionamento, dato che essa può incidere notevolmente sul costo totale così come nel caso della costruzione di dighe di sbarramento rispetto a semplici derivazioni da corsi d'acqua.

Inoltre, altra variazione notevole nelle spese annue è data dalla necessità o meno di sollevamento dell'acqua.

Pertanto, *il costo totale delle opere*, senza invasi ed impianti di sollevamento, si aggira, per ettaro, intorno ai seguenti valori orientativi:

Lit. 700.000 negli U.S.A.
Lit. 600.000 in Italia
Lit. 650.000 in Francia

In Italia (*Berté*, 1960) il costo annuo dell'irrigazione è, in media, così costituito:

	Costo totale (L./Ha.)	*Onere per i privati (L./Ha.)*
Per serbatoi		
— interessi sugli investimenti	20.000	—
— gestione	1.200	1.200
	21.200	1.200

Per le opere di distribuzione

— interessi sugli investimenti	25.000	3.125
— ammortamento, manutenzione e gestione	10.000	10.000
	35.000	13.125
Totale generale	56.200	14.125

Tale costo annuo dell'irrigazione assume valori di circa Lit./Ha. 31.200 in U.S.A e Lit./Ha. 44.000 in Francia.

E' da rilevare che il costo degli invasi in Italia meridionali ed insulare, per m^3 di acqua utile invasata, varia tra un minimo di Lit. 16 ed un massimo di Lit. 155, con una media generale di Lit. 38 (*Berté*, 1960).

Il costo del metro cubo di acqua derivata o distribuita a gravità varia tra 0,30 e 6 lire, mentre in Francia, il valore medio è di circa lire 3,40.

Circa i costi di sollevamento è da ricordare che la energia E (in Kwh) occorrente per sollevare 1 m^3 di acqua è data dalla seguente espressione:

$$E = \frac{1.000 \cdot H}{367.200\ \eta} = 0{,}002723\ \frac{H}{\eta}$$

ove: H è la prevalenza totale in metri, e η è il rendimento globale del gruppo elettropompa.

Indicando con Vi il volume stagionale sollevato per ettaro e considerando una spesa media di Lit. 10 per ogni Kwh consumato si avrà, così, il costo di sollevamento per ettaro, di cui qui di seguito si indicano alcuni valori esemplificativi riferiti ad un rendimento η del 50%.

H \ Vi	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	10.000
5	546	819	1.092	1.365	1.638	2.730
10	1.092	1.638	2.184	2.730	3.276	5.460
20	2.184	3.276	4.368	5.460	6.552	10.920
30	3.276	4.914	6.552	8.190	9.828	16.380
50	5.460	8.190	10.920	13.650	16.380	27.300
100	10.920	16.380	21.840	27.300	32.760	54.600
200	21.840	32.760	43.680	54.600	65.520	109.200

Dall'esempio avanti indicato risultano abbastanza evidenti i limiti entro cui è possibile, economicamente, sollevare l'acqua. Tali limiti sono determinati, naturalmente, dal valore medio netto di trasformazione dell'acqua.

Pertanto indicando con:

η = rendimento del gruppo elettropompa;

V = il valore di trasformazione dell'acqua;

P = il prezzo medio del Kwh;

l'altezza massima *H* di sollevamento, in metri, è data da:

$$H = \frac{\eta \; 367{,}2 \; V}{P} \quad (12)$$

Per quanto riguarda l'incidenza della maggiore spesa di pompaggio nei confronti dei più costosi benefici ottenibili con l'irrigazione per aspersione, sono stati compiuti numerosi studi da parte di diversi Autori.

In generale viene ammesso, ai fini di una possibile comparazione con i costi di impianto, che con gli attuali più costosi impianti tubolari in pressione per l'irrigazione ad aspersione si ottengono economie di acqua rispetto agli impianti con canali a pelo libero per l'irrigazione ad espansione superficiale, dell'ordine del 15% (*Gillet*, 1960) e si evita, nel contempo, di sottrarre il 3-4% di superficie produttiva (*Pommeret*, 1960).

Nel complesso, gli impianti per irrigazione ad aspersione offrirebbero, rispetto a quelli tradizionali, un maggiore beneficio economico dell'8-12% (*Darlot e Darves-Bornoz*, 1960).

I costi dell'irrigazione avanti indicati rappresentano, come si è detto, dei valori medi per unità di misura (ettaro o metro cubo di acqua), supponendo che la superficie irrigua del comprensorio venga, ogni anno, totalmente irrigata con consumi e redditi unitari omogenei per tutto il comprensorio. Il che però, come è stato già detto, raramente si verifica in estesi comprensori. Ciò perchè le caratteristiche pedologiche dei terreni, i consumi di acqua, le colture praticate e l'abilità dell'imprenditore possono variare notevolmente da un'azienda all'altra.

---

(12) Com'è noto 1 Kwh = 102 Kgm/s x 3.600 = 367.200 Kgm.

Si pone quindi il problema di come ripartire, tra i proprietari privati interessati, le spese di impianto e quelle di manutenzione e di esercizio.

Anche questi aspetti dell'economia dell'irrigazione non vanno trascurati, anzi è necessario studiarli attentamente se si vuole mantenere alta la efficienza economica dell'impianto pubblico senza, peraltro, abbassare quella delle singole imprese agrarie.

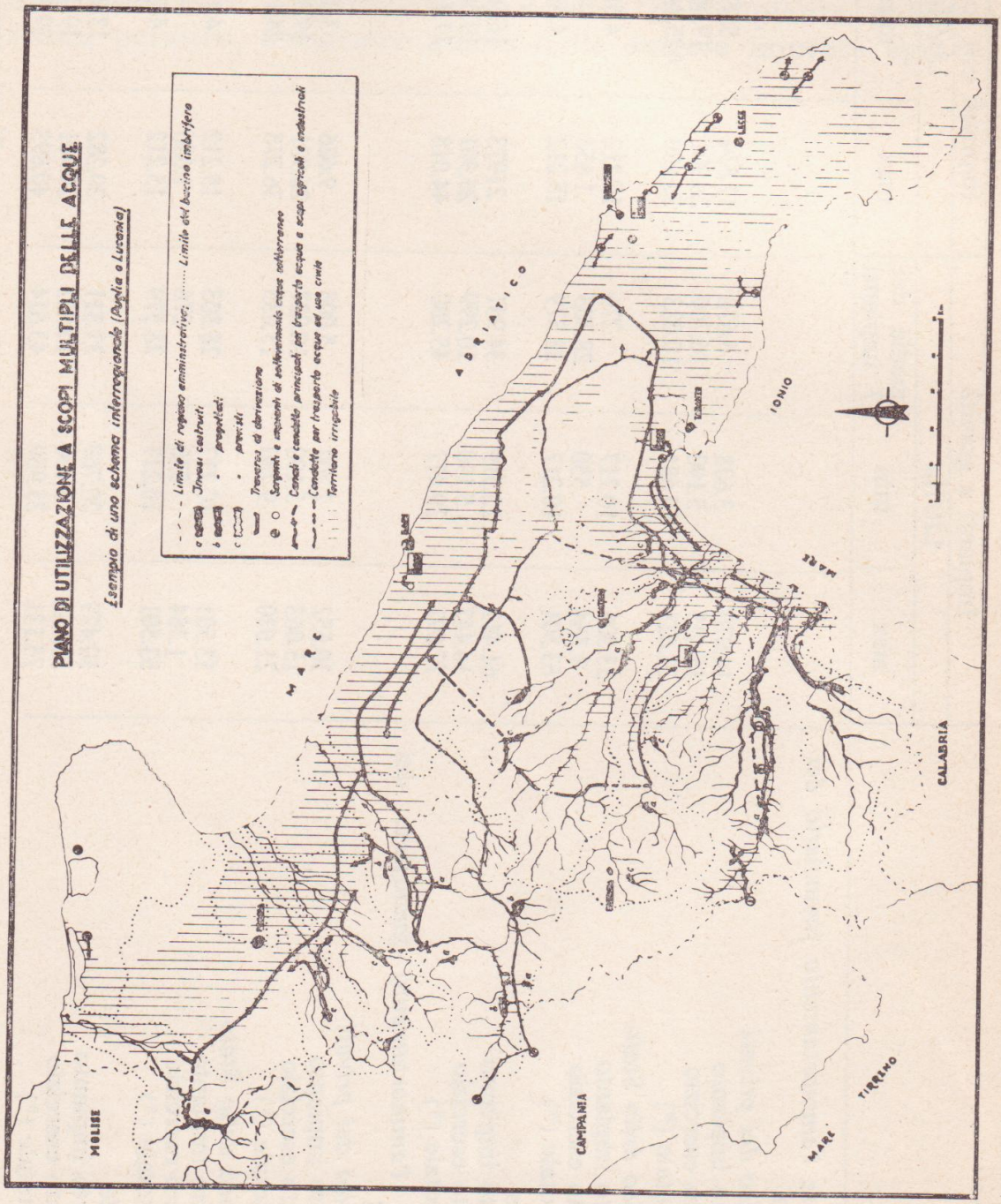
COSTI ANNUI LIT/HA (IMPIANTO ED ESERCIZIO) DELLE OPERE PUBBLICHE DI ALCUNI COMPRENSORI ITALIANI

(7 a gravità e 4 con sollevamento) (elaborazione dai dati di G. Fiori e F. Bonetti, « L'irrigazione » n. 45, 1961)

	Impianti a gravità			Impianti con sollevamento		
	Lit/Ha			Lit/Ha		
	max	min	media dei 7 impianti	max	min	media dei 4 impianti
A) *Durante l'ammortamento finanziario dei mutui*						
1 - *a carico dei privati*						
– costo impianto	14.070	3.603	6.676	12.834	5.095	9.297
– costo esercizio	15.625	5.190	16.709	26.901	19.083	22.616
– in totale (*)	23.623	10.681	10.023	39.400	25.844	31.913
2 - *a carico dello Stato*						
– costo impianto	53.501	10.217	276	15.212	4.618	9.009
– costo esercizio	1.384	550	28.303	1.656	—	414
– in totale (*)	63.501	10.217	28.579	15.212	4.618	9.423
3 - *Totale*						
– costo impianto	61.412	22.519	34.981	21973	16.560	18.306
– costo esercizio	16.447	5.190	10.299	26.901	19.083	23.030
– in totale (*)	77.097	29.477	45.280	44.018	37.715	41.336
B) *Dopo l'ammortamento finanziario dei mutui*						
1 - *a carico dei privati*						
– costo impianto	10.552	2.702	5.008	9.626	3.821	6.973
– costo esercizio	15.063	5.190	10.027	26.901	19.083	22.616
– in totale (*)	21.630	9.780	15.035	36.275	24.153	29.589
2 - *a carico dello Stato*						
– costo impianto	53.501	10.217	28.303	15.212	4.118	9.008
– costo esercizio	1.384	550	276	1.656	—	414
– in totale (*)	53.501	10.217	28.579	15.212	4.118	9.423
3 - *Totale*						
– costo impianto	59.479	20.769	33.311	20.282	13.992	15.981
– costo esercizio	15.652	5.190	10.303	26.901	19.083	23.030
– in totale (*)	75.131	25.959	43.614	40.893	39.365	39.011

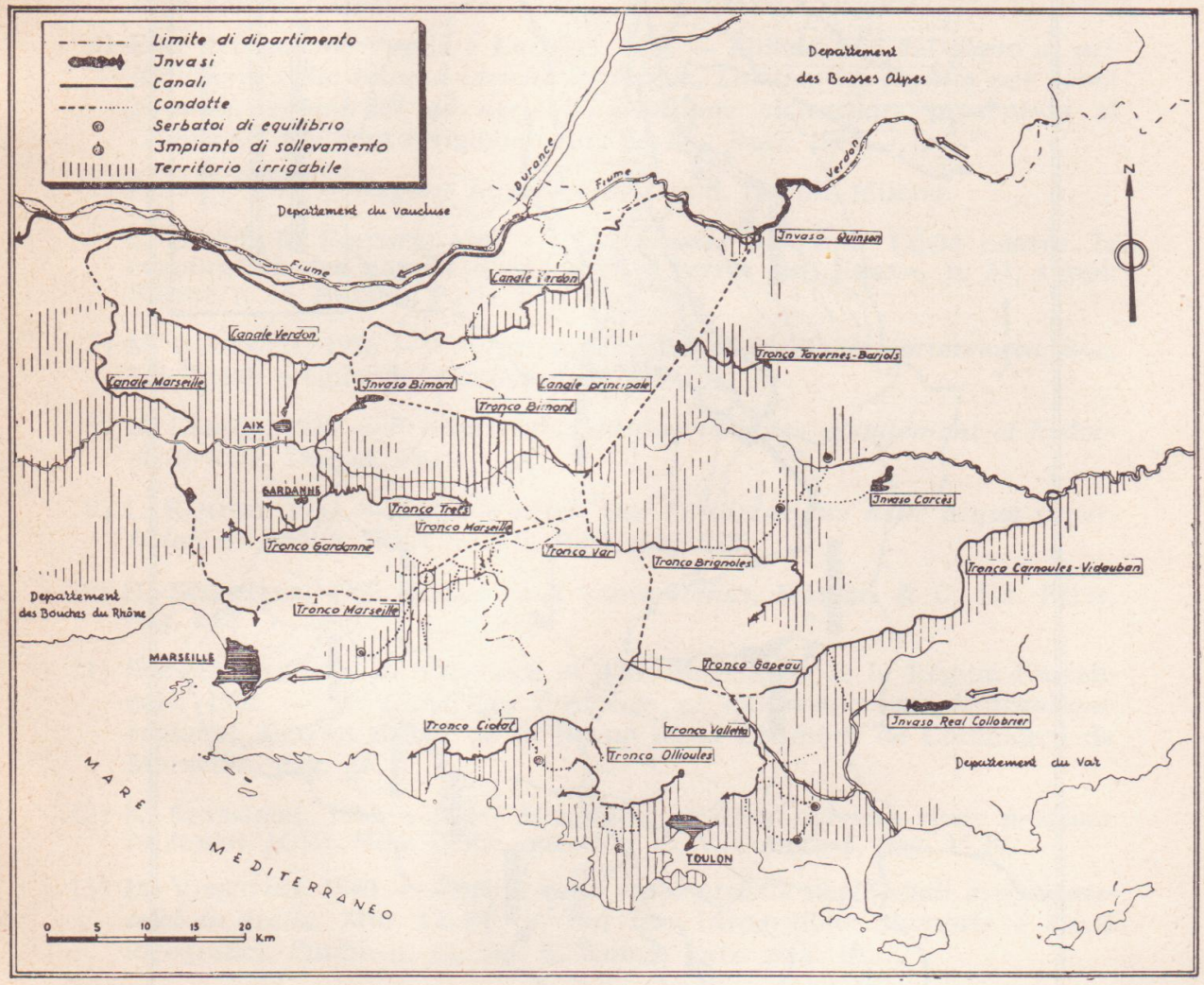
(*) Questi importi non sono la somma dei due costi indicati in ciascuna colonna, ma quelli, rispettivamente, massimi, minimi e medi di ciascuno dei due gruppi di 7 e 4 impianti.

All. 1


PIANO DI UTILIZZAZIONE A SCOPI MULTIPLI DELLE ACQUE
Esempio di uno schema interregionale (Puglia e Lucania)
Limite di ripartizione amministrativa; ..... Limite del bacino imbrifero
Invasi costruiti
" progettati
" previsti
Traverse di derivazione
Sorgenti e impianti di sollevamento acque sotterranee
Canali e condotte principali per trasporto acqua a scopi agricoli e industriali
Condotte per trasporto acqua ad uso civile
Territorio irrigabile
MARE ADRIATICO
MARE IONIO
MARE TIRRENO
MOLISE
CAMPANIA
CALABRIA
BARI
LECCE
TARANTO

All. 2

Piano di utilizzazione delle acque - Esempio di uno schema interdipartimentale (Bouches du Rhône e Var). Da « Le canal de Provence et l'aménagement hydraulique régional », Marseille, 1958.



4) R. DARVES-BORNOZ, 1963 — *Méthodologie de recherche de l'optimum des projets d'hydraulique agricole: critéres de choix; modalités rationnelles de financement.* Idem. 15. 113 – 15. 136.

5) F. E. DOMINY, 1963 — *Economic evaluation of multiple-purpose reclamation projects.* Idem. 15. 247 – 15. 262.

6) A. ITOH, 1963. — *Benefits of land improvement.* Idem 15. 137 – 15. 151.

7) P. V. MARKOV, 1963 — *Economics and financing of irrigation, drainage and flood control developments in the U.R.S.S.* Idem. 15.71 - 15.82.

8) R. J. PAFFORD & C. A. COCKS, 1963 — *Cost allocations for Missouri river main stem reservoirs.* Idem. 15. 51 – 15. 70.

9) M. RAM, 1963 — *Revision of economic water duty.* Idem. 15.513 – 15. 532.

10) P. A. REID, 1963 — *Appraison of irrigation projects in underedeveloped countries.* Idem. 15. 263 -- 15. 279.

11) J. SAKURAI, 1963 — *Economic analysis of irrigation and drainage plans.* Idem. 15. 153 – 15. 169

12) P. VICINELLI, 1962 — *I grandi complessi irrigui nel piano di sviluppo del Mezzogiorno*: caratteri e problemi. Cassa per il Mezzogiorno, dodici anni 1950-62, Roma, vol. II, parte I, pag. 281-374.

13) E. C. C. WEINKAUFF, 1963 — *Economic evaluation and financing of flood control works in the United States.* Idem. 15. 31 – 15. 49.