



bob. 31
C 748
v. 1

C A S T A L A



Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina
organizada por la Unesco en cooperación con la Comisión Económica para América Latina
Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965

Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine
organisée par l'Unesco avec la coopération de la Commission économique pour l'Amérique latine
Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965

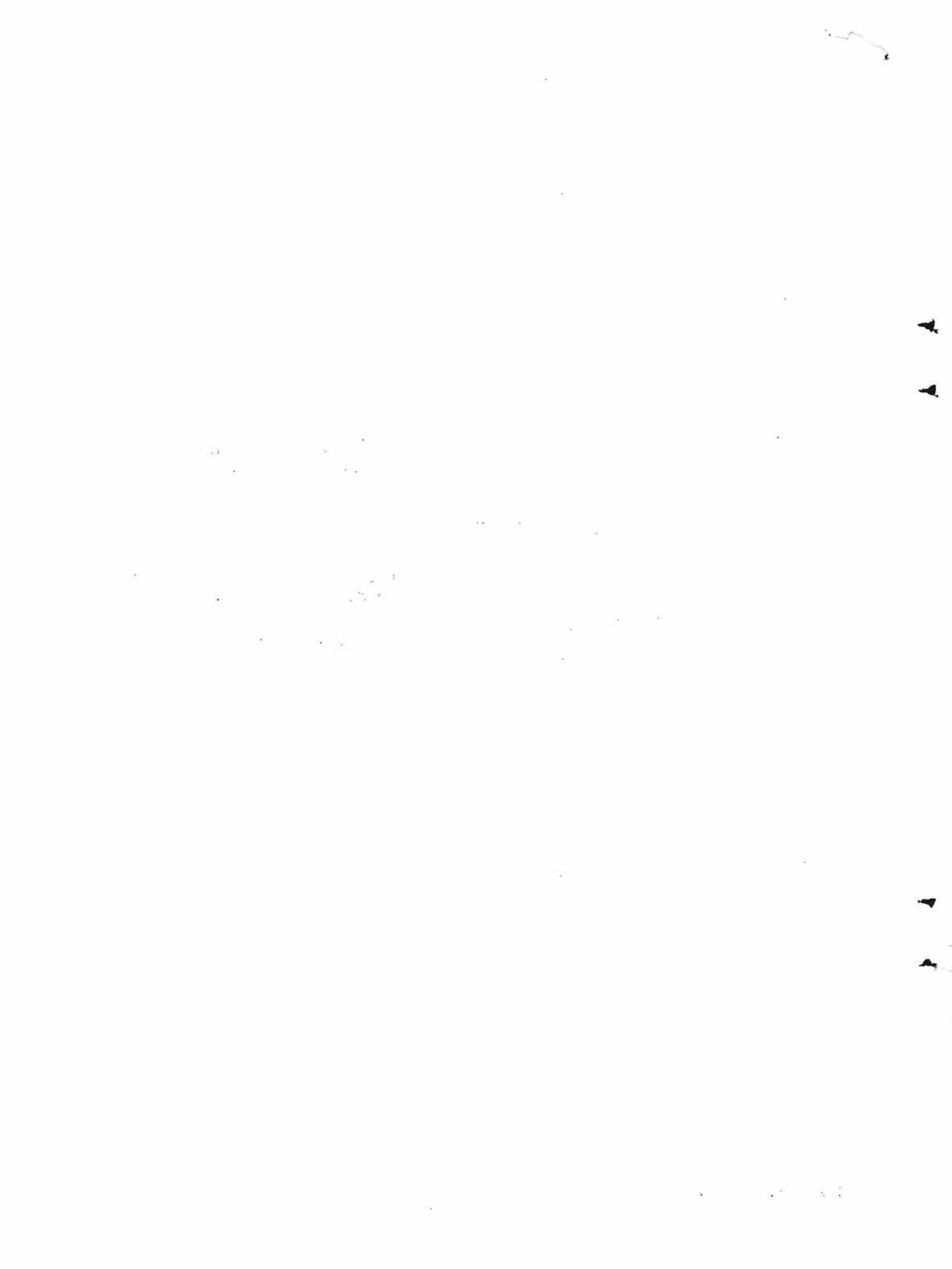
Conference on the Application of Science and Technology to the Development of Latin America
organized by Unesco with the co-operation of the Economic Commission for Latin America
Santiago, Chile, 13-22 September 1965

UNESCO/CASTALA/2.1.2
PARIS, 2 de septiembre de 1965
Original español

2.1.2 LOS RECURSOS NATURALES DE AMERICA LATINA

compilado por la Unesco,
División de Estudios de los Recursos Naturales,
Departamento de Promoción de las Ciencias,
sobre la base de trabajos preparados por consultantes

1963 SEP 17 69



RESUMEN

Estos documentos básicos han sido preparados por la Unesco por consultantes, y luego de ser discutidos y revisados, serán publicados en un volumen titulado "Reseña de los Recursos Naturales de América Latina". Su contenido consiste, en primer lugar, en anotaciones sobre el presente conocimiento científico sobre el tema, llamando la atención sobre los problemas más salientes y sobre las investigaciones a encarar; se da cuenta enseguida de las potencialidades y del estado presente en cuanto a la explotación de cada recurso estudiado. En segundo lugar, cada parte del documento da una lista de las organizaciones, servicios e institutos de investigación para cada caso, con exclusión de los establecimientos comerciales y de las instituciones operadas sobre la base de contratos bilaterales entre gobiernos. En tercer lugar, el documento enumera las colecciones, mapas, etc. del caso. La versión final contendrá bibliografías internacionales de trabajos recientes sobre el tema. Cada documento incluye diagramas e ilustraciones y es de unas 15 a 30.000 palabras de longitud.

El trabajo es subdividido en los siguientes capítulos:

1. Introducción.
2. Clima y meteorología.
3. Geología y recursos minerales.
4. Sismos y sismología.
5. Hidrología.
6. Energía.
7. Suelos y recursos del suelo.
8. Flora y recursos forestales y de pastoreo.
9. Fauna y biología marina y de agua dulce.



1. The first part of the document is a list of names and addresses.

- John Doe, 123 Main St, New York, NY 10001
- Jane Smith, 456 Elm St, New York, NY 10002
- Bob Johnson, 789 Oak St, New York, NY 10003
- Alice Brown, 101 Pine St, New York, NY 10004
- Charlie White, 202 Cedar St, New York, NY 10005
- Diana Green, 303 Birch St, New York, NY 10006
- Frank Black, 404 Spruce St, New York, NY 10007
- Grace King, 505 Willow St, New York, NY 10008
- Henry Lee, 606 Ash St, New York, NY 10009
- Ivy Young, 707 Hickory St, New York, NY 10010

UNITED NATIONS EDUCATIONAL,
SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION

THE SOIL RESOURCES OF LATIN AMERICA

by

A.C.S. Wright and J. Bennema

(1st Draft)

(Prepared in the framework of the FAO-Unesco Soil Map
of the World Project)

INTRODUCTION

This chapter is constructed of five interrelated parts. The first part examines the concept of soil regarded as a "renewable" natural resource. The second part discusses methods used for the evaluation of soil resources, and the present state of our knowledge of the soil resources of Latin America. In the third part, some guide towards the identification of the main kinds of soil in Latin America is provided; while in the fourth part the main soil regions and sub-regions of the continent are described. In the fifth and last section, some of the weaknesses and strengths arising from the dynamic state of the soil are discussed in relation to land development schemes.

Soil as a natural resource: the "renewability" of soil

Most soils are preponderantly mineral in substance, yet so varied and intimately mixed are the mineral components that few soils are regarded as being worth the trouble of exploitation for the minerals they contain. The soils that are acceptable as an exploitable mineral resource are mainly those in which a specific mineral or group of minerals has become segregated or concentrated during the process of soil formation. Examples in Latin America include the bauxite-rich soils of Jamaica, where alumina has been concentrated through extreme weathering and leaching of an aluminous drift material; and the concentration of gold, tin and diamonds during the deposition of certain alluvial soils in Chile, Bolivia and the Guianas.

In extreme cases, extraction of the soil mineral may involve complete destruction of the soil mantle, and the formation of new soil may be a very long process.

More often soils are regarded as a "renewable" natural resource, where exploitation, by farmers and foresters, does not involve complete destruction or removal of the soil material. This concept of the essential "renewability" of soil is apt to be misleading, as users of the soil have found to their dismay. Not all aspects of soil are renewable in nature, nor may all soil properties be renewed through manipulation. Whereas certain of the natural soil processes are cyclic or intermittently additive over a short or long period and the soil thus assured of a measure of renewal, yet many other soil processes follow a path of decay and degradation, with a steady loss of elements from the soil system that is the very antithesis of renewability. The state of dynamic balance between, on the one hand the positive and conservatory processes, and, on the other hand, the negative, wasting or decay, processes, is one of the significant factors helping to determine the adaptability of a soil for agricultural or forest exploitation. The soil is "an open system to which things are added and from which things are lost, but is in part cyclic"⁽¹⁾; the degree of "renewability" in the soil system varies very greatly between different soils, but it is usually implicit in the process of soil formation and can be evaluated through an understanding of the genetic process in soils.

Many soil properties are inherited directly or indirectly from the parent rock. In youthful soils, where transformations due to weathering and leaching are in their early stages, the inherited characteristics in the soil are prominent

(1) Taylor, N.H. and Pohlen, I.J., 1962: "Soil Survey Method", New Zealand Soil Bureau Bulletin no. 25, p.13, Wellington, New Zealand.

and often of great significance in the dynamic system. In very old soils, such as are common on many ancient erosion surfaces, where the soil materials have experienced several cycles of weathering and leaching, the soils differ greatly in composition from the original rock yet often show some broad but highly significant relationship with the latter through the nature of the residual minerals remaining in the soil. In addition to possessing inherited properties, soils are continually in process of developing and acquiring new features in response to various environmental stimuli: these new characteristics become embodied in the soil as the result of the operation of active chemical, physical and biological processes - collectively known as the "soil process". The various parts of this soil process can be considered as belonging to one or more of three interdependent "régimes" - the wasting (or decay) régime, the organic (cyclic) régime and the drift régime⁽¹⁾.

Soil differences that are detected by field examination, laboratory analysis, or biological tests can be studied in the light of their probable relationship to inherited characteristics and to the dynamic processes involved in the acquisition of new characteristics. The relative prominence of inherited characteristics often diminishes as acquired characteristics make progressive impress on the soil. The rate at which soils undergo change depends very largely upon the nature of the environment. Thus, soils of arid regions prominently display inherited characteristics and they acquire new features very slowly, and over a very long period of time. New features may be acquired more rapidly if irrigation water is made available; but even in the irrigated soils many inherited characteristics persist and are highly significant for the growing plant. The soils in more humid environments are greatly influenced by temperature patterns: in general, the higher the mean temperature of the environment, the more rapid the destruction of primary minerals and their conversion to soil clay. This process (argillization) releases nitrates, chlorides, sulphates, sodium, potassium, etc. which form soluble salts that may be rapidly removed by excess rainwater and so lost from the soil system; or may move upwards with capillary water and recrystallize at or near the soil surface during intervals of intense evaporation that commonly occur in semi-arid and in many sub-humid environments. In these soils, the less mobile products of argillization, such as calcium, magnesium, iron and aluminium, normally remain in the soil system, but may become segregated or even combine to form new compounds of very low mobility in specific horizons of the soil profile. Where the moisture régime of the soil is sufficiently humid, some of the first formed soil clays may be translocated downwards (clay movement on "illimerization"), and with time may transform the nature of the subsoil markedly and result in changes in the soil environment that are highly significant to growing plants.

Argillization may be considered as one of the main processes of the decay régime since it modifies many of the inherited characteristics in soils and, assisted by such processes as solution and hydration, leads to the breakdown of mineral compounds to simpler forms that are more susceptible to redistribution by leaching, capillary movement or illimerization, and make possible new combinations of elements. In the initial stages of soil formation, the decay régime helps to make soil a more favourable medium for plant growth; but where the decay processes are not slowed up by low temperatures or deficiency of moisture, soils move

(1) Taylor, N.H. 1949: "Soil Survey and Classification in New Zealand", Proc. 7th Pacific Science Congress, 6., pp.103-113, Auckland, New Zealand.

steadily towards a condition that is less favourable for plant growth, or enter a condition which is suitable only for associations of plants that are specifically adapted to a narrow range of fertility, aeration, moisture, etc. This state is reached soonest where soil temperatures are high and where soil moisture is abundant; as in the humid tropics, where the soils of stable landforms are usually very strongly weathered and leached, supporting a natural vegetation adapted closely to these soil conditions, which cannot readily be replaced by an agricultural plant cover of economic value unless special soil management techniques are introduced.

Loss of soil fertility occasioned by the operation of the decay processes in soil can be partly counterbalanced by the activity of the soil organic régime. The intervention of biological processes associated with living organisms amongst purely physical and chemical processes brings a new flexibility into the soil system; introduces new compounds that incorporate carbon and nitrogen drawn from the atmosphere, and makes possible the entry and storage of solar energy. The soil organic régime includes the addition, the incorporation and transformation of plant and animal residues into the soil system and, in many cases, the rhythm is a cyclic one. The rate at which the cyclic processes operate is largely influenced by such biological growth factors as moisture, warmth, light and interaction between organisms.

Since elements of the soil mineral system become involved in the organic régime and thus may be for a time partially protected from the wasting processes of the decay régime, the total effect of the organic régime often contributes to the stabilization, and helps to sustain a level of dynamic activity in the soil. However, since some substances produced during the conversion of organic compounds in the soil may have important conditioning effects upon the operation of other soil processes, under specific environmental conditions the very reverse may be true. Thus, whereas the deep-ranging roots of a deciduous forest may be efficient in extracting nutrients which are returned to the surface of the soil as a leaf litter that decomposes and enriches the topsoil, should some environmental factor inhibit oxidization of the litter and promote the formation of a superficial layer of acid peat, water percolating through the soil may become a more efficient leaching agent owing to increased content of organic acids.

The organic régime may impart many desirable properties to the soil system, but, in general, they are less permanent than many other soil properties and may be lost when the organic cycle is modified as must inevitably occur if the land is exploited for agricultural (or even some kinds of forest) production. Under favourable circumstances, the organic régime can help to offset gradual impoverishment of the soil caused by the decay processes, but alone it can seldom sustain soil fertility over a very long period of time. The fact that there are areas of soils with desirable agricultural properties, even in the humid tropical regions of the world, is often due to the operation of soil processes associated with the drift régime.

The drift régime embraces the many soil processes relating to the mechanical disturbance of the soil system, such as erosion and accumulation, churning of the soil due to expansion and contraction of soil clay, mixing caused by burrowing animals and the overturning of forests by high winds, solifluction due to freezing and thawing, and additive processes such as the deposition of new inorganic material to the soil surface by alluvial, colluvial and aeolian agencies. Many of the

processes associated with the drift régime result in the bringing of fresh or relatively unweathered mineral compounds to a position at or near the soil surface, and thus are a counterpoint to the activity of the decay processes. In places where the drift régime is very active, many soils can be seen to be rejuvenating and to be improving in natural fertility. This often becomes strikingly apparent in the humid tropics, where the indigenous farmers tend to avoid the soils of the stable uplands with their quiescent drift régime and tend to concentrate their agricultural endeavour on erodable hill soils where activity of the drift régime ensures higher levels of fertility.

The magnitude of the intrinsic "renewability" of any given soil is thus closely connected with the dynamic state of the soil system: the relative success of the combined activity of the drift régime plus favourable activities of the organic régime, as a counterbalance to the wasting activities of the decay régime. Where the former régimes are strongest, and the latter weakest, the soil will be a natural resource of high "renewability" and high development potential. Where the reverse is true, the soil often has a low measure of "renewability" and special techniques may be required if it is to be exploited successfully for permanent agriculture or for sustained forestry.

The dynamic state of the soil system is often reflected particularly clearly in the plant nutrient status of the soil. In this sense "renewability" can be interpreted in terms of the natural mechanisms existing in the soils that are capable of maintaining the nutrient supply to plants. Broadly speaking, the soils of the world fall into three main categories:

- (a) Soils of high fertility status, incorporating mechanisms capable of maintaining an adequate supply of nutrients to growing plants, no matter how intensively the land is exploited.
- (b) Soils of moderate fertility status, in which the nutrient supply is adequate to sustain intermittent exploitation by a population of limited size interested mainly in growing subsistence food crops; but in which the plant nutrient supply mechanisms are less than adequate to meet the fertility withdrawal occasioned by more intensive farming activities, unless supplemented by application of fertilizer.
- (c) Soils of low fertility status, on which even the indigenous subsistence farmers find difficulty in locating permanent settlements owing to the slow rate of recovery in natural fertility after the soil has been used for one cycle of food crops; and on which it is difficult to establish permanent agriculture without frequent and regular application of a balanced fertilizer mixture.

Soils with the highest fertility potential should be sought in situations where the inherited elements of fertility are high (for example, where the soils are derived from basic igneous rocks, tuffaceous sediments, etc.); where the decay régime is relatively weak, or is counterbalanced by a very active drift régime, supplemented by a favourable organic régime. At the other end of the fertility scale, notably infertile soils are found in areas where the inherited elements of fertility are low, and where the activity of the wasting régime is not counteracted by an unusually active drift régime.

In a similar way, the concept of "renewability" or resistance to change may be applied in the case of other soil properties of importance to growing plants. Many of these (such as aeration, drainage, structure, etc.) are directly or indirectly related to the dynamic state of the soil system; and so can be correlated with soil genesis and environmental factors, and can be expected to show a measure of regional, geographic expression. For example, in Latin America there is marked regional contrast between the broad pattern of the less fertile soils of the older erosional surfaces of the tectonically stable shield rocks of Brazil and the Guianas, and the intricate soil pattern of the more fertile soils of the tectonically unstable youthful landscapes of the rocks affected by the Andean orogeny⁽¹⁾, especially in areas where volcanoes are still intermittently active. The simplest possible map of the soil resources of Latin America, is that which demarcates these two major soil regions; the remainder of the continent consists mainly of wide basins and plains receiving erosion products from these regions.

There is one more basic concept to be added: that of the emergence of new soil characteristics induced by man when he seeks to bring the soil into balance with his own agricultural or silvicultural requirements. The impact of man on the natural soil system introduces a whole range of new factors and modifications, some of which may represent intensification or amelioration of natural processes already operating in the soil. Man is himself a component of the organic régime but his powers are so wide and his tools so effective that, when present, he plays a dominating rôle and often destroys a large part of the natural organic cycle. As an element of the organic régime, he is often insensitive to the functions of other organisms living on the soil, and with an arrogance born of civilization, he usually chooses to ignore them or exploit them. New soil characteristics induced by man are nearly always related with his power of control over the other elements of the organic régime. Man is also particularly prone to intensification and activation of the drift régime, especially erosion and its reciprocal process, accumulation. If very strong weathering processes are operating (as in the sub-humid and humid tropics), a measure of erosion can lead to some slight but general increase in soil fertility. Primitive man evolved techniques of terracing and shifting cultivation to prevent undue acceleration of erosion on sloping land, and to enable the regular use of these soils for the production of food crops. Now that emphasis has changed towards the production of "cash" crops, representing a surplus to normal food requirement, these and other ancient safeguards for good soil management are falling into disuse. Even in some parts of the humid tropics, accelerated erosion is becoming as marked a feature of man's ineffective efforts to manipulate soil processes as it is elsewhere in the world. The whole art of soil management in the establishment of permanent agriculture or silviculture, lies in the careful integration of the new ("man-induced") soil processes into the existing framework of the natural soil processes: a skilful, careful, and unhurried farmer can often achieve this by instinctive gentle trial and error. However, all too often the need to achieve early economic self-sufficiency impels the farmer to plunge heavily in the wrong direction, fighting against the natural processes in the soil, instead of travelling quietly with them and adapting them to his own requirements. For many of the soils in the world, man has yet to learn how to induce modifications favourable to his own needs, or to introduce new processes that

(1) Bennema, J.; Camargo, M. and Wright, A.C.S. 1963: "Regional Contrasts in South American Soil Formation in relation to Soil Formation and Soil Fertility". Trans. Com. IV and V, Int. Soc. Soil Sci. Congress (New Zealand), pp. 493-506, Wellington, New Zealand.

will strengthen and build up the soil to the point where it can support permanently his exploitative kind of farming. In many countries, the use of fertilizers is still at a relatively crude stage, and is carried out inefficiently with little understanding of the dynamic state of the soil.

Evaluation of soil resources in Latin America

The existing knowledge about the soils of Latin America has been acquired by a combination of empirical investigation and intuitive correlation.

Empirical investigations include the careful identification of the different kinds of soils as they occur in the landscape; mapping their boundaries on a reliable base map; collection and analysis of representative soil samples; and collection of data relating to fertilizer trials and soil management experience. To be successful this approach requires considerable field work by trained soil surveyors; adequate financing to keep the party operating in the field under reasonable working conditions; base maps or aerial photographs of good quality; means of access and travel within the area, and the backing of a competent laboratory. The execution of reliable soil surveys tends to be time consuming and is often rather costly, but is the only effective method of making a thorough evaluation of the soil resources in any area.

A more rapid but less exact method for evaluation of soil resources can be achieved by a combination of field studies and intuitive extrapolation derived from the study of all available environmental data. The field studies are carried out at sample sites along widely-spaced transects pre-selected after study of aerial photographs of geological and ecological reports of climatic data, and other environmental information pertinent to the region. The field observations from the pre-selected sample sites are subsequently reviewed to see how closely the indications of soil genesis match with environmental data, and the different soils are allocated provisional limits by extrapolation on the base maps or aerial photographs. This method of soil resource evaluation is more rapid, usually cheaper, requires fewer trained soil scientists than the empirical method, and is well suited to areas that are difficult of access for large parties, but it provides a much less accurate picture of the soils. The soil maps produced in this way belong to the category of reconnaissance maps, and they usually show the broad associations of the main kinds of soils in a manner that is valuable for the initial stages of land development planning and selection of new areas for colonization projects, but is inadequate for the subsequent and more detailed stages of land development planning.

The scientific force in Latin America with training adequate for the undertaking of soil resource appraisal is probably in excess of 1,500 persons, but few of the Latin American countries have soil survey organizations of sufficient size to determine accurately the nature of the soils. In some countries, the job is left almost entirely to outside groups who are hired to do the surveys and draw up the national plans for land development. Over considerable areas of Latin America, the nature of the soil remains virtually unknown, or is known only partially, through soil investigations carried out by thinly spread agricultural and forestry experimental stations. Probably no country in Latin America devotes an adequate proportion of its national income to the appraisal and investigation of the national soil resources, and as a consequence the trained soil scientists are more strongly attracted to teaching posts in universities, or to work as agronomists and chemists in regional experimental stations. In several countries, the

study of the national soils is divided between separate and often mutually antagonistic groups, competing fiercely for the available finance and not always willing to discuss the results of their investigations.

The rather widespread lack of organization in respect of national soil resource evaluation in Latin America is particularly distressing at the present time when economic development programmes, and land reform programmes, are assuming increasing importance. A general lack of vital soil information is prompting a number of emergency measures which seek to evaluate soil resources by rapid methods that involve little or no study of the actual soils. One present trend is towards photo-interpretation of existing land use patterns, and from this recommendations are made for the extension of certain kinds of land use. Another emergency measure, now in use, is the rapid examination of a large number of soil samples to determine the mean available nutrient supply of the soils of a district, but the information is not related to individual soils and the soils themselves are not mapped. There is no question that the information obtained from these measures is of some value for single purpose and immediate objectives, but it does not have the same permanent value to the nation as does the more serious evaluation of soil properties based upon the methods already outlined.

The present situation with regard to knowledge of soil resources in the different Latin American countries is outlined below:

(a) Argentina

The economic development of the Republic of Argentina has been largely dependent upon the fertility of its soils. Thus the need for a complete record of the country's soil resources was early recognized. A nationwide survey is being conducted by the Division of Pedology and Soil Fertility of the Ministry of Agriculture.

Surveying began around 1940. Up to 1958 soil survey operations covering three-quarters of the country were carried out on scales ranging from 1:500,000 to 1:250,000. Semi-detailed maps were prepared, on scales of 1:50,000 and 1:25,000, of areas chosen for irrigation and other agricultural development projects. Semi-detailed maps have also been compiled of a selected area 40,000 km² in size. These maps are based on aerial photographs and photogrammetric maps (scale 1:25,000) prepared by the Military Geographic Institute.

In addition, a general soil map of the country at a scale of 1:2,500,000 is being prepared. The Division has special laboratories for basic soil research. Also worthy of mention is the Great Soil Group map covering the entire country.

(b) Brazil

Soil survey using modern techniques began in Brazil in 1953, when the Soils Commission of the former National Agricultural Education and Research Centre (CNEPA) was appointed. Already issued, or in the press, are the following reconnaissance survey maps:

State of Rio de Janeiro	:	Scale 1:500,000
" " São Paulo	:	" 1:500,000
" " Minas Gerais (North East)	:	" 1:500,000
" " Minas Gerais (South)	:	" 1:500,000
" " Pernambuco	:	" 1:500,000
" " Pará (valley of the lower Amazonas - 2 maps):	:	
1. for the Braganca zone, an agricultural region around Belém, a map is being prepared chiefly by the Regional Institute;		
2. for parts of the virgin forest a map is being prepared in connexion with the forest inventory under compilation by FAO.		

Work is also to be put in hand in the preparation of reconnaissance maps for the Federal District of Brasilia and in the State of Rio Grande do Sul.

The above maps will serve as a basis for more detailed research in connexion with soil fertility management and recommended land utilization. They will also be used in the preparation of land development and land settlement plans.

The Soils Commission, the Regional Institute and certain State bodies have also carried out detailed and semi-detailed surveys in a number of areas.

(c) Chile

Soils surveys are the responsibility of the Ministry of Agriculture. So far the following areas have been completed:

<u>Scale</u>	<u>Ha</u>
1:100,000	128,000
1:250,000	8,403,765
	1,580,000

Semi-detailed surveys on scales ranging from 1:5,000 to 1:50,000 have been completed to over a total of 340,689 ha.

These soil survey maps cover practically one-third of the country and include most of the important agricultural areas. A Great Soil Group is available for the entire country. A number of surveys have been conducted on a larger scale for local development projects. Soil correlations are lacking where these maps are concerned, but it is hoped that an improvement will be made here thanks to the recent creation of the Soils Institute, which will act as a clearing house for all existing surveys.

Research for soil use and evaluation purposes has received a fresh stimulus from the agreement signed between the government and the Organization of American States (OAS), for a project based on aerial photo interpretation covering an area of some 120,000 km² in the central and south central zones of the country, which have the bulk of the population and are the source of more than 90% of the national agricultural production.

The project in question originated in the need for a rapid assessment of the damage caused by the great earthquake of 1960, and was expanded to provide a basis for both tax and agrarian reform, which were under study simultaneously at

that date, and for a certain amount of petroleum research which could be conducted at the same time without excessive additional cost.

The project envisaged three main lines of approach: (i) identification of farm properties; (ii) survey of present land use, and (iii) determination of potential soil use.

In all three, intensive use is made of aerial photography and the aerial mosaic is checked by ground control.

On the sheets of the mosaic some 2,000 farm properties have been identified and counterchecked with their owners. The tax basis will thus be finally established.

Photo-interpretation supplemented by field visits will make it possible to define present use of land and the length of water courses and the extent of artificial irrigation systems, all such information being entered on a transparent copy of the mosaic.

With the collaboration of experts in agriculture, forestry, geology, geomorphology, soil science and hydrology, work is proceeding to determine the potential use of these same soils as identified. Here again, the results are entered on a transparency.

The superposition and collation of the last two surveys provides, as will readily be understood, a highly reliable basis for sound agricultural planning and will at the same time provide indisputable evidence on which equitable taxation can be assured.

In addition to the foregoing, the aircraft used for photographic mapping have been used for a geophysical survey using magnetometric principles. This will provide a basis for tectonic research into possible oil-bearing areas.

The project will be of two and a half year's duration and will cost an equivalent of 3.8 million dollars, some 75% of that amount being in foreign exchange.

(d) Colombia

During recent years considerable progress has been made in Colombia as regards soil survey and evaluation. Four main types of soil survey are used, viz: (i) preliminary surveys; (ii) general surveys; (iii) semi-detailed surveys, and (iv) detailed surveys, for the most part conducted by the Department of Agrology of the Agustín Codazzi Geographical Institute.

Below is given the present status of research:

<u>Survey</u>	<u>Ha</u>
Preliminary	260,000
General	17,175,794
Semi-detailed	2,815,967
Detailed	516,238
Total	<u>20,767,999</u>

Much of the soil survey is done with the help of stereoscopic interpretation of aerial photographs, a branch in which Colombia has recently made great progress.

The three following projects are underway:

- (a) survey of soils in Llanos Orientales (63.9 million ha) in collaboration with FAO and the United Nations Special Fund;
- (b) a general survey of soils in the western part of the eastern slopes of the Andes;
- (c) continuation of the detailed survey of the Cauca Valle, Tolima.

A complete inventory of all soils of Colombia is planned.

(e) Costa Rica

Soil surveys are carried out by the Soils Conservation Department. These surveys were first begun in 1950. The following areas have been covered:

<u>Scale</u>	<u>Ha</u>
1:50,000	132,700
1:100,000	130,420

For the purpose, photogrammetry and stereoscopic interpretation are used.

In Cuba and Ecuador general surveys are available, and are the work of prominent experts. At the present time detailed maps are being prepared for certain areas where it is proposed to intensify crop growing.

(f) El Salvador

With a photogrammetric base map, detailed exploratory surveys have been made of an area 70,000 ha in extent in the Lempa Valley. There is also a less precise map covering 63,100 ha in the San Andrés area. The government now plans to carry out a complete soil survey for the purposes of land settlement.

A number of years ago a general soil survey for conservation purposes was conducted using geographical data as basis.

(g) British Honduras

In 1953 a soil survey was completed. Land capability and plant cover maps for the whole country were published in 1958 and are currently used by economists and planners and by land allotment committees and other bodies concerned with long-term planning. These same maps have been used for several years as basic documents for the development of communications (new roads, etc.) and have already demonstrated their value as an instrument of economic development in the country.

(h) British Guiana

Up to 1952 such soil surveys as existed were largely confined to the coastal plains, where sugar and rice are grown. In 1953, a survey (part aerial, part by

ground methods) of the interior of the country, drew attention to soil and agricultural problems of that region, and further revealed certain new areas likely to offer good farm land. The Soil Survey Section of the Regional Research Centre of the then Imperial College of Agriculture, Trinidad, carried out a series of semi-detailed surveys of the interior between 1955 and 1960, and similar surveys over most of the until then uncultivated areas of the coastal plains with the technical assistance of the International Co-operation Administration. At the present time detailed surveys are nearing completion under a United Nations Special Fund Soil Survey Project for which FAO is executing agency. A general inventory of soil resources throughout the country is now in progress and is likely to take three years to complete. It will cost some US \$900,000 (or dollar equivalent - half the sum being payable in local currency).

Of the above area, two million acres will be the subject of a semi-detailed survey, while a reconnaissance survey will be conducted over an area of 55,000 square miles.

In this connexion, paragraph 5 of the Plan of Operation, stating the objectives of the project, is pertinent:

"These surveys and research will assist the government in the planning of land development and improvement projects, especially for land settlement, drainage and irrigation, soil conservation, rational utilization of forest resources and the overall economic development of the country".

(i) Guatemala

In 1944 the first soil surveys were put in hand in the Poptún upland area (Department of Petén). In 1957 abundant map material was published, covering the entire country, and which is now consulted wherever local development plans, requiring detailed maps, are contemplated. These are not in fact used for regional planning but could provide a basic tool for that purpose if need arose.

(j) Haiti

Surveys have been conducted under the direction of the Soils and Chemistry Section of the National School of Agriculture since 1925. Until recently, little mapping was done, due to the lack of funds and the fact that no adequate organization existed.

Little has been achieved in the way of systematic soil surveying. A number of excellent studies, albeit of limited scope were made in earlier years, for the most part in connexion with irrigation schemes. The Agricultural Chemistry Land Utilization Services of the Ministry of Agriculture are equipped for soil analysis work, but with inadequate funds at their disposal, and can do little more than provide (as they do) teaching staff for the National School of Agriculture.

The existing excellent aerial photographs and ground map coverage of practically the entire country offer a good basis on which to extend surveys of the kind - the latter being of obvious necessity in view of the country's lack of agricultural land.

(k) Mexico

Mexico has a long history of soil surveying, and is indeed something of a pioneer in this field, the first undertakings being in connexion with irrigation, with the compilation of detailed maps and land classification for irrigation purposes going back to 1927. The following data give some idea of the developments in the survey work done by the Agrology Department of the Secretariat of State for Water Resources.

From 1927 to 1955 the Department compiled detailed soil maps covering more than 3,500,000 ha and preliminary reconnaissance maps of over 4,200,000 ha. Following completion of the inventory of Mexico's soil resources, the same Department embarked on land classification along the lines of the Great Soil Groups system, also recording the total area occupied by each group.

(l) Surinam

Satisfactory soil surveys have been made over recent years in Surinam itself and elsewhere in the Antilles. The inventory of natural resources received a noteworthy stimulus from air photography, and in 1948 a systematic soil survey was put in hand.

Since 1954 the work has gone forward chiefly as part of regional and local development projects for the coastal belt. Soil fertility studies are currently the responsibility of the Agricultural Experiment Station. The Soil Survey Department reports to the Ministry of Development.

(m) Panama

Soil surveys have been conducted with the collaboration of experts of the U.S. Foreign Aid Programmes and of the United Fruit Company, so that there are now available maps on scales and covering areas as follows:

<u>Scale</u>	<u>Ha</u>
1:1,000,000	1,500,000
1:250,000	500,000
1:50,000	420,000
1:5,000	8,000

(n) Peru

The Agrology Division of the Ministry of Agriculture, the former Soils Department of the Inter-American Co-operative Service for Food Production, and the Irrigation Board of the Ministry of Development are conducting soil surveys.

The country has four main soil research laboratories appropriately equipped for the analytical studies involved.

The following data are indicative of the progress achieved in this field:

Detailed and semi-detailed surveys:	1,120,000 ha
Reconnaissance surveys:	40,000,000 ha

In this connexion, the Natural Resources Evaluation Programme of the SCIF (now incorporated in the National Bureau for the Evaluation of Natural Resources - ONERN, itself part of the National Planning Institute) has recently completed soil evaluation projects in various parts of the country, including the small irrigation schemes in the Sierra, and a number of potentially rich zones lying between the edge of the forest and the Amazon plain⁽¹⁾. More important still, these services constitute an integral part of development plans for the places concerned.

(o) Puerto Rico

Between 1928 and 1936, the Secretary to the U.S. Department of Agriculture and the Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico carried out a joint soil survey. The resulting map was published in 1942 on a scale of 1:50,000. The data contained in the map, supplemented by details on slope and erosion, are used as a basis for technical assistance in matters connected with soil and water conservation. At the present time, detailed field and laboratory studies are being conducted in selected areas with a view eventually to publishing a better map.

(p) Uruguay

The government institutions are conducting soil survey operations, viz. the Soils Section of the Department of Renewable Natural Resources and the Land Settlement Institute. The immediate purpose is to prepare a soil map of the entire country.

(q) Venezuela

Soil studies carried out from 1937 were co-ordinated in such a way that they could be correlated in a Great Soil Group map. The Soils Section of the Agricultural Research Centre of the Ministry of Agriculture and the Section for Studies in Agricultural Economy of the Ministry of Public Works have projects under way to evaluate these resources using more detailed surveys for the purpose. Both the Ministries mentioned have been conducting soil surveys for several years now. In addition to these government-sponsored studies, there are any number of operations conducted by private and university researchers, and the Mendoza Foundation has published an index of all these, with an abstract of the content of each.

Recently an FAO group conducted a preliminary survey for the purpose of co-ordinating the many different criteria used in the past and in order to arrive at a first general classification and a Great Soil Group map of the country.

The same Ministries mentioned earlier have in hand soil survey projects covering extensive areas in the plains (20,000 km²) and in the northern coastal region (32,000 km²).

(1) The most notable examples are those surveys covering 800,000 ha in the Department of San Martín in the forest zone, and 300,000 ha beyond the Apurímac River.

Identification of the main kinds of soil

The correct identification of soils is essential when making an inventory of soil resources. In Latin America, the identity of many of the more important soils is often quite well established at the national level, but until very recently there has been little serious attempt made to correlate soils across the national frontiers and very few soil scientists have attempted soil correlation throughout the Latin American region.

Identification of a soil is invariably initiated in the field, and for this reason emphasis is naturally placed upon morphological features that are readily visible. The farmer goes a little further, and often gives a soil identity by linking some morphological characteristics with some distinctive features relating to management such as "friable brown loam". The soil scientist has, in the past, often selected some prominent set of morphological characteristics and combined these with a general chemical characteristic to coin a name for a group of soils, as in the case of "non-calciic brown" soils. Other soils have been given a simple geographic identity - as in the case of the group known as "red and brown Mediterranean soils"; although these particular soils are now reported from many parts of the world besides the Mediterranean region. The selection of certain identifying characteristics to emphasize relationships between the various soils provides a system for classifying soils. Many different systems of soil classification have been proposed during the past 50 years, and new systems are still being put forward for testing.

The complex nature of the soil system (with its interlocking inorganic and organic components) and the difficulty encountered in selecting meaningful soil characteristics that can be readily recognized in the field, together with some reluctance on the part of soil surveyors to discard a familiar but out-dated nomenclature for a more precise but unfamiliar list of words, are all factors helping to retard the evolution of a system of soil classification suitable for universal application. To be effective, such a system has to enable the precise identification of each of the many kinds of soil, and to express the relationship between recognizable units in the soil pattern in a manner that reflects something of the experience of the organisms living in or on the soil. In other words a satisfactory system of soil classification, although based mainly upon gross features of the soil profile, to be fully meaningful it must also take into account many minor features that can be taken as a reliable indication of the dynamic status of the soil; as well as some important environmental considerations that may not be clearly reflected in the morphology of the soil but which are of great significance to the living component of the soil system.

No completely satisfactory system for the precise identification and classification of the soils of the world is yet available. Soil scientists of the United States of North America are currently testing their Eighth Approximation of a system constructed along the above lines, while throughout Latin America the soil scientists of the various countries are still testing suggestions put forward in the Seventh U.S. Approximation.

However, the lack of a definitive system for the universal classification of soils need not delay soil resource appraisal or effective identification of the more important soils. Many of the Latin American countries have already made a satisfactory appraisal of some part of their soil resources using their own

national concepts of soil classification and nomenclature, or have adapted early European or U.S. systems to suit the range of variation shown in their local soil assemblage. Some countries have experimented with the Russian and New Zealand approach to soil classification, in which soils are related according to dynamic status, evaluated initially from study of the genetic factors of soil formation. One aspect of this approach of considerable advantage during the continuing indecisive period of soil classification, is that a soil can usually be accurately identified in simple terms that are not of a highly technical nature: for example, a soil can be referred to as "a moderately enleached, clay illuvial, very strongly weathered kaolinitic soil from strongly argillized arkositic sandstone in the sub-humid tropics" - which is more informative than "red yellow podzol" or "typoschult". This approach also emphasizes the importance for soil surveyors to keep in mind the relationship between soil morphology, soil process and environment, and not to be simply content to place a given soil in a particular "pigeon-hole" of an established classification. Understanding of a soil is often far more valuable than its precise classification.

Below is given an approximate guide for the identification and understanding of some of the main kinds of soil found in Latin America. The names used for the main categories of soil are those established provisionally by the Advisory Panel of the World Soil Map Project currently being undertaken by joint FAO-Unesco co-operation. The Advisory Panel represents a consensus of pedological opinion drawn from various countries in the different continents of the world, and the soil names are thus the ones most likely to be acceptable and understood by soil scientists throughout the world at the present time. Many of the soil names used are somewhat archaic ones, and are certain to be changed as soil knowledge advances; they are still the commonly accepted ones. For each of the kinds of soil here described, emphasis has been laid upon basic features and attributes able to affect the growth of living organisms. Many of these are unlikely to change greatly with the passing years. Since most of the current systems of soil classification are to a large extent complementary, approximate equivalents in the U.S. Seventh Approximation and the New Zealand systems are indicated where possible.

The soils described are placed in roughly the following order: High on the list come soils with little or no profile development owing to the continuous or intermittent operation of very active drift régime processes (alluvial soils, lithosols, regosols), and soils in which profile development is additionally markedly influenced by an abundance of amorphous material in the clay fraction (andosols). Other soils with minimal profile development due to persistent low soil temperature and/or moisture deficiency of the environment (subalpine soils, desert soils), are also near the head of the list. These are followed by soils whose profiles show progressive strengthening of wasting régime processes as the overall environment increases in moisture and warmth. Soils showing weak argillization and little or no leaching (reddish-brown, chestnut and brown semi-desertic soils) of the various semi-arid regions, are followed by soils in which leaching progressively tends to outstrip argillization (non-calcic brown soils and other Mediterranean-like soils; brunizems or prairie soils; brown forest soils; acid brown forest soils; brown podzolic soils and podzols). Soils in which argillization processes are operating more strongly or have operated strongly at some period in the history of the soil (red-yellow podzolic soils, latosols) come at the tail of the list. This arrangement is mainly for convenience of description, and no genetic progression from one group to the next is implied.

IDENTIFICATION OF THE MAJOR SOILS OF LATIN AMERICA

Detailed information about the soils of Latin America is available for only about one-tenth of the total area, and there is no doubt that there are still many kinds of soils as yet unstudied, as well as a great number of soils whose presence has been noted but for which no adequate studies exist. Nevertheless, at the present stage of knowledge of the soil resources of the area, some attempt can be made to summarize the significant characteristics of a number of soils that are of importance because of their wide extent, or because of their proven agricultural significance. Many of these soils are referred to in the following section of this chapter, dealing with the major soil regions of Latin America; the present section is concerned more with the characteristics by which these soils can be identified. Since much of Latin America falls within the humid and sub-humid tropics, the important soils of these climatic régimes are given priority; followed in approximate order by the soils of progressively drier, and finally, cooler climatic régimes.

(a) Lithosols, alluvial soils, and regosols

Soils with little profile development other than a weakly defined topsoil ("A" horizon), and only in exceptional cases incipient differentiation of a subsoil horizon between the topsoil and the undifferentiated soil parent material. These soils may occur under a wide range of environmental conditions but even where the wasting régime processes are strongest, the soil retains its very youthful appearance due to strong counteracting processes of the drift régime. The organic régime is generally weak and leaves little impress in the soil. These are soils in which characteristics inherited from the soil parent material are prominently displayed and in which acquired and man-induced features are but lightly etched into the soil fabric.

Because of this, there is often a misleading measure of uniformity amongst the profiles of lithosols, regosols and even many alluvial soils; leading to their being placed in the same soil group in many classifications (in the Seventh U.S. Approximation they are entisols, mainly udents and ustents). However, for the growing plant and soil micro-organisms, the strength of the unseen soil processes is a highly significant aspect of the soil environment and there is usually a great difference in the agricultural behaviour between, say, alluvial soils of the temperate regions and those of the tropics; or in the forest potential of lithosols of the arid regions and those of the humid regions. There is thus a need to include a so-called "climatic factor" in the classification of these soils, which really amounts to definition of the energy status of the soil as indicated approximately by latitudinal and altitudinal zones and by the average soil moisture régime of the soil (in the New Zealand classification, these "skelous" soils are given prefixes to indicate their approximate energy status, their moisture régime and their mode of formation; a recent alluvial soil of the humid tropics might be identified adequately as "hydrous luvic perskelous", for example).

As a major group these soils vary in fertility, mainly according to the nature of their parent material and the general rate at which primary soil minerals are broken down to release available plant nutrients; losses due to leaching or gains accruing from a highly efficient organic régime, are relatively unimportant as a rule, although may become significant in the case of soils derived from parent materials rich in inert minerals such as quartz sand.

The main differences between lithosols, alluvial soils and regosols lie in their mode of formation, the kind and degree of activity of the drift régime, and the condition of the substratum below the shallow soil profile:

Lithosols have extremely thin soil profiles in which soil material is mixed with angular fragments of the parent rock. The "A" horizon is weakly differentiated, stony, and often of low organic matter content. The soil surface shows evidence of erosion and progressive truncation or may be mantled with loose rock fragments as the result of long-continued erosion. Lithosols commonly occur on steeply sloping land and are common on landscapes brought into being during the Andean orogeny. However, they are seldom found in nature without numerous pockets of deeper soils that, although still usually very stony, show clear evidence of the regional environmental impress. These associated soils are often recognized as "lithosolic" members of various zonal soils ("lithosolic brown forest soils" for example); but the soil pattern is normally so intricate that, even on detailed soil maps, the soil surveyor has little option but to adopt a map unit described as "lithosols and brown forest soils", in which the presence of lithosolic intergrades is implied. Large areas of true lithosols are extremely rare in Latin America.

In some earlier classifications, these lithosols and lithosolic intergrades were called "skeletal" soils: this concept is retained in New Zealand, where soils with this primitive type of soil body are recognized as "skeliform".

Alluvial soils have layered profiles resulting from the periodic emplacement of layers of fresh material on the soil surface during inundation by sediment charged waters of rivers, lakes or the sea. Alluvial soils built up by rivers normally show very marked textural layering due to the variable nature of the floods - except in delta and estuarine sectors, where sediments are more uniformly silty or clayey and approach more closely the character of lacustrine and marine alluvial sediments. The frequency of inundation plays an important part in determining the nature of the soil profile. Where floods are frequent, the organic régime has little opportunity to change the appearance of uppermost soil material before new materials are emplaced, and these most "recent" alluvial soils have a very weakly differentiated "A" horizon. Where the time interval between inundations is longer the topsoil may acquire a more distinctive dark colour and improved aggregation, and, in extreme cases, a thin horizon immediately below the topsoil may show signs of increasing argillization and leaching, giving the whole profile an A(B)C arrangement. Many alluvial soils are seasonally wet and show evidence of the operation of reducing processes (gleying). Some marine alluvial soils with buried organic matter and very strong reducing conditions, become exceptionally acid when drained due to the formation of sulphuric acid: they are sometimes called "acid sulphate soils" or "katclay" soils⁽¹⁾.

Alluvial soils commonly occur in nature in association with hydromorphic soils (especially in humid environments), with halomorph soils (as solonetz and solonchak, especially in arid environments), and with regosols.

Regosols are mainly developed in unconsolidated materials subject to repeated disturbance by very active drift régime processes - especially aeolian movements. Commonly the dominant process is one of accumulation of particles of fairly uniform size range and at a fairly steady rate; there is usually little sign of layering

(1) Reference from Edelman?

as occurs in alluvial soils. Whereas lithosols are usually underlain by hard rock or coarse rock debris, regosols often show their shallow and superficial profile merging into unaltered unconsolidated parent material which may be of considerable depth. The "A" horizon of the profile is commonly very weakly differentiated from the parent material in continental regosols; but in coastal regions under certain types of vegetation it may be quite strongly differentiated.

Regosols derived from volcanic ash form an important subcategory with many features that are intergrading to andosols. They are normally restricted to the immediate vicinity of periodically active volcanoes, and usually have their greatest extension on the leeward side of the vent. Profile differentiation is, in part, dependent upon the frequency of eruption of volcanic ash, and in part depends on the fineness and nature of the mineral material. Where long intervals intervene between eruptions, regosols develop a conspicuous dark topsoil and other features that mark them as definite intergrades to andosols.

(b) Andosols

Andosols are mainly found in situations where volcanic ash beds of no great age are weathering in a more or less continuously humid environment. Characteristically, these soils have a relatively conspicuous thick, dark-coloured and friable topsoil; usually with a yellowish-brown subsoil, very friable in its uppermost part and becoming more consolidated at depth. The clay fraction is dominated by the presence of amorphous clay, which can usually be determined in the field by the sensation of slipperiness or greasiness when the soil is sheared between the fingers. Physically, andosols are notable for their very low bulk density, and for their low stickiness and plasticity when moist. Chemically, they are remarkable for the lack of permanent charge and high variable charge carried by the amorphous clay, by their apparent high base exchange capacity, and by their being strongly buffered against changes in pH. They are extraordinarily retentive of phosphate, readily become deficient in potash and often have a high level of active alumina. The topsoil is usually rich in organic matter which appears to be, to some extent, protected from facile destruction through strong affinity with the amorphous clays.

In andosols, the operation of most soil processes is markedly influenced by the presence of abundant amorphous clay, formed originally by intermittent deposition of volcanic ash. Andosols are commonly layered soils, and the soil represents a stratigraphic column in which the age of the layers increases with depth. Amorphous clay is an early product of the wasting process in volcanic glass, and once present in significant amount in the clay fraction of the soil it appears to strongly condition the operation of many other soil processes, including leaching, gleying and (for a time) the development of more common layered forms of soil clay. The aqueous component in andosols is strong, and is largely protected through its incorporation in the gel-like body in the amorphous clay; andosols are thus soils with a strong internal environment and are often relatively insensitive to external environmental stimuli. Profile differentiation appears only slowly with increasing age and the long-continued operation of the soil processes under continuously humid soil conditions. However, if the external environment is of the type that includes abrupt and regular intervals of moisture deficiency, the amorphous component of the soil clay more readily changes to the ordered structure of metaalloysite and other layered clays, so that true profile differentiation is rather more common in andosols of the subhumid regions. Amorphous clays do not appear to form in volcanic ash weathering under semi-arid environmental conditions, and hence andosols are restricted to humid and subhumid regions.

Andosols with a seasonal "perched" (or ephemeral) groundwater table commonly occur where volcanic ash rests on impervious substrata in humid regions; these should be grouped with hydromorphic soils, yet the soil profiles often do not clearly reflect seasonal wetness and may indeed be little different in appearance from normal andosols.

During major volcanic eruptions, finely comminuted volcanic glass may be dusted lightly over landscapes lying at a considerable distance from its source. Many soils of Latin America receive minor additions of volcanic glass during the course of their development, as is testified by the presence of thin layers of ash in many peat bogs, but the amount of amorphous clay derived from this material is usually not significant, except possibly in very elevated situations where the soil wasting régime (and the organic régime) is strongly conditioned by very cold night temperatures, high daytime isolation, and very low atmospheric humidity. Under these rather special subalpine conditions which prevail mainly in the equatorial highlands of Latin America, amorphous clays appear to build up in the soils and profiles resembling andosols are found. These "andosol-like" soils are locally known as "paramo" soils, and probably derive some of their amorphous clay from a dusting of volcanic glass. Paramo soils also have many features of more normal subalpine soils, and are discussed with the latter soils in the following paragraphs:

(c) "Paramo" soils and other soils of subalpine regions

Few studies have yet been made of these soils and in many cases only general observations are available. They are rather conspicuous members of the Latin American soil assemblage and, in some parts of the Andes, are called upon to support a surprisingly numerous population. Both "paramo" soils and other subalpine soils are usually found in association with lithosols and often with small areas of organic soils or peaty hydromorphic soils. "Paramo" soils have conspicuously dark and deep acid topsoil, usually overlying very acid pale-coloured (often mottled) subsoils that in some cases are developed from fine materials of glacial origin; other subalpine soils may be shallower and stony, but they also have a distinct, dark coloured topsoil, pale subsoils and usually light mottling. These soils occur at elevations in excess of 4,000 metres above sea-level in equatorial regions, above 3,500 metres in latitude 20°S, and above about 2,500 metres in latitude 40°S. The plant cover is usually distinctive, ranging from subalpine shrubland (with *espletia* as a characteristic species) to tussock grassland and subalpine herb field.

In some localities the soil surface is bare of vegetation over considerable areas and shows evidence of solifluction, frost heave, or stone stripes and polygons. Topsoils are usually very rich in organic matter and in nitrogen and despite their general acid reaction, their base status may be relatively good. The soils regularly experience very low night temperatures in equatorial regions and are frozen for long periods at high latitudes; this aspect of their environment, combined with the prevailing low atmospheric humidity, to some degree inhibits soil wasting processes and helps in the maintenance of soil fertility. On the other hand, the rigorous nature of the climate favours survival of plant species that have an unusually high carbon/nitrogen metabolic balance; the type of plant residue returned to the soil surface is rich in resinous compounds that are difficult to decompose, and a thin layer of acid peat is commonly formed, and this helps to acidify rainwater percolating through the soil and intensifies the leaching process. This conditioning influence of the organic régime is to some extent

offset by a rather active drift régime (including, in many places, the weak accumulation of volcanic ash minerals). As a medium for plant growth, the soils are acid but comparatively well supplied with available plant nutrients, yet their exploitation for agriculture or forestry is very severely restricted on account of the extreme conditions of the climate. Few plants of commercial (or subsistence) value can be grown at these elevations, and the dominant pattern of land use is nomadic grazing by animal species naturally adapted to the environment - such as llamas, alpacas and vicuñas.

In the central sector of the high Andes, where the climate becomes markedly arid, "paramo" soils (and their related shallower subalpine soils) intergrade to desertic soils. Along the eastern margin of the high Andes, especially in the equatorial sector, they intergrade to shallow podzols.

"Paramo" soils have mainly deep profiles with a very conspicuous black topsoil, in places exceeding 50 cm. in depth. On drying, the lower part of the black topsoil and the underlying subsoil shrink to form giant prisms or columns. Topsoils are usually friable and loamy; subsoils are generally compact and clayey. In sheltered situations that can be used for crops of potatoes, oats and indigenous or 11-grain crops such as "quenua" (chenopodium). The limited analytical evidence suggests that the upper part of these soils contains some admixture of volcanic glass; the lower part may be mainly derived from clays of glacial (or snowfield) origin.

Other subalpine soils have more variable, but generally shallow and stony profiles; topsoils are usually dark and of a fine granular structure but are often somewhat "peaty" and sometimes have a superficial mat of fibrous peat. They are used only for seasonal grazing.

(d) Desert soils

The desert soils of Latin America include the primitive desert soils and saline desert soils of the extremely arid desert region of Northern Chile and Southern Peru; weakly saline (non-calcareous) desert soils and stone desert soils of regions of less extreme aridity; coastal brown desert soils where the extreme aridity is markedly relieved by moisture condensed from coastal fogs; calcareous desert soils (often called "reddish-brown desert soils") of the warm, arid regions; and brown desert soils (often called "grey desert soils") of the cooler arid regions. They occur in association with regosols, lithosols, regosolic and lithosolic intergrades, solonchak, fossil solonchak ("dry residual" solonchak), salt plains ("salars"), and intergrade with mineral chestnut and brown desertic soils along less arid marginal areas.

In the main, they are soils with very weak profile development owing to a virtual absence of moisture in the soil over very long periods. Under these conditions, the soil forming process is markedly inhibited; profile characteristics show little variation from the tropical lowlands of Peru, to the cool temperate deserts of Patagonia. In the absence of moisture, temperature has relatively little effect on soil formation, but the importance of the temperature régime becomes apparent when desert soils are placed under irrigation. The deserts of Latin America form a continuous belt from the tropical north to the cold south, ranging in altitude from sea-level to over 5,000 metres, and occur under various types of

minimal moisture régime, so that the influence of small amounts of moisture in initiating various soil processes can be isolated and studied in relation to the gradual evolution of soil as a medium for plant growth.

So far, no desert soil sample from Latin America has proved to be completely devoid of soil micro-organisms, although in the driest regions the forms of soil life are very specialized and few in numbers. In these soils, experiments show that a little moisture becomes available as a result of internal dew condensation consequent upon the sharp fall in soil temperature as the sun sets. On the more stable desert landforms, where this process has been of long duration, a subsurface horizon (the region of maximum condensation) begins to show incipient argillization of soil minerals and soluble salts so released gradually move upwards to the soil surface when the moisture evaporates. Many of these desert soils show ordered segregation of soluble salts, with the most soluble concentrated in the surface soil (chlorides of sodium and potash) and the least soluble (sulphates of magnesium and calcium) accumulating (and hardening) further below the soil surface. In coastal areas, where moisture condensation is most active, brown colours due to the formation of iron oxide and appreciable amounts of soil clay appear in the subsurface horizons. Chemical and biological weathering also occurs on the undersides of the larger stones on old land surfaces. Carbonates usually first appear in recognizable quantities in these situations although, for the most part, the soils of the extremely arid desert region are highly saline but lacking in carbonates.

In desert regions subject to occasional but highly irregular and widely spaced showers of rain, a carpet of ephemeral herbs and grasses usually appears after rain has fallen, and there may be some permanent vegetation in the form of desert succulents, such as cacti. Here the soils are less strongly saline and become more uniform in carbonate content. The surface soils are often highly vesicular and are sharply differentiated from the more clayey subsurface horizon, often somewhat reddish-brown in colour. With increasing effectiveness of rainfall, the plant cover thickens, salinity disappears from the surface soil which begins to darken and improve in organic matter content, the heavy-textured subsurface horizon increases in thickness, and carbonates accumulate around plant roots and in structural fissures in the subsoil. The more advanced desert soil profiles may show a distinct greyish, slightly leached vesicular sandy loam topsoil and reddish-brown or brown blocky or prismatic clay subsoil, not entirely free of soluble salts but strongly calcareous and often with conspicuous white carbonate concretions. Soils of this kind may occur in intimate pattern with patches of regosols or lithosols, and low spots of sodium chloride accumulation or sand dunes, depending on the relative stability of the desert surface and the local activity of the drift régime.

The dynamic status of desert soils thus ranges from almost inert, lifeless soil material to soils with localized argillization and strong upwards translocation or weak downwards translocation of the products of soil wasting, depending upon the effectiveness of the moisture régime. Without additional water, they are of little value to farmers or foresters. When irrigation water is applied to these soils, great care is needed to ensure that the increased amount of soluble salts made available as a result of more rapid soil weathering is effectively flushed out of the soil system. In soils of low quartz sand content, surface accumulation of soluble salts is often difficult to control, while exceedingly sandy soils may lack sufficient moisture-holding colloidal material to make irrigation worth while. Irrigation of desert soils requires particular attention to the building up of an efficient organic régime to counter these inherent disadvantages, and to take advantage from the intrinsic reserves of plant nutrients in these soils.

(e) Soils of semi-arid regions

These soils have been variously named "brown soils", "brown desertic soils", "reddish-brown desertic or semi-arid soils", "minimal chestnut soils", "minimal reddish-chestnut soils", etc. with a strong emphasis on colour and environment but little emphasis on geographic region or dominating soil profile features. The reason for this is probably because these soils show great variation in profile morphology depending mainly upon the nature of the soil parent material, yet their common dynamic status makes them a very distinct agricultural entity. In other words, the prominent features of the soil profile often represent inherited characteristics which are of less significance to the growing plant than the less visible acquired characteristics which are the real measure of the dynamic status of the soil.

These soils occur in environments where there is a soil moisture deficiency for a large part of the year, yet they can sustain a permanent plant cover ranging from xerophytic shrubland with cacti, to dry thorny woodland. The organic régime is far more active than in desert soils, not only in the greatly augmented return of plant residues to the soil surface and increased biological activity in the soil, but also in the depth to which the organic byproducts extend down the soil profile, promoting chelation and transportation of mineral ions, modifying the mobility of part of the soil clay, and stimulating structural aggregation. By contrast with desert soils, leaching in the semi-arid regions is usually adequate to remove soluble salts from the upper part of the soil (although some soils in semi-arid regions tend to accumulate soluble salts in the upper part of the soil if the free downward movement of water is impeded by translocation of clay from topsoil to subsoil and the formation of a clay-illuvial "B" horizon. By this process, many soils of semi-arid regions intergrade to solonetz). In the semi-arid regions, soil profile development is chiefly a matter of relative rates of clay formation and clay movement in a base-rich soil environment, with the organic régime playing a strong conditioning rôle and the intrinsic nature of the soil parent material masking or intensifying morphological changes. Thus there is a wide difference in appearance between soils derived from pumiceous volcanic ash in the semi-arid parts of western Argentina and loess derived soils developed under a similar environment on the opposite side of the central Argentinian desert; yet they have many agricultural attributes in common due to a common set of dynamic soil conditions, largely controlled by parallel factors in the external environment.

Although the organic régime plays a powerful part in the dynamic system of semi-arid soils there is only a transient accumulation of plant residues on the soil surface. Surface litter is very rapidly comminuted and converted by the abundant insect population to become, eventually, incorporated in the topsoil. Under the slightly alkaline to very slightly acid conditions of the topsoil, many of the initially formed humic compounds are unstable and they move downwards during the wet season to form more stable chelation compounds with calcium, magnesium and iron in the subsoil. Part of the organic matter in the soil is derived directly from the root system of the vegetation which is much more abundant than in desert soils. However, owing to the seasonal efficiency of organic transformation processes, the organic matter content of the semi-arid soils seldom exceeds 3%, but the products of the organic régime are comparatively deeply distributed throughout the soil profile. The topsoil horizon is usually only weakly differentiated in

colour from the subsoil, but the fabric tends to be porous and slightly hard when dry; subsoils are often of similar colour to the topsoil but are much less porous and more prominently structured. Textural differentiation between topsoil and subsoil may not be as marked as in many desert soils, owing to the increasing intensity of argillization in semi-arid topsoils which is particularly marked in fine-textured parent materials. Many semi-arid soils show a weak platy structure in their uppermost part, which may be associated with weak aeolian accumulation.

Most soils of semi-arid regions show absence or near absence of carbonates in the topsoil (unless derived from highly calcareous parent materials) but strong accumulation of carbonates in the subsoil. Soluble salts increase gradually with depth but usually only form discrete accumulation (often as sulphates) at depth - in the parent materials well below the part of the soil nourishing the plants. The semi-arid soils differ from desert soils in that iron compounds are mobilized and translocated in far greater quantities, giving brown or reddish-brown colours throughout the profile. These colours are, however, not of great intensity owing to the further reaction of iron with mobile organic compounds. In general, semi-arid soils are rather pale coloured soils. Under tropical conditions, some concentration of iron may occur, and up to 85% of the total iron in the soil may exist as free iron. Evidence of illimerization (downward translocation of soil clay) is present in many semi-arid soils, and may become very prominent in situations where the drift régime is adding crystalline soluble salt to the soil surface (as in the Chaco region of Bolivia and Paraguay). The clay fraction of semi-arid soils is commonly a mixture of illite, montmorillonite and kaolinite, and any predominance of one or the other often relates to an inherited parent material factor or to the kind of argillization effected under particular temperature conditions. In semi-arid tropical soils, kaolinites are often abundant in the clay fraction; under temperate weathering conditions, non-calcareous shales or phyllites give rise to illitic semi-arid soils; calcareous or basaltic parent materials usually give rise to montmorillonitic semi-arid soils over a wide temperature range. Semi-arid soils derived from pre-weathered argillaceous parent materials commonly retain some characteristics inherited from the parent clay.

The soils of semi-arid regions normally have an abundant supply of plant nutrients, available to plants when the soils are seasonally moist or when irrigation water is supplied. The majority are of good physical condition to accept irrigation water, and prior attention to drainage requirements is needed mainly in soils showing accumulation of clay in the subsoil, and these are not very common. Where large areas of semi-arid soils are to be placed under irrigation, it is usually advisable to plan an overall drainage scheme for the lower-lying parts to avoid the gradual rise of the local water-table and prevent any possibility of return of soluble salts to the topsoils. Many areas of valuable semi-arid soils subjected to a long period of irrigation have gone out of production from lack of attention to obvious drainage needs. In the absence of additional water, agriculture on semi-arid soils is usually restricted to annual cropping, or grazing, which may be further curtailed by snow, frost or general low soil temperatures in certain climatic regions - as on the altiplano of Chile and Bolivia, or in southern Patagonia. In the tropics, conservation of soil moisture and maintenance of topsoil structure is an essential part of agricultural management of these soils, especially in areas without irrigation.

As moisture conditions become more uniform throughout the year, soils are able to support a much wider range of natural vegetation, processes of the organic

régime become more diversified and their interplay with other soil processes more complex. It is no longer meaningful to speak of "the soils of the subhumid regions" or the "soils of the humid regions", because of the increasing importance of temperature in soil formation and the increasing importance of the organic régime as a conditioning factor in the soil process. Soil profile morphology continues to reflect many inherited characteristics under subhumid moisture conditions, but as seasonal moisture conditions become more uniform soils begin to show a stronger impress of acquired characteristics and tend to develop conspicuous morphological features that correlate closely with a particular set of environmental conditions. From this arises the "zonal" concept in soil classification. However, the importance of inherited characteristics is never entirely lost, and in some soils persists so strongly that the zonal impress of the environment is not clearly expressed in the soil morphology. A further difficulty in establishing relationship between soil morphology and environmental conditions lies in the fact that, since morphological features are the result of the interplay of many diverse soil processes it is entirely possible that soils of rather similar morphology may be produced by quite different combinations of soil processes; the soils may appear similar, but for a growing plant they possess entirely dissimilar dynamic attributes. This, then, is the point where the morphological systems and the genetical systems of soil classification tend to diverge more strongly.

As soil moisture becomes less of a limiting factor in soil development, three very broad basic soil categories emerge:

- (i) soils in which the wasting régime is still operating relatively slowly (owing to intermittent lack of moisture or periodic low temperatures), but in which the organic régime is operating at a much stronger level than the soils of semi-arid regions;
- (ii) soils in which the wasting régime is operating more rapidly, with leaching processes more effective than argillization, and the organic régime becoming a strong conditioning factor under more extreme conditions of coolness or wetness;
- (iii) soils in which the wasting régime is operating rapidly, with argillization processes more effective than leaching.

To the first category belong many soils that have been called chestnut soils, chernozems, brown and red Mediterranean soils, grey wooded soils and grey forest soils, and also some soils called brown forest soils and brunizems (or prairie soils). To the second category belong soils called grey-brown podzolic soils, acid brown forest soils, podzols and gley-podzols. To the third category belong many subtropical and tropical soils, including red-yellow podzolic soils and latosols. At one stage or other of the exploration of the soil resources of Latin America, various soils have been accorded recognition under one or other of the above names. However, in some cases identification was not complete and many of the soils so classified await further critical examination. Only those that appear to have more certain identity are described below.

(f) Chestnut soils

In Latin America the name "chestnut" ("castaño") has been used for many soils that are marginal to the soils of semi-arid regions. They are often of a pale reddish-brown subsoil colour, but they differ from most semi-arid soils in that the topsoils are thicker, somewhat darker, of a more prominent granular structure, and better supplied with organic matter (4-8%) than most semi-arid soils. Chestnut soil profiles show ABC differentiation where the parent materials are fine-textured, but many Latin American chestnut soils are derived from aeolian drift deposits relatively rich in volcanic ash minerals and silica, and these show A(B)C profile arrangement. In most chestnut soils the "B" horizon is generally of slightly heavier texture than the "A" horizon, but shows only weak evidence of clay movement (illimerization), and in soils from fine-textured parent materials the subsoils usually show prismatic aggregation. The ratio of bivalent to monovalent cations shows increase with depth, and a horizon of carbonate accumulation is often present in or below the subsoil. In the Chaco region of Argentina, Bolivia and Paraguay, many chestnut soils show surface accretion of soluble salts and the profiles are solonetzoid, or intergrades to solonetz. The clay fraction in chestnut soils is dominantly illitic, but montmorillonite is also commonly present.

Latin American chestnut soils occur under temperature ranges from cool temperate to subtropical, and occur in both lowland and upland situations, but they are restricted to rather dry subhumid climates, where the soil may be moisture deficient for almost half the year. They support a natural vegetation of natural grassland, xerophytic shrubland and dry woodland and have a relatively active organic régime. The drift régime is also quite active although varying locally in intensity. With regard to the wasting régime in these soils, argillization and leaching are fairly weak processes; illimerization is usually marked only where the drift régime brings additional soluble salts to the soil surface; "carbonatization" (production of carbonates) is moderately active, but "ferritization" (production of iron compounds) is normally weak, unless the soils are developing under a warm temperature and subtropical conditions. They are soils with an abundant supply of plant nutrients, but in the absence of irrigation these are only seasonally available to plants. Chestnut soils occur in association with solonetz, brown desertic soils, grumusols and solonchak.

In the Seventh Approximation of the U.S. classification, most Latin American chestnut soils are mollisols (haplustolls, argustolls); they are not represented in New Zealand, but would probably be regarded as "siti-pallic" soils.

(g) Grumusols, rendzinas and related dark-coloured clays

These soils are not of important extent in Latin America, except in Uruguay and north eastern Argentina; elsewhere they are of limited area and local distribution. They are conspicuous dark-coloured, heavy-textured and prominently structural soils. Their clay fraction is normally dominated by montmorillonite. The normal horizon sequence is AC or A₁.AC.C. The "A" horizon is dark, usually has a granular structure (which may be very fine and may degenerate to a crust at the surface), but is often of relatively low organic matter content. In many soils the lower part of the "A" horizon is markedly blocky or is composed of prismatic peds; there is rarely any clear evidence of clay movement, but pressure faces ("slickensides") are common on the soil aggregates. As a group they are heavy

soils, very plastic and sticky when wet, very hard when dry and showing prominent shrinkage cracks and fissures. Grumusols commonly show "churning" of the surface soil, due to alternating swelling and shrinking as moisture conditions change, and usually develop a dimpled pattern of microrelief ("gilgai"); rendzinas are shallow soils, generally developed from calcareous parent materials. Other related dark-coloured clays, such as the "black prairie soils" of Uruguay, are formed from basalt or calcareous loess, and show some of the characteristics of grumusols; while others, often in tropical environments, show prominent crusting of the surface during the dry season.

The dynamic status of these soils has been little studied. As in the case of andosols, the soil process is largely conditioned by the initial presence or early dominance of a distinctive kind of clay - in this case montmorillonite. In the field montmorillonitic clay can be recognized by its marked stickiness, plasticity and unctuous feeling when moist, by its marked hardness and tendency to form cracks when dry; and by the "soapy" feeling left on the skin as the clay dries that persists during washing. Unlike other sticky and plastic clays, montmorillonite does not adhere to the tongue. With this kind of soil clay, the grade of argillization is often difficult to detect in the field; indications of clay movement (dimerization) are also obscured by the formation of pressure features resulting from swelling of soil aggregates. The swelling properties of montmorillonite also restrict soil leaching to the uppermost part of the profile and to the channels formed by shrinkage in dry soils. Under very intense leaching conditions, some breakdown of montmorillonite may occur in the upper part of the "A" horizon and in vertical tapering "tongues" marking the position of former structural fissures. Most of these soils are but weakly enleached and have a high plant nutrient status, although availability of nutrients is somewhat restricted by the physical properties of the soil clay. Physical condition of the soil when very dry or very wet also limits their utilization for some crops and raises management problems. Where moisture relationships can be closely controlled (as under some forms of irrigation) they are excellent soils for rice, cotton and maize. They are also widely used for pastoral farming. In Latin America they are more common in subhumid regions and may occur under cool temperate to tropical conditions, ranging from near sea-level to over 4,000 metres on the Andean altiplano (near Lake Titicaca). In the Seventh U.S. Approximation they are mainly classified as vertisols and mollisols (rendolls); in the New Zealand classification they are nigriform (nigric) soils.

(h) Brunizems or prairie soils

Under this general name a rather wide range of what are essentially grassland soils have been identified in Latin America. They range from the weakly acid or neutral fertile soils of the Argentinian Pampa to the acid, much less fertile tussock grassland soils of the Andean highlands and the "reddish prairie" soils of the Uruguayan and southern Brazilian uplands. Further study is needed to determine the separate identities of the various soils at present rather casually lumped together under the broad name of "brunizems" in Latin America.

Provisionally these soils are identifiable by their rather thick, often sharply defined, dark-coloured finely granular "A" horizon, overlying a "B" horizon that is distinctly brownish in colour and usually of heavier texture due to downward translocation of clay from the "A" horizon. The Latin American

brunizems occur as intergrades to chestnut soils in north-western Argentina, as intergrades to andosols in Ecuador and Colombia, as intergrades to Mediterranean soils in Chile and southern Brazil and as intergrades to brown forest soils. Many Latin American brunizems are somewhat hydromorphic and occur in intimate association with humic gleys and other gleyed soils.

In most Latin American brunizems, the soil wasting régime is of weak or, at best, moderate strength, often showing some tendency for leaching to outstrip argillization processes, although not sufficiently to markedly lower the fertility status of the soil. The drift régime is often locally fairly active and thus helps to sustain the soil fertility, but one of the dominating features in these soils is the special nature of the organic régime relating to the predominance of graminaceous vegetation. The organic matter content of topsoils is usually moderate to high (10-18%) and derived more from decomposing root tissues than from foliage residues. Moreover, the microbiological spectrum (kind of micro-organisms, ratio of species and distribution within the soil profile) is unlike that of semi-arid soils and that of forested soils; and the nutrient cycle between soil and vegetation is often a comparatively shallow one. These factors tend to bring about a sharp differentiation in dynamic status between the "A" and "B" horizons of the soil; in warm environments, topsoils may increase in fertility with age relative to subsoils, while in markedly cool environments, topsoils may accumulate unsaturated humic compounds and become distinctly acid and peaty with respect to the underlying subsoils. The degree to which this divergence between topsoil and subsoil becomes apparent depends to some extent on inherited factors. It is less evident in soils derived from calcareous parent materials or from highly siliceous sands. Soil moisture relationships are also affected by the presence of an abundance of fine fibrous grass roots in the upper part of the soil and the subsoil horizon often has the nature of a "fragipan" (hardened when dry, but soft and penetrable when wet). The dominant clay fraction is often illite, but montmorillonite, kaolinite, hydrous mica and halloysite have also been recorded in Latin American brunizems. Except where derived from calcareous parent materials, these soils are usually without carbonates in the soil profile, but iron compounds are generally well-distributed and comparatively abundant.

Most Latin American brunizems occur in regions with a slight to moderate seasonal moisture deficit, but others occur under marginally humid conditions where monthly evapotranspiration and monthly precipitation are approximately equal for much of the year. In the Seventh U.S. Approximation, Latin American brunizems are mainly mollisols (udolls and ustolls); they are not well represented in New Zealand, but similar soils are referred to palliform (pallie) soils.

(1) Brown and red Mediterranean soils

A number of soils in Latin America have been identified under the above name on the grounds that their morphology is closely similar to soils given this name in Europe, although very few critical studies have been made on them. Brown colours are generally associated with the more normal range of parent materials; red colours are commoner where the soils are derived from basic igneous rocks and certain kinds of limestone (usually hard crystalline limestone).

These soils show a very marked difference in clay content between the topsoil and subsoil horizons, brought about mainly due to downward movement of clay minerals. Most soils show A₁.A₃.B_t profile differentiation, and some show

additionally a pale and somewhat bleached A₂ horizon, or have an A₂ horizon directly above the B_t horizon instead of the A₃ horizon. In the brown soils, the A horizons often appear somewhat structureless or "massive" but with many fine pores; when dry they are usually hard or very hard. The B_t horizon in brown soils is markedly heavier in texture, has a subangular block or prismatic structure with prominent clay coatings on the peds, and is usually very hard indeed when dry. Often the lower part of the B horizon is a hard and compact pan that persists when the soil is wet; but in some soils this horizon is never more than a "fragipan". In red soils, A horizons are rarely structureless and often show very fine granular or blocky aggregates that harden very strongly on drying; the B horizon of these soils has a coarser blocky structure showing moderate or strongly developed clay coatings, and this horizon also hardens markedly on drying, although seldom forms a true pan. In brown soils the clay fraction may be dominantly illite or kaolinite; in red soils, often halloysite and montmorillonite are very prominent in the clay fraction.

In these soils the wasting régime is operating relatively slowly, owing mainly to periodic deficiency of soil moisture, and profile differentiation is brought about chiefly by translocation of mobile elements of the clay fraction. As the process of clay accumulation in the subsoil develops, the free movement of water through the soil is partially impeded and during heavy rain the upper part of the soil commonly becomes waterlogged for a short time, leading to the intermittent operation of reduction and gleying processes in the lower part of the topsoil. In general, brown and red Mediterranean soils have an ample supply of plant nutrients, but utilization of this fertility is restricted by periodic deficiency of soil moisture, by the influence of the heavy-textured B horizon on plant root distribution, and by periodic diminution of the oxygen content of the soil air in the lower part of the topsoil while gleying conditions are prevailing. On sloping land, many of these soils are highly erodable and most profiles show some degree of truncation. Processes of the organic régime are moderately active, but the organic matter content of topsoils is usually only low to moderate; microbiological activity in these soils tends to be markedly stratified, reflecting rather sharp differences in the soil environment of the various horizons.

Brown and red Mediterranean soils occur mainly in subhumid regions with one or more distinct dry periods. Although still called "Mediterranean soils", they actually occur over a much wider temperature range from temperate to tropical. In the Seventh U.S. Approximation, most of these soils belong to the alfisol order, mainly typustalfs, ultistalfs and rhodustalfs. In New Zealand, there are relatively few typical examples of these soils, and they are referred to the palliform category (pallid soils).

(j) Brown forest soils, acid brown forest soils and podzols

These three groups of soils are considered together because they show progressive profile differentiation due to soil wasting dominated by increasingly intense leaching processes. In many parts of Latin America, these three kinds of soil occur in close juxtaposition reflecting steep mean annual rainfall gradients often combined with differences in the conditioning influence of the various components of a mixed forest vegetation. For some kinds of soil parent materials (mainly those of a siliceous nature, of relatively low ferromagnesian mineral content), a sequence of soil profile development can be identified, ranging from

relatively slightly leached brown forest profiles, to more strongly leached acid brown forest profiles, and intermediate stages of incipient podzolization leading to profiles that are well-developed podzols.

Brown forest profiles have a well-developed granular or crumb structured "A" horizon in which the decomposition products of the forest litter are intimately mixed ("mull" humus), underlain by a brown coloured granular or finely blocky "B" horizon that is often of somewhat heavier texture than the underlying "C" horizon, but usually shows little evidence of clay movement. Under more intense leaching, acid brown forest soils show a decrease in thickness of the "A" horizon with some accumulation of forest litter and unsaturated humic material on the soil surface. The "B" horizon has a more coarsely blocky structure, often without distinct evidence of clay movement but commonly with some indications of humic staining on the aggregates. Intergrades to Podzols, formed under yet more intense leaching, show stronger accumulation of acid forest residues ("mor" humus) at the soil surface; decreasing thickness of the "A" horizon; the development of a pale-coloured "A₂" horizon; often with increasingly coarse aggregation in the subsoil, with peds slightly coated with clay flows and humus stained. The more developed members of the sequence are the podzols, showing generally a thin "A₁" horizon capped by a thick layer of acid "mor"; a prominent, strongly bleached "A₂" horizon that is often stained brown by organic matter; a dark brown B₁ horizon showing marked accumulation of organic compounds; and commonly a "B₂" horizon consisting of a hard and cemented iron pan, or a layer of iron-impregnated rock fragments. On land of gentle relief, pan formation in the subsoil leads to severe impedence of drainage and the increasing activity of gley processes results in the formation of gley podzols and podzolized gley soils.

The sequence from brown forest soil to podzol is characteristic of humid regions. It is common on a wide range of soil parent materials in cool temperate regions, becoming less common in warm temperate regions; and, in the subtropics and tropics, is more usually restricted to soils derived from highly siliceous and quartz-rich parent materials. Soils with profiles approximating to brown forest soils may occur in the humid tropics, but they are mainly restricted to calcareous sedimentary rocks and under very high rainfall conditions they give rise to grey slightly acid clay soils, but not to podzols.

In the sequence outlines, as leaching becomes more intense the plant nutrient status of the soils decreases and in many soils there is a marked imbalance in the supply of trace elements available to growing plants. Moreover the root range available to plants is curtailed as subsoil pans develop and in addition development of strong reducing conditions in the subsoil has an adverse influence on the growth of many plants. Moreover, the development of the acid "mor" type of humus on the soil surface under the natural vegetation greatly modifies conditions for seeding and regeneration, so that many of the normal forest species may be progressively eliminated. Along the sequence, the natural trend is in favour of species that can withstand low nutrient uptake and adjust to decreasing oxygen content of subsoil. Species showing tolerance of such deteriorating soil conditions are commonly those with a high carbon/low nitrogen type of metabolism and these produce litter of relatively high resin and wax content, which is slow to decompose. Thus the trend of soil development is accelerated by the increasing of the thickness of the surface peaty layers and intensification of the leaching process. The organic régime thus acquires an increasingly strong conditioning influence in the soil process and is commonly a dominant factor in soil formation in cool temperate humid regions where argillization and other soil weathering processes are relatively weak.

Many brown forest soils and acid brown forest soils belong in the inceptisol order of the Seventh U.S. Approximation (eutrochrept, haplumbrept, dystrochrept) and some to the mollisol order (entic hapludoll). Podzols are classified mainly as orthods, humods and aquods. In the New Zealand classification, most brown forest and acid brown forest soils are included in the fulviform (fulvic) soils, and podzols in the pediform (polic) soils.

(k) Ferralsols⁽¹⁾

Well-drained, friable, porous soils, usually deep, of medium or heavy texture⁽²⁾, intensely weathered, with the soil mass consisting mainly of: sesquioxides, well crystallized 1:1 lattice silicate clay mineral compounds highly resistant to weathering; absence of easily weatherable minerals and very low silt content; soil profiles have weak differentiation of horizons and no clear evidence of downward translocation of clay minerals, although subsoil textures may show gradual increase in clay content with depth. In ferralsols the clay fraction is of very low activity and mobility, as shown by the low cation exchange capacity (less than 13 milliequivalents per 100 grams of clay, as measured by the NH_4OAc method at pH 7.0), by the almost complete absence of silicate "clay skins" and by the absence of strong macrostructure elements. An outstanding point for field recognition of ferralsols is the presence of the very highly weathered and very friable subsoil horizon mostly consisting of a fabric of very fine porous structure rich in sesquioxides - the so-called "latosolic B" horizon.

Typical ferralsols have less than 6.5 m.e. per 100 grams clay and normally have a very low base saturation. These soils include red-yellow ferralsols, kaolinitic yellow ferralsols, areno ferralsols and ferralsols "roxo".

Red-yellow ferralsols, including dark red ferralsols, are usually red or strongly brown in colour, mainly of heavy texture, and derived from acid igneous, acid metamorphic or sedimentary rocks. These soils usually contain aluminium oxides.

Areno-ferralsols are soils with general similar properties to the above ferralsols but are of medium texture and derived from sandstone.

Kaolinitic-yellow ferralsols are of a strong brown to pale yellowish-brown in colour, of medium or heavy texture, derived mostly from unconsolidated sediments of low iron content. In these soils the clay fraction is almost wholly kaolinitic, with absence (or near absence) of aluminium oxides. They also have a very low cation exchange capacity.

- (1) Provisional name for the soils also known as latosols, proposed by the 4th session of the Advisory Panel of the Soil Map of the World, FAO-Unesco project in May 1964.
- (2) Soils with less than 15% clay in the B horizon are regarded as "light" textured, with between 15% and 35% clay as "medium" textured, and over 35% clay as "heavy" textured.

Ferralsols "roxo" are of a dusky red and reddish-brown colour with a purplish tinge, of heavy texture, derived from basic igneous rocks of high ferromagnesian content. They have a high iron content, and may in some cases have a somewhat higher base status than other typical ferralsols. They are "terra roxa legitima" soils of Brazil. Similar soils, which have very low cation exchange capacity and low base saturation, and with an abundance of iron concretions are developed from ultrabasic rocks in some West Indian islands.

Ferralsols of the semi-arid tropics. These might be called the "xero-ferralsols" since they occur in tropical regions with a very strongly marked dry season. The range in colour is similar to that of the typical ferralsols, but they have higher cation exchange capacities (between 6.5 and 13 m.e. per 100 gm clay) and higher base saturation and weaker "A" horizon. In Brazil they are often medium-textured soils.

Ferralsols of the cooler and semi-tropical uplands. These are ferralsols of comparatively recent identification from the high plateau region of southern Brazil. They are brown to dark red in colour and are formed mainly from basic igneous rocks under a rather moist but cool tropical environment. They have a slightly higher than normal cation exchange capacity but low base saturation and a well-developed A₁ horizon. An additional feature is the rather high level of exchangeable alumina found, and the lower porosity found in the soils.

(1) Red-yellow podzolics

After the ferralsol, the next most important and most extensive group of soils in Latin America are the red-yellow podzolic and related soils. They often occur in geographic assemblages mixed with the ferralsols, and there are a number of soils that are true intergrades between red-yellow podzolic soils and ferralsols. In some areas, there exists a well-defined continuum between the two groups and only a plant or micro-organism can tell where the significant dividing lines should be drawn. The soil scientist, prevented by nature from such intimate contact with the soil, can identify with some certainty the characteristics of the more typical red-yellow podzolic features, and these are set out below, drawing a conventional line between red-yellow podzolic soils and ferralsols.

Red-yellow podzolic soils occur over a rather wider climatic range than the ferralsols, extending from the equatorial regions to the temperate regions. They were first identified and studied in the temperate regions of the northern sector of the American continent, and the original concepts are thus centred around what might be regarded as transitional soils.

Broad concept red-yellow podzolic soils. These soils are in general well drained, usually friable, generally of lower porosity than ferralsols; although rather strongly weathered, they are less intensely weathered than ferralsols; the clay fraction is mostly kaolinitic, consisting mainly of 1:1 layer silicate clay minerals, but 2:1 layer silicate clay minerals may dominate some red-yellow podzolic soils especially outside the tropical regions; mineral compounds highly resistant to weathering are abundant, but easily weatherable minerals are not entirely absent in some soils; the soil profiles generally show distinct horizon differentiation, with rather clear evidence of downward translocation of clay minerals. In the red-yellow podzolic soils, the clay fraction is usually of medium activity and relatively high mobility, in comparison with ferralsols from

which they differ in having: a higher cation exchange capacity (usually greater than 13 m.e. per 100 gm. clay); more highly developed macrostructure elements in the subsoil; and the distinct presence of silicate clay skins either coating the peds, lining the channels and fissures, or as clay "bridges" between sand grains in very light textured soils. The key points for field differentiation between ferralsols and red-yellow podzolic soils depend on the presence of some indication of podzolic soil processes at work. This takes rather different forms, according to the predominant texture of the soils. In soils of medium texture, the evidence of a podzolic process is usually seen quite clearly in the development of a "textural B" horizon, denoted by a marked increase in clay content and the appearance of clay skins on the soil peds. In very heavy textured soils, the increase in clay content is less well defined, but the presence of abundant clay skins is a reliable indicator of the operation of podzolic processes. In light textured soils, where sand grains are very numerous, the increase in subsoil texture is usually quite distinct, but the clay skins may be difficult to see and may be restricted to "clay bridges" between adjacent sand grains.

The central concept for "modal" red-yellow podzolic soils in Latin America, allows for a cation exchange capacity within the range of 13 to 24 m.e. per 100 gm. clay, and it is generally only under temperate climatic régimes (as in Chile) that the cation exchange capacity rises about 24 m.e. per 100 gm. clay. The red-yellow podzolic soils range in colour from dark red to strong brown and yellowish brown. Within the red-yellow podzolic soils, a very important feature for the agriculturalist undoubtedly is the base status of the soil. The red-yellow podzolic soils of Latin America can in this respect be split into two distinct categories: a "eutrophic" subgroup with medium to high base saturation, and a "dystrophic" subgroup with rather low base saturation. The point of separation is still uncertain, but lies in the vicinity of 35 to 50% base saturation of the B horizon as measured by the NH_4OAc method at pH 7.0. Various factors are responsible for this distinction in fertility status. In all soils, the available fertility in the soil at any stage of its development represents the balance between losses due to normal leaching, and gains due to weathering of mineral residues, with some proportion of nutrient elements caught up in various biological cycles, periodically returning to the the soil system. In many strongly weathered soils where there is still some small reserve of weathering mineral compounds, as in the case of many red-yellow podzolic soils, it is often possible to recognize one category in which the small but steady losses due to normal leaching outweigh the gains from normal weathering irrespective of the proportion cycling in the organic régime. These represent, broadly, the low base status subgroup of the red-yellow podzolic soils, and they form a distinct agricultural entity. In the higher base status subgroup, where losses due to leaching are more nearly balanced by weathering gains or a very efficient organic cycle, the agricultural potential of the soils is considerably higher. All these soils may have the gross morphology of red-yellow podzolic soils, i.e. strongly weathered mostly kaolinitic soils with a "textured B" horizon yet they fall into two subgroups that are intrinsically different as a medium for plant growth and for agricultural development.

Since the morphology of the soils of the two subgroups is often quite similar, chemical data are normally necessary to confirm field judgements.

1. Dystrophic red-yellow podzolic soils, and related soils

The soils of this subgroup have been identified in the past under a variety of different names including "red-yellow podzolic soils of low base status", "red-brown lateritic soils of low base status", "rubrozems" and "groundwater-laterite soils of low base status". Many of these separations were made on morphological features that relate to the nature of the parent material, to climatic régime and indigenous plant cover, and moisture conditions in the subsoil.

The dystrophic red-yellow podzolic soils (sensu strictu) are derived from mainly siliceous parent materials; modal soils have light textured and pale coloured A₂ horizons. In the case of soils developed from parent materials very rich in quartz, the topsoils are usually deep and sandy and have a very low organic matter content.

The dystrophic "reddish-brown lateritic" soils are derived from basic rocks of very low quartz content. The soils are heavy textured, usually a dark reddish-brown in colour, with normally no development of a pale coloured A₂ horizon, but with a blocky textural B horizon. They are high in iron content, and in equatorial regions often show some abundance of iron concretions.

The "rubrozems" are developed from various kinds of parent materials under cooler, upland semi-tropical climates, and under forest-savannah transitional vegetation in southern Brazil. The rubrozems are dystrophic soils developed from acid parent materials. They have a strongly developed A₁ horizon, and are unusually high in exchangeable alumina. The modal rubrozems have a well-developed blocky textural B horizon.

Dystrophic hydromorphic soils closely related to the dystrophic red-yellow podzolic soils include the soils that have been called grey hydromorphic soils (in Brazil) and "groundwater laterite" soils of low base status; they have poor or impeded drainage and the latter show a plinthite layer in or below the "B" horizon. They are developed mainly on landscapes of low relief.

2. Eutrophic red-yellow podzolic, and related soils

The soils of this subgroup have been identified in the past under such names as "red-yellow podzolic soils of high base status", "reddish-brown lateritic soils of high base status", "sols ferrugineux-tropicaux lessivés", "groundwater laterite soils of high base status", and others. They form a subgroup parallel to the dystrophic subgroup, and their improved fertility status may be due to a variety of factors or combinations of factors.

The eutrophic red-yellow podzolic soils (sensu strictu) are commonly derived from sand stones with lime cementation and from gneissic rocks weathering mainly under subhumid conditions and carrying forest vegetation in Brazil. They are of medium and heavy texture.

Eutrophic red-yellow podzolic soils of light texture and very weak horizon are developed on the Brazilian uplands under subarid tropical conditions where the leaching is less strong. These soils are associated with "gaatinga" vegetation.

Eutrophic "reddish-brown lateritic" soils are mostly derived from basaltic rocks. Belonging to them are the "terra roxa estruturada" of Brazil, many of which are intergrades to the ferralsols roxo.

Eutrophic "groundwater laterite" soils are the main hydromorphic soils related to eutrophic red-yellow podzolic soils, and are developed under equatorial climates with relatively prolonged dry periods on landscapes of subdued relief. These soils, and some fossil relatives, are better known from the African continent where they are known as "sols ferrugineux-tropicaux (hydromorphic and concretionary phase)", and are of great extent.

REGION 1: HUMID AND SUBHUMID TROPICAL LATIN AMERICA

This is by far the largest natural soil region in Latin America, comprising most of the ancient Brazilian shield, together with the Amazon and Orinoco basins, and extending over the humid tropical lowlands on the Pacific side of the Andes and northwards across the isthmus of Panama into Central America. Throughout this region the climate is tropical or equatorial; very large areas have a humid moisture régime either without any dry season, or with only a very weakly marked dry season; part of the region has a subhumid moisture régime with a dry season that may last as long as seven months.

In the humid part of the region, the natural vegetation is mainly tropical evergreen forest, interspersed with islands of savannah grasslands that are often associated with flat topography and soils that are subject to seasonal or intermittent surface flooding. The natural vegetation of the subhumid parts of the region includes some forest (in part deciduous) but is mainly more or less closely spaced shrubs and small sclerophyllous trees, known in Brazil as "cerrado" vegetation.

The central part of this region is occupied by the vast Amazon and Orinoco drainage systems, whose middle and lower reaches have formed basins of accumulation for materials eroded from the eastern flanks of the Andes and from the highland plateaux of Brazil and the Guianas. Much of this eroded material has undergone more than one cycle of erosion and weathering. The basins consist of an upper, peripheral part with very broad, flattish, terrace and plateau surfaces; the older and more elevated of these usually fairly well drained and forested, while some of the lower surfaces (especially those contiguous with the foot of the Andes in Colombia and Venezuela) are less well drained, suffer periodic surface flooding and are occupied by sparse grassland and gallery forests. The lower part of the Amazon and Orinoco basins have a more uniformly subdued relief and wide areas along the main rivers are subject to seasonal inundation.

The ancient shield areas of the Brazilian and Guiana highlands are in part dissected and mountainous, but there are many remnants of elevated ancient erosion surfaces of undulating or gently rolling relief. In the interior of the Brazilian highlands, there are very extensive surfaces of this type, often carrying a thick mantle of highly weathered material which, in equatorial areas, contains an abundance of fragments of concretionary iron and iron pans. Other erosion surfaces are covered with white and red or yellow sands, often with iron concretions. Brazilian shield reaches, in the southern part, its highest elevations along the eastern edge, and here, facing the Atlantic ocean, it breaks into

a fairly highly dissected area of coastal ranges and uplands, with some younger erosion surfaces. Below this area, along the Atlantic shore, there is a relatively narrow strip of lower foothills, terraces, and coastal lowland plains interspersed with wet or swampy depressions. This narrow coastal strip continues intermittently around the continent, becoming broader in the delta areas of the main rivers, and in the area of coastal subsidence fronting the Guiana highlands. As an intermittent coastal feature, it continues northwards into Central America as far as British Honduras.

In practically all the well drained soils in this huge region - certainly in more than three-quarters of the soils - the silicate clay minerals are kaolinitic: strongly weathered soil materials, practically devoid of any reserve of weatherable minerals of value in plant nutrition, and with an extremely low supply of available plant nutrients residing chiefly in the organic fraction of the soil. The dominant soils are ferralsols, and the main well drained associate soils are red-yellow podzolic soils, which can be sometimes as low in fertility as the ferralsols⁽¹⁾. The nature of the soils in the region is closely related to the kind of soil parent material and to the present stage of development of the land surfaces. Where the older land surfaces are currently undergoing dissection, as at the head of the Kamarang Valley in British Guiana, soils of considerably higher fertility are found; among them those from basic volcanic rocks being of higher fertility status than those from sandstones and shales. It is true to state that, of the whole region, fertile soils suited to prolonged agriculture without fertilizer treatments are rare, and are to be found mainly locally, either on relatively steep slopes where the erosion risk is high, or in river valleys and coastal lowlands where there is the risk of flooding, in addition to some specific areas like in Ecuador, Panama and Costa Rica where the volcanic ash has recently been dusted over the landscape.

With this heavy handicap of soils that are predominantly of low or very low natural fertility, in which the supply of available plant nutrients is often sustained mainly by the natural organic régime, it is not at all surprising that the history of agricultural endeavour in the region has been one of frequent disillusion and failure. There is virtually no permanent agriculture nor population in much of the central part of the region and small farmers who have ventured into the area have generally been forced to adopt the indigenous system of shifting cultivation in which patches of forest are destroyed in order to exploit the plant nutrients stored in the organic fraction of the soil. The staple food crop grown under this system is often manioc - a plant that is tolerant of very low nutrient levels in the soil. Permanent agriculture has been more successful on the coastal lowlands, where a wider variety of soils (some of them fairly fertile after drainage) is available and where much of the land is accessible and within easy distances of seaports, manufacturing and marketing centres. Permanent agriculture has penetrated inland from the coast only in those areas where adequate road systems have been developed reaching the more fertile soils. This has occurred with considerable success in the coastal uplands of Brazil (e.g. São Paulo) where soils have been able to sustain permanent agricultural production, making possible the development of urban centres. In this development process, some of the less fertile soils were abandoned, or allowed to revert to pasture; now the increased affluence is making possible the rehabilitation of these abandoned lands, through the use of fertilizers, and in assisting the colonization of the poorer lands of the adjacent "corrado" areas.

(1) Eutrophic red-yellow podzolics which are of higher fertility status are found mainly as associates in the less-humid part of the region.

Humid and subhumid tropical Latin America was divided, for the purpose of its description, into a number of subregions:

- (a) Upper Amazon and upper Orinoco basins;
- (b) Lower Amazon and lower Orinoco basins;
- (c) Guiana highlands;
- (d) Forested Brazilian highlands;
- (e) Central Brazilian savannahs;
- (f) "Meio Norte";
- (g) "Centro-sul";
- (h) Brazilian coastal uplands;
- (i) Coastal lowlands of southern Brazil;
- (j) Coastal lowlands of northern South America;
- (k) Pacific coast humid lowlands,
- (l) Humid and subhumid lowlands of Central America.

(a) Upper Amazon and upper Orinoco subregion

This subregion, extending as a wide arc around the upper part of the Amazon basin, and consisting mainly of subdued landforms (low and high terrace systems with intervening alluvial lowland), ranges in altitude from about 50 metres above sea-level to slightly over 500 metres. Often the landscape becomes increasingly dissected towards the foot of the higher land mass of the Guiana or Brazilian highlands, while along the foot of the Andean range there is often a wide apron of overlapping alluvial fans, remnants of older terrace systems, and swampy areas seasonally recharged by the overflow from the Andean rivers. Communications throughout this subregion are by water or by primitive forest trails, and the construction of permanent roads is made difficult by the often unpredictable behaviour of the many rivers and streams.

Over the greater part of this subregion, the climate is humid (locally, per-humid) with no marked dry season, except in the northern sector where a dry season of several months is usually experienced (Colombia, Venezuela). Tropical forest (the Amazon "hylea") occupies most of the area, but there are some extensive but isolated areas of savannah grasslands scattered through the forest. Some of these are in low-lying and permanently wet situations, while others are in more elevated situations and become flooded during periods of heavy rain due to impeded drainage.

The soils of this subregion are known from "spot" observations in widely separated localities, and from soil mapping carried out on project areas of Bolivia, Peru, Colombia, and Venezuela, at no great distance from the foot of the Andean ranges. The dominant soils appear to be kaolinitic, and many are yellow ferralsols, low in iron and with absence of gibbsite. In places where quartz grains are a major constituent in the well drained terrace alluvium deep, acid quartz sands, quartz regosols and dystrophic red-yellow podzolic soils may be found. Heavier textured materials occurring as broad, relatively undissected, plains commonly give rise to dystrophic groundwater laterite soils, with associated humic gley, low humic gley soils and other hydromorphic soils - including shallow organic soils. These hydromorphic soils are commonly found in savannah areas, but are also known from many forested sites.

Agricultural development is in its very early stages in the subregion. Existing farming is restricted mainly to cattle breeding mostly on some of the

more accessible savannah areas, to very local exploitation of alluvial soils in the vicinity of cattlemen settlements, and to scattered patterns of indigenous shifting cultivation in the vicinity of Indian villages. There are considerable possibilities for the development of permanent agricultural settlements in a few specific areas, mainly along the foot of the Andes and particularly in the Ecuadorian sector where the soils have been enriched by additions of volcanic ash; but over the greater part of this subregion, the low natural fertility of the majority of soils, combined with problems of access and the problem of controlling excess surface water coming from the surrounding highlands, are all factors against effective utilization of the soil resources.

(b) Lower Amazon and lower Orinoco basins

This subregion lies at an elevation between sea-level and about 200 metres, and has mainly subdued landforms consisting of terraces, plains and wide river valleys. The degree of landscape dissection is slight, except in the eastern part towards the "Meio Norte" subregion where strongly dissected low tablelands appear. The climate is mainly humid with no strongly marked dry seasons, although dry intervals may occur which are more marked in the upper part of the Orinoco basin, where the overall climate is approaching the subhumid category. Tropical forest occupies most of the subregion, apart from several large and small enclaves occupied by savannah grassland, usually associated with flat areas in which the soils have markedly impeded drainage.

The soils of this subregion are predominantly ferralsols, with kaolinitic clay of very low activity, and ferralsols low in iron and gibbsite. Dystrophic groundwater laterite soils, with related hydromorphic soils, are also common in the subregion. All of these soils are of very low natural fertility. Soils of somewhat better natural fertility occur in small areas where basic volcanic rocks or calcareous sediments protrude through the basin sediments. Over the basic volcanic rocks, dystrophic reddish-brown lateritic soils occur, and grumusols and rendzinas have been studied over calcareous sediments at Monte Alegre in the Amazon basin as well as in Venezuela in the lower Orinoco basin. Soils in young alluvial sediments occupy a considerable part of this subregion, occurring in the vicinity of the major rivers, being mostly hydromorphic soils. Low river terraces from coarse sandy materials often give rise to leached, acid, white sands of very low fertility of which some are podzolic.

On some of the higher terraces, forming elevated bluffs at little distance from the main rivers; consist of scattered areas of relatively fertile black soils (Terra Preta de Indios) showing signs of long occupation and cultivation by indigenous tribes. There is evidence that these soils have been gradually formed over the centuries by Indian farmers, and they remain quite fertile to the present day.

Non-indigenous farmers in this subregion have been less successful in modifying the soils to their requirements. Like the Indians, they have founded their settlements beside the rivers, which are still almost the only means of communication in the area, but most small farmers have reverted to a cycle of shifting cultivation for the production of essential subsistence food crops, and there are few examples of permanent agricultural industry in the subregion. One of the less satisfactory features of the agricultural activity in this subregion is the practice

of burning forest areas to get a few seasons of cropping before abandoning the land. A somewhat better system in which there is a controlled rotation between forest and cultivated land is in use in the area, near the city of Braganca. There has been some local development of rice, sugar cane and jute cultivation on alluvial and hydromorphic soils in the lower Amazon basin and black pepper is grown as a commercial crop on sandy ferralsols near Braganca. Large-scale rubber plantations have been established on yellow and on concretionary ferralsols and on well drained alluvial soils; tobacco and some fibre crops are also grown on areas of ferralsols. Pastoral agriculture, although promising, has not yet been sufficiently developed, and much of the agricultural revenue earned in the subregion comes from extractive activities, such as natural rubber collection, Brazil nut collection, timber exploitation and trapping wild animals for fur and hide.

The agricultural potential of the subregion is undoubtedly hampered by the low natural fertility of its soils, the lack of access to land away from the river system, and by endemic and introduced diseases combined with inadequate medical facilities in existing settlements. All these factors continue to play a rôle in the problem of developing the soil resources of the subregion.

(c) Guiana highlands

This subregion represents an isolated, northern extension of the Brazilian shield and is mainly hilly and mountainous, with a number of well preserved old erosion surfaces at high elevations and some extensive younger surfaces at lower elevations. The range in altitude in this subregion extends from near sea-level to over 1,500 metres, with some isolated table mountains at over 2,000 metres, and the highest point in the Guiana highlands, Mt. Roraima, at over 3,000 metres.

The climate over most of this subregion lies near the border between humid and subhumid, with two short but fairly intense dry seasons. The natural vegetation is forest except for savannah grasslands on some of the younger erosion surfaces (cf the Rupunni area) and on the very ancient erosion surface of the "Gran Sabana" of Venezuela. Other islands of grassland break the monotony of the forest canopy, but many of these are thought to be anthropogenic in origin since they are located in areas that were once populous native settlements.

The soils of the subregion include ferralsols and dystrophic red-yellow podzolic soils developed mainly on moderately steep and steep hill slopes from argillaceous rocks, siltstones and quartz sandstones respectively, with dystrophic reddish-brown lateritic soils derived from basic volcanic rocks. These latter soils, and their derivative colluvial soils, are highly prized by the indigenous Indian farmers.

Amongst the mountainous areas, there are small areas of land with more subdued relief, where the soils are ferralsols with a high proportion of iron concretions. Dystrophic groundwater laterite soils and acid pink and white sands occur on the ancient erosion surfaces, parts of which (especially those of high elevation) show development of thick fossil sheets of true laterite. Lithosols are also known to occur in this subregion.

Agricultural endeavour in the Guiana highlands is practically restricted to cattle raising on the unimproved savannah grasslands, and subsistence crop

farming through shifting cultivation on the sides of the mountain valleys. Tropical and subtropical fruit crops are grown successfully by individual settlers in the Guiana highlands but transportation to the nearer populous centres can only be by air since roads are virtually non-existent and the river routes are beset with falls and rapids. Should this obstacle of access be overcome, there are areas of soils of moderate fertility with not too high an erosion hazard, available to tempt more pioneer farmers into the region. Experiments have shown that even the savannah lands of undulating relief are capable of carrying improved pasture when fertilizers are used, but owing to mineral imbalances a high level of technical skill is required to produce livestock, legumes and grasses and to maintain the cattle in a healthy condition.

(d) Forested Brazilian highlands

This subregion has mainly a humid climate with a very weak or no dry season, and is heavily forested throughout - except for a marginal strip adjacent to the "cerrado" of subregion (e). The land lies mainly within the altitudinal range, 200 metres to 1,000 metres, and comprises mainly rolling tablelands on broad spurs declining in altitude towards the north, with more accidentated relief near the watersheds of the streams.

The soils of this subregion are still not well known. In areas where observations have been made, they have proved to be mainly red-yellow ferralsols with dark red ferralsols developed in areas where the soil parent materials are shales and phyllites. Areas of deep and acid quartz sands ("quartz regosols") occur over sandstone parent material on some of the uplands of more gentle relief. Red-yellow podzolic soils are supposed to occur on some of the hill slopes, and probably kaolinitic yellow ferralsols will be found on sediments in depressions.

Very little permanent agriculture is carried out in this subregion at the present time, which is crossed by only one trunk road and has virtually no feeder roads. Few rivers in the area are navigable for long stretches, and most travel is still mainly by foot or airplane. The very thin indigenous population, mostly food gatherers, sometimes employ shifting cultivation to secure their main food crop: manioc. All the indications are that this is a subregion of rather low natural fertility. Should large agricultural development take place in the area when communications improve, some care will be needed to minimize danger from erosion in the case of certain soils (e.g. red-yellow podzolic soils) on slopes, and most of the commercial crops adapted to this subregion will require, at an early stage, regular dressing with fertilizers if they are to be grown under a more or less permanent agricultural system.

(e) Central Brazilian "cerrados" and savannahs

This subregion has many landscape features in common with the previous one but instead of a complete forest cover has a mixture of "cerrado" vegetation and open savannah ("campos"), with forest patches restricted to some river valleys and on some elevated, isolated, often rocky, landforms. The climate is decidedly subhumid, with from 4 to 7 months dry season. Much of the central part of this subregion consists of ancient erosion surfaces, broken by occasional areas which are more elevated and show younger geomorphological features. This subregion forms the headwater area for a large number of rivers flowing northwards along gentle grades. Almost no intensive agriculture is carried out in this subregion; the

main activity is cattle raising, in which many hectares of grazing (on the shrubby vegetation, which is nutritionally more important than the scanty grass cover and supplies most of the fodder during the dry season) are needed to nourish a single cattle beast.

The soils of this subregion are the so-called cerrado plains of the ferral-sols and dark red ferralsols, of both light (arenoferralsols) and heavier textures. Other important soils include red and yellow acid sands. In the northern part of this subregion, towards the boundary of the "Meio Norte", concretionary ferral-sols are more common. In many valleys, humic gley soils, gley hydromorphic soils, organic soils and groundwater laterite soils occur, especially in the Bananal area. Lithosols and rock outcrops of quartzites occur in the eastern part of the sub-region.

The presence of cerrado vegetation is probably not unconnected with the very dry soil conditions during the summer drought, yet it is also very closely related to the extremely low quantity of available plant nutrients in the soil. Small areas of soil higher in natural fertility, often derived from limestones like the small area of red-brown Mediterranean soils near Brasilia, are quite capable of supporting forest despite the severity of the summer drought. This lack of mineral reserve and of available plant nutrients in the majority of the soils of this subregion has long been a deterrent to agricultural enterprise. At the very outset, when the farmer is endeavouring to exploit the nutrient stored in the organic residues from the cerrado vegetation, crop yields may be negligible or most discouraging, and subsequent crops in the same soil invariably fail if fertilizers are not used. The low natural fertility of these soils is thus brought more sharply to the notice of the farmer, than is the case with more heavily forested ferralsols.

Accessibility is not such a serious factor in the development of the soil resources of this subregion, since much of the landscape is undulating and dry-weather roads can be constructed relatively easily through the cerrado vegetation. It is known that most soils respond well to fertilizers, but the full potential will require some development of a kind of irrigation system to minimize the severity of the dry season. However, the overall improvement obtained by the use of the fertilizers even without irrigation is expected to change considerably the agricultural fortunes of the region. It is also foreseen that, in addition to NPK fertilization and liming, most crops may require sulphur, zinc and boron. Thus it is clear that the successful development of permanent agriculture on the cerrado covered highlands, where the political centre of Brazil is now located, will demand a high standard of technical skill, but when this is achieved its results will serve as an inspiration to farmers throughout the subhumid tropics.

(f) "Meio Norte"

This subregion is located at the eastern angle of humid and subhumid tropical Latin America, adjacent to the semi-arid region of north-eastern Brazil. Here landscapes are of a relatively low elevation (sea-level to about 300 metres), rising to about 500 metres only on some watersheds. Landforms are varied: the front lands are undulating to rolling, with numerous isolated low tablelands and mesas having flattish to gently undulating surfaces. Further inland, the tablelands are more elevated, and the land between them is more dissected and sloping.

Much of the lowland area is forested, and gallery forests extend inland along the rivers and streams. The higher areas are covered with cerrado vegetation and transition to tropical forest. Palms (babacu palm in particular) are common in this transitional zone of vegetation.

The climate is subhumid, and in some years the dry season exceeds seven months, so that the subregion is near the limit of the semi-arid tropics.

The more prominent soils in this subregion include dystrophic groundwater laterite soils, and other soils with an abundance of iron concretions. Some of these are concretionary ferralsols and concretionary red-yellow podzolic soils developed on the older erosion surfaces. Red and yellow acid sands (quartz regosols) are also common on these surfaces. Elsewhere in the landscape, red-yellow ferralsols of medium texture free from concretion are found to occur.

With the exception of some areas of hydromorphic soils on the lowlands, the rest of the soils in the subregion are of low to very low natural fertility. They are also subject to long periods of drought. Local irrigation schemes would be feasible for some of the lowland areas, since most of the larger streams have running water throughout the year. Irrigation of the soils on tablelands seems to be possible only from groundwater resources but might prove very difficult to manage efficiently due to the permeable sandy and very concretionary nature of soils. The present pattern of agriculture in the subregion includes cotton and rice growing and cattle breeding on the lowland soils.

(g) "Centro-sul"

The Centro-sul is an upland subregion, with an elevation varying from 200 to 800 metres above sea-level. In pretertiary times it was a depressed area in the Brazilian shield - an ancient basin of the Paraná drainage system - subsequently filled in by sedimentary and volcanic rocks, and now consisting of a more or less undulating to hilly upland region with numerous remnants of tertiary erosion surfaces. It is lightly dissected by numerous streams and rivers flowing west into the present Paraná river system, and was formerly covered in forest, with scattered areas of cerrado vegetation, often associated with the poorer sandy soils of the old erosion surfaces. The climate is tropical, but with rather low temperatures with very severe frosts which may last as long as three to five months during the dry winter season. The more important soils are formed from sandstone, shales, and from basaltic rocks.

The dominant soils are ferralsols, which include the conspicuous ferralsols roxo ("terra roxa legitima") formed over the basaltic rocks of the trap where these form part of an old erosion surface. Soils of very similar colour but possessing a "textural B" horizon rather than a "latosolic B" horizon - the "terra roxa estruturada", or reddish-brown lateritic soils of high base status - are found, in association with the ferralsols roxo, but are developed on the younger land surfaces. In addition, there are areas of ferralsols of medium texture derived from sandstones. Red-yellow ferralsols derived from gneisses, and red-yellow podzolic soils derived from gneisses, shales and sandstones. Most of these red-yellow podzolic soils are of low base status (dystrophic) but some gneisses rocks, and sandstones with calcareous cementation give rise to podzolic soils of higher base saturation (eutrophic) which form together with terra roxa estruturada the most fertile soils. There are also areas of acid red and yellow sands, often found

where sandstones form the surface rock of old erosion surfaces. Thus, in this subregion, the pattern of the soils is closely related to landscape history, and within areas of similar geomorphology, is related to the pattern of the parent rocks.

The agricultural pattern at the present time is irregular, and in process of transition. Formerly many of the forested soils were cleared (often for coffee) and placed under a cropping régime, of which the less fertile soils in the course of time, and in the absence of fertilizers, became increasingly unprofitable until the land was abandoned to low grade pasturage. In recent years, the increasing use of fertilizers in some areas of the subregion has made possible a return to more intensive farming on many soils. On some of the better soils, such as the ferralsols "roxo" group and the eutrophic red-yellow podzolic soils, the natural fertility was adequate to sustain a measure of prolonged agriculture without too steep a decline in production of tree crops such as coffee. In this subregion the part comprising the western part of the State of São Paulo and Northern Paraná, is in Brazil and the main producing area of coffee, cotton, sugar cane, peanuts, citrus fruits. Beef raising, dairy industry and forestry are also very important activities of this subregion.

In the early days of agriculture, and until quite recently, the main limitation for farming was the low fertility of some of the soils; nowadays, the steepness of slopes of some soils, and the low water holding capacity of the deep sandy soils are becoming more important with the more widespread adoption of fertilizers. Accelerated soil erosion on intensively cultivated sloping land is drawing more and more attention to the need for better conservation and soil management practices which in this subregion are rather well advanced due to intensive programmes under implementation.

(h) Coastal uplands

The subregion of the Brazilian coastal uplands marks the somewhat dissected and mountainous eastern limit of the Brazilian shield. The southern part of this subregion is the more elevated with altitudes ranging between 800 and 2,000 metres above sea-level. The largest part of this subregion is highly dissected and with many steep slopes and, locally, with rock outcrops. The whole subregion was formerly covered with tropical forest. The climate is essentially tropical, but with a rather wide range in temperature due to altitude influence; the moisture régime is humid to subhumid and, except in a few local areas, there is no prolonged dry season. At certain times of the year, mist and low clouds persist along the Atlantic face of the subregion.

The majority of the soils are either red-yellow ferralsols, dystrophic red-yellow podzolic soils, or intergrades between these soils. All are of rather low fertility. In addition, there are areas of red-yellow podzolic soils and reddish-brown lateritic soils of somewhat higher fertility (eutrophic) relating to the presence of less acid rocks or to areas where soil leaching is diminished owing to increased length of the dry season. In general, the ferralsols are more common at the higher elevations, especially in the southern part of the subregion, and on the older erosion surfaces. Many of the younger erosion surfaces at lower elevations in the valleys, carry red-yellow podzolic soils ranging from low to moderate in fertility. This subregion comprises a number of rather important

river valleys of which the Paraná valley is most outstanding. These valleys are mainly composed of mixed alluvial and hydromorphic soils. From the point of view of agricultural production, this is an important subregion due to its location between the cities of Rio de Janeiro and São Paulo. A diverse range of crops are grown and the use of fertilizers to overcome the low natural fertility of many of the soils is increasing. Owing to the accidentated nature of some sectors and consequently to some difficulty in construction of access roads, part of the subregion is still under natural forest, while other parts have been used or reverted to pasture due to the topography or decline in fertility after some years of cropping. The river valleys, in former times, were largely unused due to flooding and hydromorphism. With advanced technology they are increasing in importance and many are now producing agricultural and horticultural products.

Soil erosion, especially with red-yellow podzolic soils on sloping land, is one of the limiting agricultural factors in the subregion. These soils have lower permeability in the subsoil and less highly flocculated clay than the latosols, and, as a consequence, are much more susceptible to erosion. In Minas Gerais, and near the State of São Paulo, some of the red-yellow podzolic soils are rather stony, introducing an additional problem for farmers.

(1) Coastal lowlands of Southern Brazil

This subregion consists of an intermittent coastal strip, in places up to about 50 km in width, but in some sectors of the coast completely absent. These lowlands range in altitude from sea-level to elevation of about 350 metres, with isolated mountains and hills rising to greater heights (the coastal blocks). The climate is equivalent to that of the humid and subtropics. Locally there may be a fairly strongly marked dry season, and at certain times of the year the maritime nature of the environment is emphasized by the very high humidity of the air. Although this lowland coastal strip extends as far south as latitude 30°S, the tropical nature of the environment persists; winters are notably mild, and there are no serious frosts. Towards the inland margin of this subregion, especially in the northern sector, the climate is somewhat drier.

The plant cover of most of this subregion was formerly tropical forest, with coastal forest and scrub on the sandy litoral, and a few areas of mangrove swamp.

The soils of this subregion are closely related to local landforms:

1. Low-lying sedimentary areas with relatively high watertables, mainly associated with grey hydromorphic soils, humic gley soils, low humic gley soils and alluvial soils. These soils often occur in association with better-drained soils on low hilly areas surrounding the lowlands.
2. Older sedimentary areas comprising uplifted marine terraces showing, in some areas, a considerable degree of dissection. Elsewhere (as in the northern coastal lowlands of Rio de Janeiro State, Espírito Santo Southern Bahia, and locally in Pernambuco) they form a more coherent landscape, with kaolinitic yellow ferralsols that are closely related to the yellow ferralsols of the Amazon basin. In the northern part of this subregion, the terrace lowlands have also dystrophic red-yellow

podzolic soils of low base status and intergrades between these soils and dystrophic groundwater laterite soils, and sometimes intergrades to podzols.

3. Low hilly landscapes carved in igneous rocks and, less common in slates. This is an area mainly of dystrophic red-yellow podzolic soils, but locally some are of higher base status. There are also some mottled podzolic soils, locally known as "reddish-brown podzolics" that appear to have a higher cation exchange capacity than normal, and are of moderate base status. Red-yellow ferralsols also occur on these landforms, some of which are intergrades to other soils. In areas of more pronounced relief (some parts being quite mountainous) ferralsols, red-yellow podzolic soils and lithosols also occur. In a fairly hilly and mountainous small area in southern Bahia, relatively fertile acid brown forest soils occur and are noted for their cacao production.
4. In another area in Bahia, with a climate that is transitional to the semi-arid lowlands of northern Brazil, under natural vegetation of deciduous forest and grassland, there are soils derived from "non-acid" igneous and metamorphic rocks which are brunizem-like in morphology and have an exceptionally abundant earthworm population. These soils are excellent for pastoral farming.
5. In the immediate vicinity of the coast, at many points, there are areas of quartz regosols, and some podzols, developed from coastal sands.

The pattern of agriculture on these coastal lowlands is very varied. Where the soil pattern is most diverse, as in the vicinity of Rio de Janeiro, large-scale agricultural operations are often difficult, whereas the intricate soil pattern is well suited to the small independent farmer. Areas more suitable for highly mechanized farming are found in sectors where the soils are more uniform. In this respect there is a high potential for the Espirito Santo coastal plain mostly still under forest cover. For some crops requiring smooth, even landforms for efficient mechanized operations (such as mechanized sugar cane production), the irregular and accidental relief puts the farm industry at an economic disadvantage: São Paulo is gradually replacing Pernambuco and Alagoas as the main sugar producing region partly because of this factor.

In the southern sector of the subregion, in São Paulo State, commercial production of rubber and tea are under trial. Cocoa is growing on the most fertile soils of northern Bahia and southern Espirito Santo. Rubber has been planted on some of the deeper, well drained but not so fertile soils of Bahia, and tobacco is grown on the coastal terraces near Salvador. A thriving citrus fruit industry has been established on the ferralsols and red-yellow podzolic soils near Rio de Janeiro.

Limiting factors for agricultural development are as diverse as the range of soils. There are local problems of low soil fertility, and the complex nature of the soil pattern often makes difficult the adoption of a simple fertilizer programme: each soil should be treated on its merits, and this requires a rather

high level of understanding amongst the farmers. In a large part of the area the dry season, which can extend to as much as four months, presents important limitations for agricultural production. Local drainage problems and local erosion problems occur throughout the subregion, but access is now fairly good in most areas, and there is an abundance of local consumer markets, and an adequate number of good ports and anchorages for export trades.

(j) Coastal lowlands of Northern Brazil

Much of this subregion lies at or near sea-level, rarely with elevations exceeding 50 metres, with a generally rather high watertable, often of brackish or saline nature and with a gently shelving coastline, in many places fringed with marshes and mangrove forests. Much of the coastline is steadily aggrading with sediment carried by inshore currents of which the most important are from the mouths of the Amazon and Orinoco rivers. The climate is tropical (equatorial), with usually two short and not well defined dry seasons, but liable to abnormal years with rather marked dry periods and often with long periods of high coastal humidity. The pattern of the natural vegetation is varied and is closely associated with the nature of the soils. Plant formations include mangrove swamp forests (both *Avicenna* and *Rhizophora*), reed marshes, grassland, tropical forest, and savannahs with sparse xerophytic shrubs.

Dominant soils include the hydromorphic soils derived from holocene estuarine and marine sediments comprising humic gley soils, low humic gley soils and coastal saline soils. Many of these soils have a saline watertable at no great depth below the surface, and most of them have a significant proportion of 2:1 clays which gives them conspicuous agricultural properties in a soil region mainly dominated by kaolinitic clays. In many sectors, narrow strips of coastal sands form a series of low ridges parallel to the coast where quartz regosols and sandy podzols occur. Between and on the inland side of these sand ridges, peaty swamps are developed, especially in the Guianas, and the development of relatively shallow peaty ("pegasse") topsoils on hydromorphic soils is a fairly common feature here. A special feature of this area is the presence of acid sulphate soils, of extremely low pH when drainage promotes the oxidation of sulphur compounds that normally exist in reduced states in the natural, undrained soil. These acid sulphate soils also frequently contain high amounts of active alumina, which, combined with the very low pH, makes them infertile for a number of years after draining. In some sectors, notably on the island of Marajo, at the mouth of the Amazon, where the rate of sedimentation is more rapid, the soil assemblage contains a high proportion of humic gley soils and low humic gley soils. Many of these have saline subsoils, while in the vicinity of the coast, some considerable areas of intergrades towards coastal solonetz soils occur. In the Guianas and on Marajo, at some distance inland from the present shoreline, there is a belt of older coastal sediments in which dystrophic groundwater laterite soils (with only moderate amounts of concretionary iron and with soft plinthitic subsoils) are very common. Still further inland, in Dutch and British Guiana, where even older sediments appear, much of the coastal plain is thickly covered with brown and white (bleached) coarse quartz sands, associated locally with dystrophic groundwater laterite soils showing a much greater concentration of hard iron concretions, and with occasional outcrops of thick laterite ("cuirasse"). In the areas of white sand, excavations usually show the presence of a strongly developed podzol "humic B" horizon, and below this, iron pans are sometimes encountered. Many of these white sands, of regosolic surface aspect, are thus very deep sandy podzols.

Agricultural development in this subregion has reached its highest expression on the hydromorphic soils of the young holocene sediments, and in the Guiana sector dates from the time when an abundance of slave labour force made possible the empoldering and draining of great parts of these fertile "frontlands". These reclaimed soils support an important sugar cane industry in British Guiana, and are also used for rice, Liberica coffee, bananas and cacao orchards, in different parts of the Guiana coast. In areas where the embankments and drains are maintained efficiently and the level of the watertable is properly controlled, full advantage may be taken of the natural fertility of these soils and their productive potentialities. They are mainly of heavy texture - rather too heavy for intensive mechanized farming - and it is almost impossible to secure a fine tilth for crops with very small seeds. They are expensive soils to maintain in good condition, with a high annual outlay for repairs to crab-holes in the embankments and drain maintenance; fluctuations in the level of the saline watertable are often a continuing preoccupation. The belt of organic soils is virtually unused at present, and gives rise to good drainage and consolidation problems. The white and brown sands of the inland plains are used only for rough grazing and forestry; they are of very low natural fertility and very low waterholding capacity. Their cation exchange capacity is very low, lacking both organic matter and colloidal clay, so that any application of fertilizers has to be given in small amounts at frequent intervals. Experiments have shown that the brown sands can be developed as pasture land but maintenance costs are high. The humic gley soils, low humic gley soils, and the coastal solonetz of the Marajo Island are good natural grazing land, but are not generally adapted to arable crops, except perhaps some varieties of rice. Most of the dystrophic groundwater laterite soils are of low fertility, and some are intermittently inundated due to impeded drainage conditions. Mineral imbalances in cattle are common occurrences in these soil areas.

Many of the soils in this subregion thus have serious limiting factors that either greatly restrict their development for agriculture, or demand a high standard of technical skill from the farmers together with considerably high capital investments.

(k) Pacific coast humid lowlands

This subregion extends from near Guayaquil, in Ecuador, to the isthmus of Panama, on the western side of the Andes, and comprises mainly low coastal ranges and low foothills of the Andes, together with alluvial plains and terraces, marine terraces, estuarine and delta alluvial deposits, and local areas of coastal sand dunes. The climate is mainly humid, but in some areas one or two short dry seasons (seldom totalling more than three months) are experienced. The natural vegetation is tropical forest on all but the lowest lying land of the coast, where swamp forest and mangrove forest occur.

In the northern part of this subregion, the soils are mainly red-yellow ferralsols with red-yellow podzolic soils and podzols on some of the better drained coastal terraces. Hydromorphic soils, alluvial soils and saline soils occur on the coastal plains. In the central and southern sectors of this subregion, andosols, with alluvial and hydromorphic soils containing volcanic ash minerals appear in the landscape, forming a narrow strip of more fertile soils along the foot of the Andes. The soil assemblage of the southern sector is further diversified by the appearance of moderately fertile hill soils that are intergrades

between (calcic) brown forest soils and red-brown Mediterranean soils, and by occurrence of eutrophic reddish-brown lateritic soils derived from older terrace alluvium with a high proportion of basic volcanic ash.

In conformity with the great diversity of soils in this subregion, there is a wide range in soil fertility and in drainage conditions, and a very diverse pattern of agriculture. Commercial crops range from bananas and cacao, on the more fertile and better drained alluvial soils and andosols, to oil palms and fibre crops on the less fertile soils, and to rice on the poorer drained and heavier textured soils. Shifting agriculture is still carried out on some of the coastal hills, but in many areas this is gradually being replaced by permanent orchard crops (cacao, coffee), although not without some local, and dangerous, increase in erosion where the slopes are steep and the soils are rather shallow. Pastures of good quality for fattening beef cattle have been established on hydromorphic soils and some small areas of grumosols. Many of the fertile soils of the river estuaries are not fully used owing to fluctuating saline or brackish groundwater and lack of capital to empolder and drain these valuable areas.

(1) Humid and subhumid lowlands of Central America

This subregion extends from the isthmus of Panama, northwards along the Caribbean lowlands of Costa Rica, Nicaragua, Honduras and Guatemala, then for a short distance in southern British Honduras (Belize), turning inland through the Peten lowlands of Guatemala, and extending into southern Mexico. Much of the land lies between sea-level and about 200 metres; the major landforms include low foothills, alluvial and marine terrace systems, alluvial plains, coastal plains lying behind a protective screen of consolidated dune sands, and, in the Peten sector, limestone ridges and depressions filled with both calcareous and acidic alluvial deposits. In Honduras and in Guatemala, this subregion includes small sectors of more rugged, mountainous, country that enjoy a humid tropic environment but are too small to separate on a map of the scale accompanying this chapter. The natural vegetation of the subregion is predominantly tropical forest, with coniferous forest (*pinus caribaea*) appearing on some of the poorer sandy plains and on some hill tops in Honduras and Guatemala.

The soils of this subregion are very varied. Red-yellow ferralsols and red-yellow podzolic soils are common on the low hills and terraces as far north as Nicaragua and Honduras, and these are accompanied by reddish-brown lateritic soils in Panama and Nicaragua. Small areas of andosols occur in northern Panama and Costa Rica, but thereafter are absent from the subregion until the northern parts of Guatemala and southern Mexico are reached. Shallow brown, black and reddish-brown tropical rendzinas and transitions to red-brown Mediterranean and (calcic) brown forest soils occur in the northern sector, along with grumosols, planosols and humic gley soils on the lowlands. Dystrophic groundwater laterite soils, groundwater podzols, low humic gley soils, grey hydromorphic soils and planosols occupy much of the lowland plain in the southern sectors of this subregion. Alluvial soils are of no great extent, except in the valleys of some of the larger rivers.

With this wealth of soil resources, it is at first sight surprising that agricultural development is neither far advanced nor highly diversified. Basically, this is a problem of land communications along a coastline that has few safe anchorages and fewer natural harbours, but it is also, to some extent, an

ethnic problem, in that the majority of the indigenous inhabitants of Central America were of highland stock, with little inclination to move into the humid and malarial lowlands in competition with the seafaring Indians of the "Mosquito Coast". It is only in comparatively recent years that roads have been built into the humid lowlands and farmers encouraged to settle in the area. In the case of the Peten lowlands of Guatemala, this sector was formerly occupied by Maya Indians, but their civilization fell into decay about a thousand years ago, leaving traces of their agricultural terraces on the lower slopes of the limestone hills as testimony of their agricultural endeavours. Here again, it is only in recent years that road construction has encouraged resettlement and given new impetus to agricultural development.

Commercial production of bananas has been established for several decades on the alluvial soils of Guatemala and Honduras, but elsewhere in this subregion the pattern of agriculture still remains basically one of shifting cultivation, supplemented by timber and turpentine extraction from the natural pine forests of the poor sandy soils of the coastal plains. Individual farmers have demonstrated that the various soils of the subregion are well suited to a wide range of crops, from groundnuts to cacao and coffee (robusta) without more than nominal applications of fertilizers; while even many of the soils of lower fertility can be brought into profitable pasture land without fertilizing and by making only full use of the plant nutrients available in the organic residues of the forest. In this subregion, as in many others in Latin America, improved access, greater availability of credit for small farmers, and tightly organized grading and marketing systems have major significance in the development of the soil resources. In every district, throughout the subregion, there are some soils apt for immediate development, and in no sector of the subregion does one or more adverse soil property dominate to the extent that any blanket cautionary comment is called for.

REGION 2: NORTH-EASTERN BRAZIL

This region might be described in general terms as a very large basin excavated in the north-eastern corner of the Brazilian shield, lying beyond the influence of the moist Amazonian equatorial air mass, on the one hand, and largely cut off from the moist airstream of the South Atlantic by the elevations of the coastal uplands. The climate throughout the region is tropical and dry. Part of the region is semi-arid according to most climatic systems. Another part is slightly more humid but is still considered as semi-arid, not so much for the very intense and dry winter season, as for the xerophytic vegetation and the marked irregularity of the annual rainfall, which may suffer a pronounced departure from the mean quantity during several years in succession. In normal years all but the largest rivers dry up, and it is only towards the northern and eastern margins of the region that anything approaching a more normal subhumid moisture régime is experienced. The natural vegetation of the region is mainly "caatinga" (deciduous thorny woodland and shrubland with many species of cacti) changing gradually to cerrado vegetation near the boundary of the "Meio Norte". Locally, small areas of natural grassland are associated with situations of saline soils. Included within the region are some areas of more elevated land, consisting of mountainous ranges, blocks, and tablelands with less arid local climate and somewhat more luxuriant vegetation. Much of the former plant cover of the region has been greatly impoverished by excessive browsing, by fuel gatherers, or by clear felling and burning for agricultural activities.

In general the elevation of this region lies below 500 metres, although many of the inselbergs and table mountains rise to much greater altitudes. A part of the landscape, mainly in the eastern part of the region, is carved in the rocks of the Brazilian shield, and there are some extensive areas of relatively gentle relief representing younger erosion surfaces at elevations below 400 metres in this sector. In the north-eastern sector, and a part of the southern sector, the landscape is mantled in sedimentary beds rich in quartz; the soils are in part derived from underlying sandy sedimentary rocks, and in part from materials transported and resedimented or colluvial derivatives of these rocks. Much of the western margin of the region is flanked by a steep escarpment representing the eastern limit of the cerrado tableland, while the western margin of the region is partly formed by the coastal elevations.

The soils of the eastern sector are formed from the shield rocks and are dominantly red-brown Mediterranean soils (also called "non-calcic brown" soils) showing considerable morphological variation depending upon the nature of the parent rock and local degrees of aridity in the climate; many are lithosolic soils, and there are large areas of lithosols and many examples of solonetz as well as some grumusols.

In some of the more elevated sectors, tablelands and mesas, there are kaolinitic yellow ferralsols, with typically low base saturation, where the parent rocks are cretaceous sediments. Elevated areas with older metamorphic shield rocks, have some red-yellow podzolic soils (e.g. ceará) of medium to high base status and also important areas of lithosols from acid igneous rocks. In the north, where the region nears the coast, coastal terraces have groundwater laterite soils and red-yellow podzolic soils, with the related hydromorphic soils in the low positions of the landscape.

Over the sandy parent materials in the north-western sector, xero ferralsols characteristic of semi-arid regions are common. These have a very weak A horizon and a higher base status and cation exchange capacity of their clays than the ferralsols of more humid regions. There are also, especially in the northern sector, eutrophic red-yellow podzolic soils many of which have plinthite in the subsoil and numerous iron concretions. These latter soils are equivalent to many of the tropical ferruginous soils of Africa (eutrophic groundwater laterite soils). In addition, there are also areas of red and yellow sands ("quartz regosols") and, locally, some grumusols.

The chief limitation for agriculture throughout the region is the deficiency of moisture. In most areas irrigation is essential for intensive and permanent agricultural settlement. In some areas, adequate water for irrigation is very difficult to locate, but possibilities may be promising in the valley of the San Francisco river, and groundwater supplies are thought to exist in the sandstones of the northern sectors. In the driest areas, the population has adjusted itself to the prevailing moisture deficiency and the periodic severe and prolonged droughts, which causes less hardship than in the less arid areas where such adjustment does not seem to have been made. Here, during favourable intervals in the aridity cycle, the farmers cultivate the soils widely and the land is able to support a relatively high density of population. Then comes the drought and, when it is a severe one lasting a year or more, there is a vast migration of people from the region. Not only is the pattern of rainfall erratic, but much of the rain falls as heavy rainstorms and produces severe erosion on the thin soils of the

slopes, while valley floors are inundated by "flash floods" of relatively brief duration. Over-grazing and cultivation have greatly aggravated the erosion problem. Additional limitations for agriculture in the region include the prevailing stoniness of many soils, and the low water-holding capacity of the quartz regosols. Low fertility is an especially strong limitation in the case of the ferralsols of the more elevated sectors, and also of many soils of the lowlands which will require some application of fertilizer to reach satisfactory productivity.

The pattern of farming is one of large landholdings mainly devoted to very extensive grazing (cattle) and of a number of small peasant holdings with patches of cultivated crops. Permanent crops include arborescent cotton, sisal and various oil crops such as carnauba palms. The chief subsistence crops grown are canava, corn and beans. In the most intensively cultivated areas like the "agreste" in the eastern periphery, soil conservation measures are essential to prevent complete dilapidation of the shallow soils.

REGION 3: SEMI-TROPIC SOUTHERN BRAZIL

This is a region with a subtropical climatic régime but subjected every year to some degree of winter frost, which is severe and of long duration on the higher parts: this régime is, perhaps, best described as "semi-tropical". The moisture régime ranges from humid to subhumid; many sectors have no marked dry season, but some, especially towards the western limits of the region (in western Paraguay, and in some of the deeper valleys of the Paraná drainage system) have a much more pronounced dry season. The natural vegetation was dominantly broad-leaf tropical forest, transitional to subtropical forest over the less elevated areas, gradually giving way to coniferous (*araucaria angustifolia*) forests at the higher elevations. In this latter sector, also areas of natural grasslands still exist, while in the south, towards the borders of Uruguay and Argentina, grassland of the pampas type forms an irregular boundary to the forested area. An important plant of the transition zone from broad-leaf to coniferous forest is the "horva mate" (*ilex paraguayensis*) which is harvested to make a beverage, also exported to neighbouring countries.

The landscape of the region consists of a series of upland levels, known locally as "planaltos", rising gradually as broad steps from the Paraná basin to the highest planalto in the east. In many places the descent to the Atlantic shore is abrupt and quite precipitous. The lower planalto continues across the Paraná river with its smooth, undulating to rolling surface, to be succeeded by a more dissected, hilly sector bordering the Paraguayan lowlands. Some of the planalto surfaces are formed of basaltic rocks of the trap formation; others consist of metamorphic shield rocks, or of sandstones and shales. Planalto levels consist mainly of long, smooth rolling and undulating slopes. Near the Paraná river, many of the rivers and streams enter steep-sided gorges. A separate area, included in this subregion, is the "Serra do Sudeste" of Rio Grande do Sul in Brazil. The geological materials of this area are mainly of the old Brazilian shield formation.

The soils of the higher levels (above about 800 to 900 metres) are the relatively little studied "brown ferralsols" which occur in association with acid brown forest soils⁽¹⁾ (with an abnormally well developed dark topsoil horizon),

(1) These soils and to a lesser extent the brown latosols show some similarities to ando soils and their relationship should be further investigated.

rubrozems and lithosols. These ferralsols have a low base saturation and relatively high exchangeable alumina, and are formed from basaltic rocks. At slightly lower elevations (between 800 and 400 metres) and derived mainly from similar basaltic rocks under a transitional vegetation consisting of araucaria forest, grassland and tropical forest, dark red-coloured ferralsols are found. These have rather more compact subsoils than the typical ferralsols, show pressure faces on the soil peds, have relatively high silica alumina ratios and cation exchange capacities greater than 6.5 m.e. per 100 gm. clay together with higher base status than normal for ferralsols and exchangeable aluminium. At lower elevations (between 200 and 400 metres), again on basaltic rocks, the base exchange capacity is lower. The soils of this zone closely resemble "terra roxa legitima" but have a somewhat higher level of exchangeable alumina. At yet lower levels on the slopes of the basaltic planalto forming the sides of the subhumid valleys, reddish soils with a "textural B" horizon are found. These originally forested soils have a medium to high base saturation and a relatively high cation exchange capacity; they resemble the red-brown Mediterranean soils in many features, but have a well developed topsoil comparable to that of the brunizems (reddish prairie soils). They occur in association with lithosols, and are often stony. Dystrophic podzolic soils with a lower cation exchange capacity become the dominant soils towards the southern and eastern boundary of the region. These are mainly dystrophic reddish-brown lateritic soils where the parent rocks are basalts, and dystrophic red-yellow podzolic soils where the parent material is acid sedimentary rock. Sandy red-yellow podzolic soils derived from sandstones occur in some abundance in the western lower sector (especially in Paraguay); while further to the north there are areas of eutrophic reddish-brown lateritic soils of high base status ("terra roxa estructurada") derived from basaltic rocks.

Generally the limiting factors for agriculture in this subregion vary mainly with the nature of the soil. At higher elevations, frost frequency and severity combined with special nutrient factors (exchangeable alumina probably related to low phosphate availability) restrict the kinds of crops that are grown, and much of the area is in pastoral use or under forest. In some areas, cultivation of the soil is followed by quite severe erosion, partly because the slopes are long. The same factors are operating to some extent on the slightly lower planalto surface to the west, where settlements established mainly on the residual fertility of the forest organic matter in the topsoil have sometimes been abandoned due to the declining fertility of the soils. There are no limiting factors of soil fertility in the case of the red-brown Mediterranean-like soils of the western valleys, but here agriculture is limited by the more accidentated topography and the shallow stony nature of the soils. Erosion is severe in many places, but the effects are to some extent minimized by the fissured nature of the underlying basalt and by the mantle of stones that develop on the surface as erosion proceeds. Other podzolic soils have somewhat lower fertility, and do not stand up well to intensive farming or repeated cropping; some, once prosperous farming localities in Paraguay have been abandoned to low-grade pastoral farming in the absence of regular fertilizer programmes. In many of the very sandy soil areas agriculture may also suffer from summer dryness owing to the low water-holding capacity of the soils.

The pattern of agriculture is quite diversified in the region. Many soils that have proved less productive for cultivation are used for grazing and forestry, while similar soils in other areas are recovering their place in the agricultural field through the more general use of fertilizers. On the better soils, long pasture rotations with cultivated crops are finding acceptance with the farmers. This

region together with other areas in Rio Grande do Sul are the best regions in all Brazil where wheat crops can be raised and attempts are being made to increase wheat production in some of the more southern sectors of the region. Beans (including soya beans), corn and some tobacco are also grown in the region. Vineyards have been established in the valleys on red-brown Mediterranean-like soils. In the south, peaches and other warm temperate orchard crops have been established successfully.

REGION 4: THE SEMI-ARID AND SUBHUMID SEMI-TROPICAL CHACO LOWLANDS

This region occupies a central position in the continent of South America, roughly coinciding with the area regarded as the "heat pole" of the continent. The region is known locally as "El Chaco" and is shared by Bolivia, Argentina and Paraguay. The whole region is one huge, gently sloping outwash plain built up of sediments derived mainly from the Andes which flank the western limit of the region. In this sector the Andean climate is distinctly arid, and the lowland plain has long been an accumulating platform for alluvial materials that have never advanced far beyond the initial stages of chemical weathering. As a consequence, primary minerals and soluble salts occur in abundance in the soils of the region. The semi-arid climatic régime ensures that much of the soluble salt tends to accumulate seasonally at or near the soil surface. Saline spots are common and often of quite large surface extent in the centre of the region: from these places, the strong winds that are another feature of the regional climate distribute fine crystalline (sodium chloride) salt over the surrounding landscape. The regional temperatures are very high in summer, but in winter low temperatures and even frosts are common, giving a temperature régime that is best described as "semi-tropical" rather than subtropical. The vegetation is a distinctive type of open thorny woodland with much cactus in the dry centre of the region, but grades to a more dense thorny woodland with open leads of grassland towards the less arid peripheral sectors. The vegetation pattern is to a considerable degree related to the soil pattern, and this, in turn, is mainly determined by the nature of the original alluvial sediments (inherited characteristics) and their subsequent redistribution by surface floodwaters and by wind (acquired characteristics). Shortly after the onset of the rainy season, much of the Chaco plain becomes inundated and the slow movement of a vast sheet of water from west to east brings about a resorting of the surface soil, segregating the coarser and finer fractions into intricate patterns and creating a very subdued micro-relief over the plain.

The inundation associated with the rainy season is not due solely to a general rise in the watertable of the plain, but is mainly due to "perched" water held in the upper part of the soil above a relatively impervious subsoil clay horizon. This strong "textural B" (or "argillic") horizon is thought to be caused in large measure by the build up of soluble salts in the surface soil during the dry season. The formation of this prominent "clay pan" is thought to be as follows: the wet season coincides with the period of highest soil temperatures and clay formation ("argillization"), is likely to be at maximum intensity during the months when the soils are slowly drying out; whereas maximum clay movement ("illimerization") is likely to occur at the end of the dry season when the soils are rewetting. Many soil profiles show features that are characteristic of "planosols" and solonetz, but the dominant profiles found in the Chaco region have been provisionally classified as "solonetzoid reddish chestnut". Their utilization for agriculture is particularly difficult, and they are deserving of more intensive investigation.

Much of the Chaco plain is without permanent agriculture, or is used only for extensive seasonal grazing. Few crops can withstand the dryness of the soil and winter build-up of salinity at the end of the range and the over-wet condition of the soil in summer at the other end of the scale. Owing to the general low inclination of the Chaco plain and the small variations in micro-relief, effective drainage systems are difficult to contrive, and most attempts at improving conditions to promote better percolation of rainwater through the soil are defeated by the very active processes of argillization and illimerization which block up root channels, pores and fine structural fissures almost as fast as these become available. The reserve of plant nutrients is high in most Chaco soils, but their utilization by plants and farmers alike is greatly restricted by poor drainage and aeration conditions in the subsoil. Road construction in the Chaco region is hampered by lack of outcrops of hard rock suitable for ballasting and metalling, and water supplies for livestock and domestic use are seasonally inadequate or are unpleasantly saline. Pioneer farmers in the Chaco region are slowly discovering techniques appropriate to these soils, but a major technical breakthrough is required before economic farming can become general on these soils.

REGION 5: NORTHERN (EQUATORIAL) ANDES

This region includes the northern part of the Andean chain in South America - a huge curving arc of mountainous country extending from about 9° north of the equator to 18° south. In this portion of the Andes, both the eastern and western slopes are relatively abrupt. On the western flanks, most of the rivers are short in length and drop steeply down to the coastal lowlands; the remaining rivers have their headwaters deep in the interior of the cordillera, and flow for a considerable distance north or south, carving out the deep inter-Andean valleys before breaking through the eastern wall to become part of the Amazon and Orinoco drainage systems. There is no extensive altiplano in this sector of the Andes, but there are many isolated high plateaux crowning the divides between the various inter-Andean valleys. In the north, in Ecuador, Colombia and Venezuela, these high plateaux are sufficiently extensive to form a system of "Andean highlands" - the majority of these rolling upland areas lying at between 3,500 metres and 4,000 metres. The eastern limit of the region is set at the point where eastern foothills plunge beneath the younger sediments of the Amazon basin, and the western limit is approximately the point where the western slopes become arid (Peru) or where they meet the coastal lowlands (Ecuador and Colombia).

In the vicinity of the equator, and at some isolated localities to the northwards, there are groups of intermittently active volcanoes whose fine ejecta has made an important contribution to the soil resources of the region. In the major area, volcanic ash lies thickly on both flanks of the cordillera, and its influence extends far out into the Amazon lowlands.

Much of the region has a humid climate, and some of the upper mountain slopes facing the Amazon basin have a truly superhumid régime, but many of the inter-Andean valleys have relatively dry local micro-climates with subhumid and semi-arid moisture régimes. The temperature régimes are closely linked with elevation, and in a comparatively short journey it is possible to pass from a cool, superhumid upland environment, through successively warmer and drier conditions to a valley enclave with semi-arid tropical environment. Recorded climatic information is lacking over wide stretches of the equatorial Andean region, but the local climatic pattern can usually be accurately estimated from the nature of the vegetation and

can be supported by evidence drawn from the soils. The range of vegetation found in this region includes tropical rain-forest, montane rain-forest, cloud-forest, subalpine grassland, subalpine xerophytic shrubland, deciduous forest, sclerophyllous forest, dry thorny woodland, grassland savannah and low xerophytic scrub with cacti.

The soils of the region are exceedingly varied, but are mainly lithosolic in character. From the agricultural point of view, the most important soils are the alluvial soils of the valley bottoms, and some of the andosols of the middle elevations. In many areas the soil pattern is quite intricate, reflecting closely the alternating sequence of almost vertically bedded geological strata, in which argillaceous sediments, sandstones and limestones may occur in constant repetition. The majority of soils are derived from such sedimentary rocks; soils formed from granites and igneous rocks are relatively uncommon.

The pattern of agriculture is not as closely related to the soil resources as in many of the other regions, and in many localities is definitely related more with social, economic and historical factors than to any natural environmental factors. In this region are to be found a pattern of very large and exceedingly small land holdings, some well farmed and others exploited almost to extinction, and some abandoned - with the land use pattern often bearing little or no relationship to the nature of the soil resources. Many sectors of the region are still difficult of access, yet may be densely populated and intensively farmed at subsistence levels. It is often difficult to arrive at an estimate of what might constitute an economic size for a farming unit on any particular kind of soil. On the eastern flanks of the Andes, the only farming activity is often the shifting cultivation plots of the indigenous tribes, and well-meant efforts to introduce the concept of growing surplus produce to support the national economy are sometimes leading only to increasing wastage of the national soil resources.

The chief natural limitations impeding agricultural development are:

- (a) the predominance of steep slopes;
- (b) the shallow and erodable nature of many soils;
- (c) difficulty of access;
- (d) the complexity of the soil pattern which makes general advisory work very difficult. Each field has to be studied on its own merits.

Within the northern Andes soil region, there are at least six important subregions:

- 5a. Northern ranges and lowland valleys
- 5b. Eastern ranges and lowland valleys
- 5c. Eastern highlands
- 5d. Central ranges and inter-Andean valleys
- 5e. Equatorial highlands
- 5f. Northern highlands

5a. Northern ranges and valleys

This subregion includes much of the northernmost part of the Andean ranges in South America, where the main range becomes split by a number of deeply incised valleys. In many places the valley plains are fairly wide and are flanked by well defined terrace levels; the valley sides are generally steep right to the top of the ranges, but in some localities they are broken by quite extensive areas of undulating to rolling uplands. Many of the latter are associated with volcanic landforms, and their surface is mantled with volcanic ash beds. Several important volcanic centres occur in this subregion, and although most of the volcanoes are now dormant or show only very infrequent activity, volcanic ash minerals are nevertheless an important constituent of many of the soils of the plains and terraces. In Ecuador, many of the steepland soils of the eastern flank of the Andes are wholly derived from volcanic ash of various kinds. The climatic range is wide, with humid tropical and subtropical conditions predominating at elevations below about 1,800 metres and humid or subhumid temperate conditions more common above this elevation. There are many valley enclaves with drier conditions, ranging from semi-arid to desertic. Many kinds of natural vegetation occur in this subregion, from tropical rain-forest to cactus scrubland.

The soils in the subregion include mainly many lithosols and lithosolic intergrades to red-yellow podzolic soils and latosols at low elevations, and lithosolic intergrades to brown forest soils and acid brown forest soils at higher elevations; but where volcanic glass is an important constituent of the soil parent material, andosols are the predominant soils. Under very wet conditions at middle elevations (1,500-2,250 metres), andosols resembling the hydrol-humic latosols of Hawaii are formed. In the drier valleys, grumusols, solonetz, and soils resembling brown Mediterranean soils, brunizems, brown desertic soils and chestnut soils have been described.

Agricultural activity is extremely varied, ranging from coffee plantations on the elevated uplands to cocoa plantations on the lower valley sides and terraces. Maize and cotton are common crops on the valley soils, along with fibre crops and some oil seed crops. The main limiting factor for further agricultural development is perhaps the patchy and very varied nature of the soil pattern which requires an unusual measure of understanding in the farming community and a high standard in the technical advisory services to get the best out of the different soils without damage to the soil resources and requires careful local grading of produce before transportation to the consumer or export centres.

5b. Eastern ranges and foothills

This subregion consists mainly of very steep mountain ranges forming the eastern wall of the Andes, facing out over the Amazon and Orinoco basins. The major valley systems are relatively few in number, with steep to precipitous sides and very narrow alluvial flats subject to frequent inundation by turbulent mountain streams. In Ecuador part of the subregion is thickly mantled in volcanic ash of no great age, but elsewhere soils are mainly derived from sedimentary and igneous rocks. The climate is humid or superhumid, with two very weakly defined seasons when rainfall is not a daily occurrence. The natural vegetation is almost everywhere rain-forest ranging from equatorial rain-forest over the lower foothills to cloud-forest at the highest elevations.

The soils of the subregion are mainly lithosolic intergrades to red-yellow podzolic soils and latosols at the lower elevations, and lithosolic brown forest and acid brown forest soils at higher elevations, with andosols common in the Ecuadorian sector.

Agricultural endeavour is mainly restricted to subsistence farming by shifting cultivation practised by indigenous Indian farmers; more diversified farming is normally seen only in areas where the construction of trans-Andean roads have encouraged a measure of permanent settlement. Most of these areas are clearly marked by greatly accelerated erosion resulting from the indigenous farmer's efforts to graft a "cash" farming economy on to his subsistence farming traditions. The moderate degree of erosion of the steep slopes which was his ally formerly helping to maintain soil fertility under shifting cultivation, has, in many places, accelerated to catastrophic proportions where the indigenous farmer seeks to maintain rows of cash crops for several successive years on the same steep slopes.

The chief limitation to agriculture development in the subregion is this dangerous erodability of most of the soils, and the lack of an adequate amount of land of gentle relief to support centres of farm endeavour large enough to justify any major improvement of the roading and transportation system.

5c. South-eastern highlands and uplands valleys

In the south-central and south-eastern sector of the region, the upper Andean slopes and upland valleys form a distinctive subregion, known as the "yungas" in Bolivia. This subregion represents the highly dissected easternmost strip of the Andean highlands which enjoys a mild to cool and superhumid climate as a result of the continuous ingress and condensation of moist air from the Amazon lowlands. Fog and cloud persist during a large part of the day at all seasons of the year. Much of the landscape is precipitous or very steep, and carved in relatively soft sandstones and claystones. The natural vegetation is cloud-forest on "upper montane" rain-forest, often showing evidence of natural erosion ranging from local landslips to very long debris avalanche scars.

The soils include many lithosols, but the majority of soils are deeper and more weathered than true lithosols and are better regarded as lithosolic or steepland soils related to acid brown forest soils with some related to brown forest soils and podzols. The latter are more common at the higher elevations, and many of the summit ridges are occupied by small patches of gley podzols, podzolized gley soils, and even organic soils. The alluvial soils of the valley floors and the colluvial soils of the lateral terraces are mainly coarse textured and very stony.

Over wide areas no form of permanent agriculture is practised, but in the Bolivian sector cocoa farming is spreading upwards as the steep slopes at lower elevations become increasingly eroded. The soils of this subregion have little potential for either agriculture or sustained timber production, but, on the other hand, preservation of the natural forest cover is vital to the control of river erosion lower down the Andean valleys.

5d. Central ranges and inter-Andean valleys

This subregion falls almost entirely in Peru and represents almost the whole of the Andean sector of the country from the margin of the desertic Pacific slopes to the upper margin of the slopes leading down to the Amazon. Included in this area are many important valleys, usually aligned along the NW-SE Andean axis with major rivers cutting through the parallel ranges by means of narrow gorges to emerge finally on the Amazon lowlands. In many places the landscape is extremely rugged and dissected but there are some relatively isolated sectors of rolling or undulating uplands (often at elevations in excess of 3,000 metres), and some valleys have fairly extensive, flattish, floodplains. Much of the area is thickly populated, but communications are often primitive and are very difficult to improve on account of the prevalence of rocky cliffs and swift, deep river crossings. Over wide areas, the climate is humid or subhumid but in many of the deeply incised valleys there are local semi-arid or even desertic micro-climates. Vegetation ranges from tropical rain-forest to cactus scrubland and tussock grassland.

The soils of this subregion are extremely varied. Lithosols and lithosolic soils are very common and many are severely eroded and accompanied by narrow, discontinuous strips of colluvial soils along the foot of the slopes. Steepland soils related to brown forest soils, acid brown forest soils, brown Mediterranean soils (non-calcic brown soils), brunizems and chestnut soils are locally abundant. An important soil of the uplands, known locally as "pardo andino", is an acid tussock grassland soil related to acid brown forest soils, but showing intergrades to subalpine "paramo" soils. In areas of calcareous rocks, rendzinas, calcic brown forest soils and grumusols are common, along with their related steepland soils.

The pattern of agriculture is varied; in heavily populated valleys the full range of steepland soils, from brown semi-desertic steepland soils of the lower slopes to steepland intergrades to "paramo" soils of the uppermost slopes, is under partial cultivation in small family plots often outlined by stone walls. Many of these slopes were terraced in Inca or pre-Inca times, and the terrace soils were formerly irrigated. Some of these ancient terrace systems are still in use, but in many cases the irrigation channels that formerly brought water from distant springs in the mountains have been completely destroyed by landslips and cannot now be repaired. A very wide range of subsistence crops is still grown in this subregion and, in some valleys, sugar cane, cocoa, coffee, and several fibre crops are grown on a commercial scale. Cattle, sheep and domesticated indigenous livestock find grazing on the upper mountain slopes; but all agricultural products suffer the handicap of distance from the main consumer and manufacturing centres - a handicap that is greatly compounded by transportation difficulties. Agricultural development is also impeded by the small and inefficient nature of many of the family farms, by the erodable nature of many of the soils, and by the fact that measures to control erosion (such as reforestation) cannot be introduced until socio-economic problems, arising from over-population and uneven distribution of land, are first resolved.

5e. Equatorial subalpine paramo moorland

This subregion is located mainly in Ecuador and Colombia, occurring as a more or less discontinuous chain of rolling to undulating highland at elevations of

between 3,500 and 4,500 metres. The original vegetation was a distinctive kind of shrubby moorland or, in areas subject to intermittent accumulation of volcanic ash, subalpine grassland, locally known as "paramo". The paramo highlands of Ecuador are liberally sprinkled with volcanoes, some of which have been in eruption in historic times. Here the soils are mainly derived from coarse pumiceous volcanic ash. The northern group of paramo highlands mainly have soils formed from heavy clays, perhaps of glacial or snowfield origin with some admixture of volcanic ash in the upper part of the soil profile. The soils are conspicuously dark and deep, provisionally known by the local name of "paramo" soils, and despite their extreme altitude support a subsistence agriculture based upon potato and oat cropping, with herds of llamas and sheep ranging over the natural vegetation of the moors, or herded on the cultivated land during intervals between crops. The chief limiting factors to agricultural development in this subregion are climatic ones; the soils are often quite strongly acid, but are fairly well supplied with plant nutrients. Very low night temperatures and low soil temperatures during the early part of the day, combined with strong drying winds during the middle part of the day, are the chief climatic factors restricting plant growth.

REGION 6: PAMPEAN AND PATAGONIAN LOWLANDS(1)

The pampean-patagonian lowlands are considered as a single major soil region on the following grounds: (a) because most of the landforms are of no great age and have come into being as a result of accumulative geological processes; (b) soils are derived mainly from finely comminuted materials emplaced by wind and water; (c) the drift régime in soil formation is moderately to strongly active, and large areas receive periodic dusting with very fine volcanic ash blown from the Chilean volcanic sectors of the Andes; (d) over much of the region monthly evapotranspiration exceeds precipitation, yet the argillization processes of the soil wasting régime continue to be relatively active because much of the precipitation falls when the soil temperatures are near their maximum level; (e) the combination of active argillization with low leaching rates, over much of the region, produces soil profile morphology in which illimerization is relatively active and most soils show some development of an argillic ("textural B") horizon, often promoted by the seasonal increase of sodium and potassium ions and free oxides of silica in the topsoils (4), and (f) the dominance of illite in many of the more important soils. These general trends of soil development are not operating with equal force in all parts of the region. Much of the Patagonian sector is desertic and the seasonal lack of soil moisture markedly interrupts the soil wasting régime; elsewhere semi-arid conditions prevail and the argillization process is active for only about 50% of the time; in other subregions, dispersion of the topsoil clay is countered by free calcium carbonates or by the aggregating influence of humic compounds that are produced in abundance by certain natural grassland formations. As in other regions where landforms are mainly a product of geological accumulation, the soil pattern is often strongly influenced by layering of the parent materials and by the presence of relict ("fossil") features which may be incorporated in the developing soil profiles. Many of the limestone "toscas" in and under the soil profiles of the pampean grassland subregion belong to this category, although in some soils active accumulation of carbonates in the subsoil horizon is currently adding to the thickness of a fossil "tosca". Over wide areas of the desertic Patagonian plains and the piedmont plains of the Andes

(1) This draft section will be edited by Dr. Etchevehere of Argentina.

in Central Argentina, alluvial, colluvial and aeolian deposition and redistribution is still in progress giving rise to recent or very young soils in which profile differentiation is minimal. In southern Patagonia, desertic soils of the terraces and tablelands are often overlain by a stony "erosion pavement", continually swept clean by the persistent south-westerly winds.

The natural vegetation of the pampean-patagonian lowlands ranges from sparse, low, thorny scrub, with or without grassland in the desertic subregions, to dense tussock grassland and thorny woodland in the moister subregions. The boundary between grassland and woodland is often highly irregular owing to the long-continued incursions of fire throughout the region. Nevertheless, the nature of the relicts of natural plant formations are often a reliable guide to local climatic and soil conditions, and give a valuable lead to the agricultural or forestry potential of any area.

Agricultural and forestry limitations vary widely in the different subregions. The main subregions are considered to be:

- (a) Pampean prairie
- (b) La Plata-Paraguay alluvial basin
- (c) Patagonian prairie
- (d) Peri-pampean woodland-savannah
- (e) Peri-patagonian savannah-scrubland
- (f) Desertic Central Argentina
- (g) Desertic Patagonia

6a. Pampean prairie subregion

This subregion extends north and south of the La Plata River mouth in Argentinian and Uruguayan territory and probably represents the largest area of fertile agricultural land in Latin America. It is bordered on the east by the Atlantic Ocean and has port facilities of adequate size to handle the vigorous export trade. It is a relatively thickly populated area and has a relatively stable economic environment which has permitted the evolution of farm units of economic size without undue interference from social and historical considerations. In the main, it is a region of efficient farming.

On the basis of mean annual temperature, the climate would appear to be subtropical, yet the monthly temperature range is normally wide and winter frosts are quite common. The temperature régime is perhaps better considered as warm temperate to semi-tropical. The prevailing moisture régime is also rather unusual, in that for many months of the year the monthly evapotranspiration approximately equals the monthly precipitation, so that the growing plants are frequently hovering between adequacy and inadequacy of soil moisture. In general, the moisture régime might be characterized as "moist-subhumid-to-humid". The original vegetation was dominantly tussock grassland. Landscapes are subdued, with few low hills and many broad depressions. Soil parent materials are dominantly loessic or aeolian in nature, but extensive alluvial and perhaps fluvio-marine and estuarine sediments occur in Uruguay.

The soils of this subregion include a number derived mainly from continental loess that have been variously identified as "chernozems", "brunizems", "brown prairie soils", and "non-chernozemic steppe soils". They have a deep, dark-coloured grass "melanized" topsoil that fits the U.S. Seventh Approximation

definition of a "mollic epipedon" in most cases. The subsoil base status is high and, like the soil pH, shows increase with depth. In appearance they resemble many brunizems of North America (argudolls, hapludolls) but their chemistry is closer to some chestnut soils (argustolls, haplustolls). In many respects they are similar to the "oceanic chernozems" of Soviet Russia, and to the "yellow-grey earths" ("pallid" soils) of southern New Zealand. These pampean brunizems are the mainstay of the Argentinian agricultural economy and are now the subject of much intensive study. In the more humid sectors of the subregion, as in parts of Uruguay, the topsoil becomes unusually deep and they are locally classified as "black prairie soils", along with similar-looking soils derived mainly from basaltic rocks. Commonly associated with these soils, are to be found grumusols and many hydromorphic and halomorph soils occupying mainly the lowest positions on the landscape. Many of the soils have a prominently developed "argillic" horizon, and in flattish or very gently undulating landforms this feature impedes the downward movement of soil water to such an extent that "perched" watertables are present during a large part of the year. Here profiles take on many of the features of "planosols". The common soil assemblage in this subregion is thus: pampean brunizems, grumusols, planosols, solonetz and humic gley soils. All soils have a fairly high natural fertility, and the main problems of use and management concern control of the watertable, rising salinity on land of very gentle slope or concave relief, and maintenance of subsoil aeration generally. Many of the soils stand repeated cropping quite well, but they are also excellent soils for intensive grazing of improved pastures and most farmers have adopted a short rotation cropping/grazing system of soil management, which includes periodic use of fertilizers.

6b. The La Plata-Paraguay alluvial basin

This subregion is a northern extension of subregion 6a, differing mainly in the increasing proportion of soils derived from alluvial sediments, the increasingly kaolinitic nature of these sediments from south to north, the predominance of flat or flattish landforms, the more general appearance of hydromorphic and planosolic features in the soils, the increasing importance of grumusols in the soil assemblage in the southern end of this elongated subregion, and the growing dominance of solonetz and solonchak in the northern end of the subregion.

The climatic régime in subregion 6b is distinctly warmer than that of 6a, becoming semi-tropical or subtropical at the northern end, and winters become progressively drier towards the north where the moisture régime of the soils is often distinctly subhumid. The original vegetation was mainly grassland and zerophytic woodland, with evergreen and deciduous "gallery" forests lining the banks of the main rivers. In addition to pampean brunizems, grumusols, solonetz, and humic gley soils, there are alluvial soils, regosols and low humic gley soils developed mainly in the vicinity of the river systems.

The pattern of agriculture shows the increasing importance of subtropical crops such as cotton, sugar cane, citrus, etc., and the main limitations impeding the agricultural development of the subregion are control of excess moisture in the wet season, need for irrigation in the dry season, prevention of accumulation of soluble salts in surface soils, and the maintenance of soil structure and aeration (especially in the more kaolinitic soils, in the surface horizon of grumusols, and in the "argillic" subsoil horizon of the pampean brunizems).

6c. Patagonian prairie subregion

This subregion occurs in the far south and is shared by Argentina and Chile. It commences in about latitude 51°S and extends into the island of Tierra del Fuego. Here the climate is cool and rather dry, with a considerable part of the precipitation falling as snow in the winter. In summer, average daily maximum temperatures lie in the 15°C to 19°C range; in winter they fall to about 5°C. The soils are thus markedly cool and dry in summer, and cold but slightly moist in winter. The natural vegetation is tall tussock grassland, with some development of acid bog and moorland in low-lying areas and sheltered depressions. Strong westerly and southerly winds of gale force are a noticeable feature of the climate in this subregion.

The soils are mainly derived from glacial materials, ranging from moraine gravels and coarse sands to heavy clayey till. Soil profiles are generally rather shallow, but have prominent dark topsoil horizons and often somewhat pale yellowish or brownish slightly mottled and gleyed subsoils. Locally, topsoils may be peaty or overlain by a distinct horizon of fibrous peat. The soil pattern is complex, and to a large degree soil profiles reflect characteristics inherited from the various kinds of soil parent material: heavy-textured calcareous till gives rise to dark-coloured, strongly structured clays resembling rendzinas or shallow grumusols; medium-textured weakly calcareous parent materials give rise to soils resembling brunizems with very sharply differentiated grass-melanized, acid, topsoils; medium-textured non-calcareous parent materials give rise to acid brunizem-like soils, sometimes with a weakly developed bleached A₂ horizon, showing infiltration ("tonguing") into somewhat "argillic" subsoil horizon, as in the Chernopodzolic soils of Soviet Russia; light-textured sandy and gravelly soils usually give rise to more strongly leached soils with a well-developed somewhat peaty topsoil, incipient bleached but humus-stained A₂ horizon, and sometimes a thin iron pan developed in or below a heavier textured subsoil horizon that shows clay flows on some of the structural peds. This soil assemblage is referred to by Chilean soil scientists as the "Patagonian prairie association", but as yet these soils have been little studied. Other soils occurring in the subregion include humic gley soils, podzolic gley soils, planosols and gley podzols; also small areas of organic soils are found in places where the watertable is permanently at or near the soil surface.

Agriculture is mainly restricted to extensive sheep farming on natural grassland, although in recent years some attempts have been made to develop high-producing pastures with introduced legumes and grass species, requiring regular application of fertilizers, augmented fencing programmes and much closer livestock management than formerly. In general, most soils have a high reserve of fertility but the availability of plant nutrients often falls below the requirements of intensive pastoral farming owing to the relatively slow rate of chemical weathering of soil minerals under the prevailing low soil temperatures and periodic deficiency of soil moisture. Fertilizers are required when establishing improved pastures, but indications show that the fertilizer requirements on many soils may progressively diminish as a new (agricultural) kind of organic régime is established in the soils. In this subregion, in many soils, leaching is not so intense that it cannot be counteracted by establishing a favourable type of organic régime capable of intensifying mineral weathering and conserving more of the available plant nutrients against losses due to leaching. The chief limitations to

increased agricultural production in the region are mainly economic ones: the wool industry alone may not be able to finance the high cost of establishing a more intensive type of pastoral production and the development of a major meat industry would require considerable outlay for additional freezing and port facilities.

6d. Peri-pampean woodland-savannah subregion

This subregion lies immediately to the west of subregion 6a, where the climate becomes noticeably drier and the soils are usually dry for several months of the year. The dominant soils have been classified as "chestnut" soils, in that they have a distinct dark brown or brown topsoil, well-developed "argillic" subsoil horizon, or (if not showing clear evidence of clay accumulation) subsoils of finer texture than the topsoil and showing a considerable increase in bulk density, and relatively high base status throughout the profile, with the ratio of bivalent to monovalent cations increasing with depth. The soil moisture régime is at the dry end of the subhumid scale and both weathering and leaching are no more than slight to moderate in intensity. The natural vegetation of the subregion formerly included low, open tussock grassland ("savannah") with zerophytic shrubs, and thorny woodland. This subregion represents the first stage in a progression from pampean prairie to the desertic subregion of Central Argentina, and many of the agricultural practices of the former subregion have been extended across into this transitional belt, resulting in serious acceleration of wind erosion. Crop farming in subregion 6d is not generally well suited to the soils, unless irrigation is available; pastoral farming also requires great care to prevent erosion resulting from overgrazing during the dry season. The main obstacle to improved agricultural development thus lies in the failure of farmers to realize the marginal nature of region and the urgent need to conserve the natural organic régime and strengthen its important rôle in maintaining soil structure and supplying the soil with moisture-holding colloidal materials.

Soil profiles in this subregion reflect strongly the nature of the original soil parent materials. Many soils are of loessic origin and where the material is fine textured, profiles show heavier textured "cambic" or "argillic" subsoil horizons; where light-textured, sandy, loess predominates, this feature is less marked. Many soils show accumulation of calcium carbonate in the lower horizons. Plant nutrient status of the soils is generally high, but availability of plant nutrients is limited by periodic dryness of the soils. Regosols are common in areas that have been badly farmed. Solonetz and salt plains are common along the western margin of the subregion.

6e. Peri-patagonian savannah-scrubland region

This subregion lies parallel to the foot of the Andean cordillera, along the inner margin of the patagonian desertic subregion. The climate is mainly subhumid to semi-arid and temperate; the soils are often dry for fairly long periods. The natural vegetation consists mainly of open tussock grassland and xerophytic scrubland, with some development of "gallery" forest along the river courses. The landscape is strongly rolling to hilly along the western margin of the subregion, but elsewhere mainly rolling to undulating. Soils are derived mainly from alluvial and aeolian drift materials, including some volcanic ash.

The dominant soils of this subregion have been considered as chestnut soils, and minimal chestnut or brown semi-desertic soils, although regosols and recent alluvial soils are also very abundant. The presence of volcanic glass as an important mineral component of many soils, and the youthful nature of many other soils, tends to obscure any clear zonal impress of the soil process. Only the older and more stable soils in areas where there is little or no surface accumulation of recent volcanic ash show a degree of profile development that would permit them to qualify for chestnut or brown semi-desertic soils.

Much of the subregion is used only for extensive grazing on the natural grassland and scrub, but in many valleys the alluvial soils and terrace soils have been brought under irrigation and are used for cropping, for alfalfa hay meadows and for fruit orchards. Erosion by wind and water are active processes in the subregion and these, together with salt accumulation in the upper horizon of some irrigated soils, and a general lack of water for irrigation in some districts, are the main factors limiting agricultural production in the subregion.

6f. Desertic Central Argentina

This subregion lies to the west of subregion 6d and forms a gradual transition to that region. The climate is desertic, with some rain falling in most years but the total precipitation amounts to only about 20% of the yearly evapotranspiration and most soils are dry for more than half the year. The vegetation consists of sparse and low thorny shrubs with some local development of scattered grass tussocks. The landscape is mainly subdued and in the form of a gently sloping outwash plain with a flattish or gently rolling relief. The soils are mainly derived from outwash alluvial fan materials of varying ages and from aeolian drift derived mainly from outwash materials.

The older soils in this subregion show desertic profiles with ill-defined greyish or brownish vesicular ("alveolar") topsoils underlain by reddish-brown or brown heavier textured subsoils with clays formed by weathering "in situ" rather than by transportation ("illimerization"). Most soils are more or less calcareous, and some are markedly saline. They have been called "grey desert" soils and "reddish desert" soils by some pedologists. Much of the subregion is occupied by much younger soils showing little or no profile differentiation, and are often markedly regosolic or lithosolic in nature. Regosols and lithosols are very common, with some of the former having a distinct dune micro-relief.

Farming is restricted to areas with an adequate supply of water suitable for irrigation. In many areas where the soils are quite well adapted for irrigation, the factor limiting their use is the scarcity of water of low soluble salt content. In some of the heavier textured soils under irrigated farming, crop yields are seriously depressed by a build-up of soluble salts in the surface horizons.

6g. Desertic patagonia

This subregion covers most of the Patagonian plains between latitude 34°S and 50°S, where the overall climate is somewhat cooler than that of subregion 6f but where the pattern of aridity is about the same. The landscape consists of a very broad sloping plain, with well-defined terrace levels often forming "tablelands", separated by deeply incised main river valleys. Farming activity is mainly

confined to the alluvial soils of these broad river valleys. On the terraces and tablelands, shallow and often stony desertic soils are found, interspersed with regosols. The older and more stable soils of the region show desertic profiles and commonly have a superficial stony "desert pavement" produced by wind erosion. Beneath this stony surface, there is a weakly defined greyish topsoil horizon ranging from coarse sand to very fine sand and silt in texture, and showing many pores and vesicles, but usually lacking carbonates and soluble salts. Subsoils are generally of heavier texture than topsoils but showing little evidence of clay movement, brown to reddish-brown in colour, and usually non-calcareous or very weakly calcareous. Carbonates and soluble salts are often present in the underlying C horizon, sometimes forming a pan. Gley soils and organic soils occur in some of the southern valleys; solonetz and solonchak are more common in the northern valleys. The older soils of the terraces and tablelands have been variously classified as "reddish desert" soils and "grey desert" soils, but they have been relatively little studied. The soil wasting régime is clearly very weak, but leaching may be somewhat more effective than in subregion 6f. The soil organic régime is very weak, but the drift régime is very active.

Lack of water for irrigation restricts farming operations over much of the subregion but even in districts with water adequate and suitable for irrigation, the coarse texture of many of the soils and the low soil temperatures in winter restrict agricultural activity to a limited range of crops.

REGION 7: SOUTHERN ANDES

This region includes all the Andean cordillera from about 30°S to the tip of Cape Horn, together with a narrow strip of coastal lowlands on the Pacific side extending from about 34°S to 45°S.

The Andean cordillera in this region has a mean maximum elevation of about 4,000 metres in the north, descending to under 2,000 metres in the south, becoming increasingly dissected by sea fiords and transverse valleys, some of which penetrate completely through the Andes to reach the high plains of Patagonia. In the central sector, there are a number of isolated high mountainous areas with ice caps, alpine snowfields and glaciers. Much of the northern sector of the cordillera is thickly mantled by layers of volcanic ash originating from a long chain of intermittently active volcanoes lying well to the west of the Andean divide. Much of the ash has accumulated on heavily forested slopes, and where the natural forests are undisturbed the ash mantle has commonly built up to a depth in excess of four metres - even on the steepest slopes. Most of the region is swept by persistent westerly gales: the mean annual rainfall over the coastal lowlands is upwards of 1,500 mm per annum, rising to over 5,000 mm on the western face of the Andean ranges but decreasing to about 1,000 mm in the "rainshadow" strip along the eastern flank of the cordillera. Various kinds of evergreen rainforest originally covered the greater part of the region, with moorland vegetation on the gale-swept slopes of the southernmost sector, and tussock grasslands encroaching on the forests in the rainshadow areas.

The soils of this region are mainly andosols and lithosolic soils related to acid brown forest soils and podzols, with minor development of subalpine soils, organic soils and reddish-brown lateritic soils of low base status.

Agriculture has developed mainly on the Pacific coastal lowlands, where dairy farming, sugar beet production, potato growing and apple orchards have been successfully established. Farms in the trans-Andean valleys are mainly engaged in the raising of beef cattle, while larger farms at the heads of the valleys and along the eastern flank of the Andes are mainly engaged in sheep farming for wool production.

The chief limitations for agricultural development are:

- (a) the predominance of steep slopes;
- (b) the inherent instability of the ash mantle that is present on many of the steep slopes (the lowermost and most weathered ash layer rests directly upon relatively unweathered rock, so that any disturbance of the natural forest and the superficial network of roots is liable to initiate landslides of catastrophic proportions);
- (c) the low natural fertility of many of the soils of gentle relief, and the low availability of soil phosphate of most andosols;
- (d) the need for drainage on all flat land, and the special drainage problems of the hydromorphic soils derived from volcanic ash.

Within the southern Andes soil region, there are three important subregions:

7a. Central Cordillera

In this subregion steep slopes predominate. In the extreme north they are lightly mantled with volcanic ash and the dominant soils are lithosols and brown forest soils. In the central sector, the steep slopes were formerly thickly covered with volcanic ash, but in many farmed areas the ash mantle is in process of stripping away. In the southern sector, very little ash occurs on the steep slopes, and the dominant soils are lithosols and rankers or podzols.

Farming activity is concentrated mainly on the alluvial soils of the valley bottoms, and on older soils of alluvial origin of the lateral terrace systems, extending on to some of the adjacent hilly and steepland as rough, unimproved pasture.

7b. Fiordland (with offshore islands)

Steep, mist-shrouded mountain slopes rise directly from a rocky coastline, effectively restricting settlement to a few sheltered bays with protected anchorages. Here are located small communities mainly engaged in the fishing and lumber industries. Agricultural endeavour is directed mainly to supplying the local population with fresh vegetables (mainly potatoes), and for this purpose they use the colluvial soils along the foot of the mountains, some marine terrace soils (mainly gley soils and gleyed podzols), and regosols derived from coastal sands. In some localities cattle survive on the browse available in the surrounding forest. Extensive areas of peaty organic soils occur on some of the offshore islands but these are constantly swept by salt-laden winds of gale force and have little agricultural potential. The mountainsides are forest-covered in the northern part of

this subregion, but further to the south the forest gradually gives way to low shrubs, grasses and bog plants, forming a "magallanic moorland". The chief soils of the mountainsides are lithosols, rankers and podzols; and are of little agricultural value. Chief limiting factors to further agricultural development are steepness of the landscape, shallowness and stoniness of the soils, low soil fertility, inaccessibility and difficulty of communications.

7c. Coastal lowlands (including Chiloé Island)

This subregion includes the whole of the Chilean humid lowlands, virtually the only part of Chile where intensive farming can be carried out without need for irrigation. Included in this subregion are the lower foothills of the Andes, of hilly and rolling relief and thickly covered with volcanic dust which gives rise to a range of andosols; the flattish and undulating low terraces and alluvial plains of the central longitudinal vale of Chile, with an assemblage of andosols formed from volcanic drift of post-glacial age and red-brown lateritic soils formed from older volcanic ash beds, interspersed with hydromorphic soils formed in volcanic drift (locally called "ñadi" soils) and alluvial soils that are rich in volcanic minerals, and, finally, the low hills of the coastal ranges where the soils are in part reddish-brown lateritic soils formed from ancient volcanic ash, and in part acid brown forest soils and brown forest soils derived from mica-schists and tertiary sediments. The andosols of the foothills are locally known as "trumao" soils.

In the pre-Colombian times, many of the better drained soils of the lowlands were formed by the Araucanian tribes and potatoes were bartered with the Inca kingdom to the north. Soon after the Spanish conquest, agricultural settlements were established on Chiloé Island and the adjacent mainland for the purpose of rearing cattle and growing cereals and potatoes. The growth of agricultural endeavour during the ensuing centuries has been slow, mainly because of the low supply of available phosphate and high phosphate fixing capacity of the andosols that dominate the agricultural scene. Intensive farming began first on the alluvial soils, spread to the reddish-brown lateritic soils of the terraces, and in recent years has made some headway on the andosols. Most of the agricultural problems of the andosols stem from the dominance of allophane and active alumina in the soil clay: the unusual chemical problems far outweigh their excellent physical condition. In the older, reddish-brown lateritic soils, much of the allophane has been transformed into halloysitic clay and kaolin: they are highly erodable on sloping land, but the plant nutrient balance and better availability of soil phosphate makes them more attractive to farmers who cannot afford a large annual outlay for fertilizers. Another problem that has played a part in delaying agricultural development in the subregion relates to the drainage of the hydromorphic soils containing a high proportion of allophane. The presence of an iron-pan in the underlying fluvio-glacial gravels and a common tendency to overdrain the soil material above the pan, restricted farming on these soils for many years to summer grazing pasturage. Both these soils, and some areas of organic soils on Chiloé Island, shrink in volume and settle unevenly if drainage is carried out too abruptly.

From this brief resumé of the soil resources of the southern Andean region, it is apparent that the potential for agricultural development is distinctly limited. Agricultural penetration of the Central Cordillera subregion has already

passed the bounds of prudence and very strict forest conservation measures are now justified. The fiordland subregion is never likely to attract large numbers of farmers due to the restrictive nature of the soil resources, to the great difficulty of road construction, and the difficulties of transporting produce by sea in these stormy latitudes. It is thus mainly in the coastal lowland subregion that the soil resources are suitable for further development, and here the emerging dairy and sugar beet industries may have a bright future if the soil management techniques can be improved, and farmers can be given an incentive to reinvest part of their profits in the regular use of balanced fertilizer mixtures and in the purchase of equipment for improving consolidation of the volcanic soils.

REGION 8: ARID AND SEMI-ARID CENTRAL ANDES

This region comprises most of the arid and semi-arid part of the Andean cordillera, together with the extremely arid and saline desert of the Pacific coastal lowlands and a strip of rather dry semi-arid to subhumid foothills along the eastern foot of the central part of the cordillera. The region extends from northern Peru and follows around the curve of the Peruvian bight until reaching soil region 7 in central Chile. It has an altitudinal range from sea-level to over 6,000 metres, and includes most of the central Andean altiplano, which has a mean elevation of about 3,700 metres. The chief unifying factor in this region, affecting all the soils of the region in greater or lesser degree, is a deficiency of moisture so marked that normal weathering and leaching processes in the soils are suspended for long intervals. Near the southern and south-eastern limits of the region, where in normal seasons light rain falls during two to three consecutive months (winter months on the western side of the Andes, and summer months on the eastern side), drought conditions lasting for two or more years are not uncommon. Indeed, the pattern of rainfall tends to be quite irregular throughout the region. Regional aridity is directly associated with the dehydrating influence of the cool Humboldt current flowing northwards along the Pacific coast and condensing most of the moisture in the easterly flowing airstream from the central Pacific high pressure area. On the eastern side of the region lies the "heat pole" of the South American continent, while moisture in the airstream from the high pressure area of the Amazon basin is intercepted on the high ramparts of the Andes along the north-eastern flank of the region. The natural vegetation of the region is markedly xerophytic, ranging from sparse cacti and low, open tussock grassland in the desertic parts, to thorn woodland and sclerophyllous forest in the south east. About 30% of the region is bare of permanent vegetation, although in some desert areas ephemeral plants appear after rain. Over a large part of the region, the dominant soils are regosols and lithosolic desert soils, grading smoothly to brown and reddish-brown desertic soils as the moisture régime improves, and these in turn grade into deeper soils with a clay illuvial ("argillie") "B" horizon in the semi-arid and subhumid parts. The latter soils have some of the characteristics of Mediterranean soils. Alluvial soils and hydromorphic soils occupy only a fraction of the total area of this region, and are invariably associated with halomorphie soils (solonchak, solodi, and solonchak). Much of the scanty rainfall occurs as sudden thunder showers which cause very severe erosion and "flash" floods on lowland areas. Strong desiccating winds are another feature of the region, and these also promote considerable aeolian erosion.

There is abundant archaeological evidence that the region was far more densely populated from Neolithic times to the end of the pre-Columbian era, than now. The present population tends to be concentrated in mining communities and permanent

farming is restricted to certain alluvial valleys near the southern limits of the region where irrigation systems have been contrived. The population of antiquity was scattered along the flanks of the Andes, with local concentration around springs that no longer exist today or which are now excessively saline. The aymara tribes of the semi-arid altiplano have permanent villages, but much of their agricultural activity is nomadic and they drive their flocks of llamas, alpacas and vicuñas towards the localities in which rain has recently fallen, camping there while the grazing lasts. Subterranean water supplies are thought to be available in some parts of the region, but few of these have yet been exploited; the present day mining communities and many of the coastal towns and cities are supplied by piped water carried many hundreds of kilometres from springs high in the Andes. In the more populous centres, some of this piped water is diverted for the local growing of market garden crops on desert soils. Alfalfa for livestock is also grown under local irrigation on alluvial soils near the coast. The use of irrigation water under the prevailing desertic conditions requires care to prevent accumulation of soluble salts at the soil surface and some of the older irrigation schemes have been abandoned from this cause.

Within this large region, there are no less than ten important subregions:

- (a) Saline lowland desert
- (b) Tropical lowland desert
- (c) Western desertic mountain ranges
- (d) Eastern desertic mountain ranges
- (e) Semi-arid Pacific lowlands
- (f) Subhumid eastern foothills
- (g) Semi-arid eastern foothills
- (h) Altiplano desert
- (i) Desertic altiplano
- (j) Semi-arid altiplano

8a. Saline lowland desert

This subregion comprises the most arid part of the South American continent, and extends as a strip from 50 and 100 km in width between latitude 18°S and 28°S, along the Pacific coast of northern Chile, at an elevation of over 1,000 metres. In the immediate vicinity of the coast there is a thin cover of cacti and xerophytic shrubs nourished by moisture condensing from sea fogs ("camanchacas") but further inland the desert is entirely barren and the surface is encrusted with soluble salts. Lower lying areas are occupied by "salars" (salt plains) and much of the surrounding flat land has been mined for saltpetre. Although comparatively elevated, the landscape is subdued and consists of wide swales infilled by gravel beds, low hills of indurated sedimentary rock and granites, and occasional fragments of a very old erosion surface littered with boulders showing the deep pitting of long-continued but very weak weathering processes on their undersides. In the lowest positions of the landscape, some of the flat land has a strongly saline watertable at from 20 to 100 cm below the soil surface.

The soils of this subregion are mainly regosolic and lithosolic desert soils, similar to the primitive desert soils of parts of Asia, with solonchak, and dry residual solonchak in the lower positions of the landscape. Near the coast the soils are reddish-brown in colour and show signs of argillization in the surface

horizon. The soils of the oldest land surfaces also show incipient argillization and show a marked segregation of soluble salts, with horizons of powdery mirabilite crystals and tenardite crystals and with gypsum accumulation at depth. The gypsum horizon is often cemented.

There is no agricultural activity in this region beyond some experimental plots irrigated with pumped saline groundwater. In favourable situations, pre-Colombian tribes were able to evolve a remarkable form of agriculture in which long pits ("canchiones") were excavated in the floor of the desert to within specific distance of the saline watertable. Comparatively salt-tolerant food plants such as chenopodium were grown and the heavy crust formed by the strong capillary rise and crystallization of soluble salts was removed by hand and piled around the pit. The plant roots had to tolerate a highly saline environment by day, but as temperatures fell at night, relatively fresh water was distilled in the upper parts of the soil and root growth thus made possible. With continued use, the soil in the bottom of the pit became too close to the watertable, and new pits were constructed alongside. This system of agriculture is no longer in general use and few of the present desert dwellers recall the ancient rules that established the thickness of the soil layer above the watertable that should be left according to the nature of the soil texture, and other critical expertise.

The overriding limiting factor in this subregion is the extreme deficiency of water. Rain may fall briefly perhaps once in 25 years, but the only regular source of external moisture is the surface condensation of sea mists - and this affects only the uppermost few centimetres of soil.

8b. Subtropical and tropical desert

This subregion comprises most of the coastal lowlands of Peru together with some of the drier foothills of the western Andean ranges. The landscape includes broad pedi-sediment dry plains, interrupted by alluvial valleys, coastal hills and elevated marine terraces and, in the far north, a large area of desertic dune sands. The subregion varies from about 25 km to over 150 km in width, and extends from 4°S to 18°S. The climate ranges from extremely arid to arid, but the sun is frequently obscured for long intervals by the low cloud layer that accompanies the Humboldt current, and there is considerable internal dew condensation in the soils at night. In some areas near the coast, the original vegetation was xerophytic scrub and light forest - although most of this has now been consumed as domestic fuel. A large part of the area was, however, always completely barren, and the surface soil heavily encrusted by soluble salts.

The soils are mainly primitive desert soils, lithosols and regosols (locally derived from pumiceous volcanic ash, as near Arequipa), alluvial soils, and halomorphic-hydromorphic soils.

Agriculture in this subregion is concentrated almost exclusively on the alluvial soils of the transverse valleys. Many of the rivers have their source in snow-covered mountains high in the interior of the Andes, and both the alluvial soils and the irrigation water drawn from the rivers have a relatively high silt content and much lower content of soluble salts, than occurs in most Chilean valleys of subregion 8a. This high silt content aids the growth of sugar cane, cotton, and many other valuable industrial crops. The high silt content of the soils to some extent makes up for the rather low clay content and general low levels of organic matter in the soils.

The chief limiting factors in the subregion are the relatively small proportion of alluvial soils and, in certain valleys, the limited amount of irrigation water available at certain times of the year. Nomadic flocks of goats, sustained by the sparse natural vegetation near the coast in some districts, are responsible for accelerated wind erosion and dune building which, in some localities, is encroaching on valuable alluvial soils.

8c. Western desertic mountain ranges

This subregion lies along the inner flank of subregions 8a and 8b, and extends from northern Peru almost to central Chile, ranging in elevation from about 500 metres to over 3,500 metres. The climate lies on the borderline between arid and semi-arid, desertic rather than true desert. The pattern of rainfall is erratic, but generally some thunderstorms occur during the winter months, and at the highest elevations snow may briefly cover the ground. Soil temperatures are often very high by day and very low at night and there is considerable internal dew formation in the soils. The moisture régime in the soils improves from west to east, and with increasing altitude, and this gradient is paralleled by change in the natural plant cover which, beginning from desert that is barren (except for ephemeral plants that appear after rain has fallen) passes successfully through scattered cactus formations to cactus with low "tola" scrub, to taller and more dense mixed xerophytic shrubland. In the northern part of the subregion, the topography is mainly steep and precipitous, but in the south the land rises more gradually up to the edge of the Andean altiplano.

Many of the soils are lithosols and regosols, but on the more stable landforms brown and reddish-brown desert soils, and other soils that have been called "minimal sierozems" and "calcisols" are present. The great majority of soils in this subregion are calcareous, and towards the eastern limit of the subregion the calcium carbonate becomes concentrated in the subsoil as a lime enriched horizon. The older and more stable soils in the subregion also show increasing clay content from west to east. This horizon of accelerated argillization appears first as a thin subsurface horizon, which increases in thickness and, towards the eastern limit of the subregion begins to show incipient signs of translocation downwards (illimerization). Alluvial soils are very rare and are usually markedly saline; saline organic soils occur in the vicinity of emergent spring water in some localities.

Agricultural endeavour in this subregion is mainly restricted to narrow valley bottoms where crops of maize, potatoes, onions, orégano (a spice crop used in soup manufacture) and alfalfa are raised. Flocks of llamas and alpacas find seasonal grazing on the higher mountainsides but are usually moved to the altiplano for summer grazing.

The main factors limiting agricultural development of the subregion are steepness of slope, shallowness of soil, prevalence of erosion, and, for some crops, the highly calcareous nature of the soil. In late Neolithic times, the inhabitants of this part of South America evolved a system of terracing the steep valley bottoms and adjacent hill slopes which overcame many of these limiting factors. This technique was further elaborated until, by the time of the domination of the Incas, elaborate systems of irrigation were in use on whole mountainsides in some areas. Many of the terraces are still in surprisingly good order,

but much of the population has now migrated to the coastal settlements and many of the longer irrigation channels have fallen into disrepair, to an extent that terrace agriculture no longer contributes to any degree in the agricultural production of the subregion.

8d. Eastern desertic and semi-arid mountain ranges

This subregion lies mainly to the east of the Andean altiplano, and extends down to the foothills bordering the Chaco plain in the centre of the continent. The landscape is mainly mountainous, highly dissected, but with a number of intermontane valleys and some relatively extensive alluvial plains. The climate broadly grades from cool desertic along the western border of the subregion to warm temperate and subtropical, semi-arid at the eastern margin, but the local climatic pattern is greatly influenced by elevation and the alignment of the valley systems: local micro-climates are particularly prominent throughout the subregion. Rainfall tends to be irregular, but mainly falls during the warmer months. This has led to the greater effectiveness of the argillization process in soils, and even the desertic soils show a much higher clay content than those on the western side of the altiplano. In the semi-arid districts, many soils show considerable downward translocation of clay, and at the eastern margin of the subregion, non-calcareous brown and other soils resembling Mediterranean soils are found. The valley soils are mainly heavy textured alluvial soils, with local areas of solonchaks and grumusols. Many soils are calcareous throughout the profile, but in the extreme north of the subregion some soils from sandy sediments show distinct evidence of leaching and are approaching red-yellow podzolic soils.

The agricultural pattern is varied. In the drier parts of the subregion farming is concentrated in valleys where local seasonal irrigation can be contrived and flocks of llamas are grazed on the natural vegetation of the nearby mountains. Potatoes and cereals are the main crops grown. On the alluvial soils of the larger intermontane valleys, cotton, sugar cane and various fibre crops are grown and a dairy industry is developing. Goats and cattle are grazed on the surrounding hill sides.

Agricultural development is restricted mainly by the very large proportion of very steep land and the erodible nature of many of the soils. Road construction and water distribution is difficult in many areas, while the overall irregular nature of the rainfall pattern sets definite limits for the utilization of soils for dry land farming.

8e. Semi-arid Pacific lowlands and foothills

This subregion is a relatively small one, extending for a few hundred kilometres north and south of latitude 32°S in the central sector of Chile. It is, however, important because it includes some of the most productive soils west of the Andes and is to some degree the mainstay of the Chilean economy. It includes the outer foothills of the Andean cordillera, and extends across the outwash fans, alluvial plains and low terrace systems of the longitudinal "central vale" of Chile, and embraces the chain of coastal hills and the marine terraces and coastal plains that border the Pacific Ocean. The climate is mainly semi-arid, with from six to eight months with little effective rainfall and two to four winter months with moderate rainfall, although this pattern is liable to marked departure from the norm, especially in the northern part of the subregion where cycles of several

consecutive years of drought may bring great distress to the farming population. Along the top of the coastal range (where additional moisture is condensed from coastal fog) and towards the southern limit of the subregion, the climate is less arid and might be better described as "dry subhumid". The overall temperature régime is temperate and frosts are common in winter. The natural vegetation ranges from xerophytic shrubland with cacti in the north to savannah parkland and evergreen (dry) forest in the south.

The predominant soils in the subregion have many of the characteristics of Mediterranean soils, with intergrades to "red-yellow podzolic soils" of relatively high base status on the granitic rocks of the coastal hills, and calcareous clays (in part, grumusols), with heavy and light textured alluvial soils, gley soils and minor areas of solonetz on the plains.

The agricultural pattern includes crops that are characteristic of the Mediterranean region of Europe (cereals such as maize, wheat and oats; grapes, apricots, peaches; fibre crops and oil seed crops, including olives) and both the dairy and livestock fattening industries have developed on irrigated pastureland.

Limitations for agricultural development include the problem of ensuring adequate supply of irrigation water, and the need for an improved realization of the importance of adequate drainage in heavy textured soils used for irrigated farming. In some areas, crop production on these soils is becoming severely limited owing to the accumulation of soluble salts in the surface soil as a result of poor management of irrigation water and lack of attention to drainage requirements. Dry land farming is severely limited by the irregular pattern of the rainfall, and in many areas livestock (cattle, sheep and goats) are driven up to the natural pastures of the high Andean meadows during periods of drought. Improvement of the dry land pastures is difficult: many leguminous plants and nutritious strains of grasses cannot withstand the long dry summers, while the tendency of most topsoils to "cake" and harden militates against the successful survival of subterranean clover seed from one season to the next.

8f. Semi-arid eastern foothills(1)

This subregion lies to the east of the Andes in approximately the same latitudinal range as subregion 8e. It consists mainly of semi-arid mountain slopes and steeply sloping outwash plains, enjoying a moisture régime similar to that of subregion 8e, but with most of the rainfall occurring during the warm summer months. The natural vegetation is mainly xerophytic shrubland.

The soils are mainly lithosols on the steep slopes, and reddish-brown desertic soils, calcisols and soils resembling Mediterranean soils on the older terraces and outwash fans, with considerable areas of alluvial soils, in part somewhat saline, in the lower positions of the landscape.

The agricultural pattern shows a strong dependence upon supplies of water for irrigation, and most Mediterranean crops can be grown. It is one of the main wine producing areas in Argentina.

(1) This section will be edited by Dr. Etchevehere of Argentina.

Limitations to agricultural development include the erodability of the steep-land soils, and the tendency for soluble salts to accumulate in soils under irrigation.

8g. Subhumid eastern foothills

These extend along the face of the Andes from about latitude 18°S to about 28°S, in Bolivia and north-eastern Argentina, representing a belt of country receiving fairly regular, although rather light, summer rainfall as a result of a southward extension of moist air from the Amazonian high pressure area. The climate might be characterized as "monsoonal, dry subhumid, semi-tropical to warm temperate". Much of the area formerly supported deciduous and sclerophyllous forest, with areas of thorny woodland and some natural grassland.

The soils of this subregion have been relatively little studied. It is known that they include brown forest soils, and soils that may be intergrades between brown forest soils and brown Mediterranean soils. The subregion also includes important areas of alluvial soils.

The agricultural pattern shows fairly strong concentration of effort on irrigated farming of the alluvial soils, with crops ranging from cotton, sugar cane, maize and tobacco, but there is also some development of orchard crops and grazing on the non-irrigated soils.

The principal limitations for agriculture are the limited amount of land available for irrigation, and the uncertainty of climatic factors - including frost and rainfall. Some of the hill soils are also highly erodable.

8h. Desertic altiplano

The driest part of the Andean altiplano occurs at the southern end of the great Andean tableland, in about latitude 23°S to 26°S, at elevations in excess of 3,500 metres. This is a subregion of sparse tussock grassland (*stipa* spp) and areas of barren soil with local dune formations and long, narrow salars. Rainfall is highly irregular, although thunder showers are perhaps more common in the summer months, especially along the eastern margin of the subregion. The undulating to rolling plains are swept continually by desiccating winds from the west, and there are few permanent inhabitants in this inhospitable environment. Night temperatures frequently fall far below freezing point and day temperatures are usually quite high.

The soils are in part regosols (some derived from recent volcanic ash), but many of the more stable landforms are occupied by reddish-brown desertic soils that have a more prominent and darker topsoil horizon than usual for members of this group.

Agricultural activity in the subregion is restricted mainly to nomadic grazing by flocks of llamas and alpacas, and to small irrigated plots of alfalfa in localities where seepage spring waters are available.

The main limiting factors for agricultural development are climatic. Few plants can survive the wide temperature range of the environment, or withstand the constant drying winds. There are no trees in the subregion, and very few places sufficiently sheltered for the establishment of small windbreaks.

81. Semi-arid altiplano

The middle sector of the Andean altiplano, between latitude 17°S and 20°S, has a slightly more regular rainfall pattern than subregion 8h with fairly regular afternoon thunderstorms during the mid-summer months. The moisture régime may be broadly characterized as "semi-arid", although the appearance of the subregion in the vicinity of the broad salars that occupy a considerable part of the central basin is so barren of vegetation that the general impression is often more than that of a salty desert. These vast altiplano salars are a source of crystals of soluble salts that are blown away and accumulate on the landscape to the east, to the detriment of both vegetation and soils. At somewhat higher elevations, in the immediate vicinity of emergent spring waters, broad but relatively shallow peat bogs ("bofedales") are found. Due to the high evaporation rates prevailing, the uppermost horizons of these organic soils are often highly saline. The vegetation associated with these areas of organic soils consists mainly of subalpine "cushion" or mat plants, and wet meadow grasses. Elsewhere, the landscape is covered mainly with stipa tussock grassland with patches of "tola" scrub in sheltered places and "illareta" mounds in the more rocky places. In very sheltered and rocky niches, small clumps of dwarf quehuíña (*polylepis incana*) forest have succeeded in becoming established. The landscape is mainly undulating or rolling, and has a mean elevation of about 3,750 metres, but rising far above this general level are many isolated volcanic peaks and mountain ranges. Some of these rise to over 6,000 metres.

The soils of this subregion are extremely varied. In the lowest position of the landscape, adjacent to the salars, there are solonetz and solonchak. The main soils of the altiplano are perhaps regosols formed from volcanic ash; some of these are old enough to show a measure of clay formation but their chief characteristic is the well-developed, distinct, dark sandy topsoil that almost certainly owes its dark colour to the prevailing graminaceous nature of the plant cover. The distinctive topsoil may vary in depth from a few centimetres to about 25 centimetres. The mountains arising on the altiplano have lithosolic soils, although in some areas there are heavy-textured and very stony soils derived from local glacial till and moraine gravels.

Almost no permanent agriculture has been developed in the subregion, except in the northern sector where Aymara tribes have cleared the stones from some of the heavier textured soils to form long windbreaks, between which crops of potatoes, quenua (*chenopodium*) and sometimes alfalfa are grown. For the rest, agricultural endeavour consists in moving the flocks of llamas, alpacas and vicuñas from one area of natural pasturage to another. In this, great use is made of the "bofedales" and in many areas shallow ditches have been cut through the peat to ensure that the water from the springs reaches the periphery of the bogs, both to keep the vegetation in good condition, and promote its spread over a yet wider area. This technique also prevents the formation of thick layers of ice over the grazing area in the immediate vicinity of the springs during the low night temperature, and thus the whole area of the bogs is available for grazing from early morning onwards.

Limitations to agricultural development in this subregion are mainly climatic. The soils are relatively well supplied with plant nutrients, but few crops can withstand the extreme climatic conditions of the environment.

8j. Subhumid altiplano

This subregion is located on the altiplano in the vicinity of Lake Titicaca, and differs markedly from the other altiplano subregions (8h and 8i) in that the temperature range is less extreme and the moisture régime is more favourable for plant growth. This part of the altiplano is still very dry for much of the year and still swept by strong winds, but the rainfall is spread over three or four months, and, moreover, mainly falls during the warmer months. The landscape around the lake is mainly flat and somewhat swampy with humic gley and calcareous humic gley soils predominating, and, in local salty spots, solonetz and solonchak. Beyond the flats, the main surface of the altiplano lies at a mean elevation of about 3,800 metres and has an undulating to rolling surface. Many of the soils are of moderate to heavy texture and are developed in old lacustrine sediments. Some have a close affinity to grumusols. Shallow lithosolic soils occur on the surrounding hilly land and, where the parent materials are calcareous, shallow rendzinas are developed. The dominant plant cover is tussock grassland.

This part of the altiplano is heavily populated with Aymara and Quechua tribes, and most of the land is intensively cultivated for crops of quenua, alfalfa, potatoes and oats. The livestock population is also numerous and supplementary fodder is obtained by harvesting the reeds and rushes growing in the shallow waters of the margin of Lake Titicaca.

Limitations to agricultural development are, however, still largely climatic. The range of crops that can be grown at this altitude must always necessarily be limited, but the yields obtained from the present range of crops could be increased by improving the drainage of many of the soils of the lakeside plain; elsewhere, local irrigation schemes might be used to extend the growing season. The cropping cycle is a relatively intensive one and the judicious use of fertilizers might lead to some improvements in yields. Erosion is a limiting factor on many of the shallow hill soils in the subregion.

From this brief account of the soil resources of the Central Andean region, it is apparent that aridity is the main limiting factor in agricultural development, and that this cannot be readily overcome by a more general use of irrigation since available water is very limited. Little is known of the true state of the groundwater resources of the region, but they are not expected to be adequate for large-scale agricultural development schemes, and, if located, the water may prove to be unduly rich in soluble salts. Many of the true desert soils are relatively unweathered and contain very little soil clay but have an abundance of soluble salts; their development through irrigation might well be difficult, if not impossible. The main potential for increased use of the soil resources is in subregions 8e, 8f, 8g and 8j, where the climatic factors set less rigorous limits and where many of the soil conditions are more amenable to manipulation and improvement by means of local irrigation schemes and even some improvement in the selection of crops and pastures for dry land farming. These are also the areas of greatest population pressure on the land, and every effort should be made to see that soils suitable for improved development are not allowed to remain idle, or be used for extensive farming when they are well adapted to intensive farming programmes.

REGION 9: CENTRAL AMERICA AND CARIBBEAN OUTSIDE THE HUMID TROPICS

This region comprises most of northern and central Mexico and the western districts of most of the central American republics, together with much of the island of Cuba, small southern sectors of the islands of Jamaica, Haiti, San Domingo and Puerto Rico, and much of the Leeward and Windward Islands in the West Indies. This is a far more artificial grouping than in the case of the other major soil regions in that there is no dominating pedological characteristic linking the various soils, other than the fact that they are seldom very strongly weathered, kaolinitic soils.

The climate ranges from arid temperate in the north to semi-arid and sub-humid tropical in the south, and in Mexico, Guatemala and Honduras much of the land lies at over 1,300 metres and enjoys a cool upland semi-tropical climate not entirely free from winter frosts. The landscape is varied, from broad coastal plains to upland plateaux and rugged mountain ranges, some of volcanic origin and some with active volcanoes. The range in natural vegetation is also very wide, from cactus, chaparral and mesquite-grassland and thorn forest in the drier parts, to pine-oak forest, pine-fir forest, savannah grassland, deciduous and evergreen tropical forest in the less dry areas.

The soils of this region are exceedingly varied: in the north desert soils and brown semi-desertic soils predominate, with chestnut soils and chernozems becoming common in Central Mexico, along with brown Mediterranean-like soils, brunizems, reddish-brown lateritic soils and grumusols. In the southern sector of this region, many soils are formed from volcanic ash, and some are intergrades to andosols. Reddish Mediterranean soils formed over limestone (the "terra rossa" of the tropics) are common in Yucatan, and in Cuba and Puerto Rico. Reddish-brown lateritic soils of very low base status are formed from ultra-basic rocks.

Intensive agricultural production is largely restricted to areas under irrigation, and a very large part of the region is occupied by dryland farmers who can do little more than keep themselves alive on scanty seasonal crops of oats, wheat or maize combined with extensive grazing with goats, sheep and cattle. In a favourable season, when there is unusually abundant rainfall, these farmers may make an appreciable contribution to the national economy, but more likely they consume most of their local production. The key to prosperity in this region lies in making the maximum use of all available local water supplies, and attention to the drainage requirements of heavy-textured soils on land of subdued relief. On the shallow, droughty soils of many upland and hilly areas, and on the limestone lowlands of Yucatan, where adequate water for irrigation is lacking, crop production is often restricted to drought-tolerant species including fibre crops such as sansevieria, sisal and others.

Factors restricting agricultural development are many, and include lack of water for extension of irrigation systems, steepness of slope and the erodable nature of many hill soils, low organic matter content of most soils and low water-holding capacity, as well as specific features in certain soils, such as the cemented siliceous pan of the "talpetate" soils formed in volcanic ash, and the low, unbalanced nutrient supply of certain reddish-brown lateritic soils derived from ultrabasic rocks. Throughout the region, successful soil management requires particular attention to the building-up of the soil organic régime to improve the moisture relationships of the soils, to facilitate availability of plant nutrients, and to minimize erosion.

Very many small but locally important subregions occur in this major soil region. The more important of these subregions are:

- (a) the north-eastern desertic subregion;
- (b) the north-western (Sonora and Baja California) desertic subregion;
- (c) the north-central semi-arid Mexican upland subregion;
- (d) the north-western coastal lowlands;
- (e) the north-eastern coastal lowlands;
- (f) the central Mexican uplands and volcanic ranges;
- (g) the western coastal lowlands;
- (h) the south-western coastal ranges and lowlands;
- (i) the volcanic uplands of Guatemala and Honduras;
- (j) the central ranges and valleys of Guatemala and Honduras;
- (k) the subhumid semi-tropical central ranges. (1)

The application of soil knowledge in land development programmes

The plant world forms the essential link between human existence and soil, and the really important kind of soil knowledge is that relating to plant growth. Soil scientists have amassed a vast amount of information about the nature, appearance and distribution of various soil phenomena, but not all of it is relevant to the soil as a medium for plant growth, or, at least, its relevance is often not yet clear. Many of the more conspicuous features in a soil profile may have little influence on plant growth, whereas some inconspicuous features or invisible features may be all-important. Soil scientists are continually seeking to improve their skill in the interpretation of soil profile characteristics, but it is often a local farmer or forester who points the way for a meaningful separation between two apparently similar soils. Where no prior farming experience is available, as occurs in the case of many areas proposed for land development programmes, the soil scientist has to be particularly careful when interpreting his soil data. Not only does he have to understand well the dynamic status of the natural, unimproved soil system, but he has to be able to forecast with accuracy the probable result of human manipulation of this system.

In the past, when population pressures and hungry mouths were of less concern in the world, land development advanced by a slow process of trial and error resulting in the evolution of systems of soil management that were highly effective for their purpose. Cultivation of certain crops in the deserts of Northern Chile by means of "canchiones", and the irrigated terraces of the Andean slopes are extreme examples of the ingenuity of man in overcoming very difficult soil conditions: these techniques have become obsolete today, not because they were ineffective but because time and human labour have come to have new values. Today the pressure to find solutions to soil management problems is far greater, and is biased in favour of mass activity supported by machinery: there is no time or money to waste in slow trial and error.

Conversion of a natural plant cover to one of greater use for human needs involves altering the dynamic status of the soil system. The degree of success or permanence of the operation will depend largely on the way in which the desired

(1) A description of these subregions will be prepared by Ing. M. Brambila of Mexico.

changes match with the natural soil processes; some can be adapted with relative ease, while others are virtually impossible to modify, or the treatment required to ensure modification may be too costly. For example, exploitation of the high level of plant nutrients in many of the soils of the Bolivian altiplano is beyond our reach unless we are to be content with only a very limited range of crops specially adapted to the rigorous environmental conditions of the soils. Or, again, agricultural development of the Chaco lowlands requires costly resculpturing of the micro-relief, with regional planning for irrigation and drainage, before the natural processes of salt accumulation and clay movement (illimerization) can be effectively controlled. In the Chaco, the prospective farmer has to contend with intense seasonal argillization, illimerization and clay pan formation, alternating extremes of reduction and oxidation, salinization, rapid mineralization of organic matter, and many other processes that virtually restrict a poor man to a pastoral way of life employing the natural vegetation, and capable of improvement mainly through the introduction and dissemination of new and better edible browse plants.

Over much of Latin America there is a widespread deficiency of soil moisture, sometimes lasting for several years at a time in the case of desert soils, or for a large part of every year (with an occasional succession of severe drought years) in the case of soils in semi-arid regions, or for a small part of every year in the case of many soils in subhumid regions. In these soils, permanent agriculture requires adequate supplies of water of good quality for irrigation but when irrigation is contrived soils under irrigation are usually found to react very differently in the different regions. In the primitive and saline desert soils of Northern Chile, the added water must be relatively free of soluble salts, must be able to penetrate deeply, and capillary return must be discouraged vigorously. Usually these conditions cannot be met economically, but they are needed to prevent a rapid build-up of a saline crust at the soil surface. In some areas it has been found necessary to prepare the soil before irrigation by arranging a layer of coarse gravel below the main rooting horizon to impede the upward movement of soluble salts. Under less extreme desert conditions, irrigation is difficult to manage in very coarse textured and very fine textured soils, but becomes easier to control in medium textured soils, especially if the silt content is fairly high. The purity of water is important but not essential in soils of favourable texture. In an ideally matched system of soil management on these soils, the quantity of carbon dioxide exhaled by the crop root system and the associated micro-organisms should be capable of effecting partial neutralization of the tendency for the irrigated soils to become more alkaline as the result of accelerated argillization and the release of cations from soil minerals. The introduction of water at regular intervals into the desert soil system inevitably brings about acceleration of the chemical and biological weathering processes. In addition to the release of sodium, potassium, and other cations, it also produces additional inorganic colloidal material which helps to build up the moisture-holding capacity of the soil. In Latin America, where many desert soils contain a high proportion of volcanic glass, the argillization process yields initially some amorphous clay, including allophane, which may cause some depression of crop yields due to a decreased availability of phosphate in the soil. Where relatively acid spring waters are used in irrigation, as in the Lluta River of Northern Chile, argillization processes may become extremely active. Accelerated argillization resulting from irrigation is less marked in the cooler desert soils of Patagonia.

Drainage is always important in fine and medium textured soils subject to irrigation, even in desertic regions, but its importance increases ever more in the soils of semi-arid and subhumid regions where the natural soil process includes seasonally strong argillization followed by translocation of this clay downwards, blocking many of the subsoil pores and structural fissures. Maintenance of soil aeration and percolation of water through the soil involves much more than the laying of drains in the subsoil. The farmer is faced with the need to promote efficient infiltration through crop rotation, incorporation of organic residues or mulching, and to extend the influence of these ameliorating techniques as far into the soil as possible.

This is also important in most non-irrigated semi-arid tropical soils, where the external environment in terms of total annual rainfall is not unduly dry, but where the internal (soil) environment is much drier because a part of the rainfall does not enter the soil owing to collapse of surface soil structure and the development of a weak but impacted superficial crust. By maintaining a good surface tith with fine aggregates strongly bound by organic compounds, entry of rainwater is ensured and the maximum recharge of the soil system can be effected. In non-irrigated soils, this is necessary to counter not only the unequal seasonal distribution of the rainfall, but also to minimize the eccentricity of rainfall from one year to the next. Under these conditions, a supply of residual water stored in the subsoil may have greater significance in crop production than any fertilizer treatment. To conserve residual water supplies in the soil, farmers are well-advised to select quick-maturing strains of crop plants for inclusion in their crop rotation planning, because such plants make less demand on the available water held in the soil.

In soil where moisture is not a major limiting factor for plant growth, soil temperature and aeration assume increased importance. Soil temperature, in particular, affects the rate of decomposition of soil minerals and their conversion to nutrients available to plants. Aeration is important to their rate of uptake by plants not especially adapted for anaerobic conditions. "Soil fertility" as applied to these soils can often be equated with matching the rate of conversion of soil mineral compounds to available plant nutrients against the rate of crop growth, leaving a minimum of nutrient elements over to be lost by leaching. High crop yields are usually assured where the soils have an inherited high reserve of mineral nutrients, a high rate of conversion to available nutrients and adequate aeration and root range to support a high rate of plant growth. In nature, this desirable combination of factors is seldom found because the very conditions that are best for the vigorous expansion and multiplication of plant tissues are also those in which soil wasting processes are most active. Plant growth is exceptionally vigorous in the humid tropical environment, but many plant communities are living mainly on the fertility incorporated in their own organic cycle with a minimal contribution of nutrients from the inorganic fraction of the soil which, over the years, has lost most of its nutrient supply through progressive chemical weathering and leaching. Almost all the older soils of the humid tropics are so impoverished; to a large degree their supply of nutrients for plant growth now resides in the plant residues that are returned to the surface of the soil from the vegetation. By contrast, in the humid temperate region, many soils still have a good reserve of unconverted mineral nutrient compounds; their natural vegetation can be destroyed and the natural cycle disrupted without greatly damaging the future supply of plant nutrients in the soil. The inauguration of farming on

these soils is an easier and a less critical operation than in the humid tropics where tampering with the natural soil system can bring about great loss of plant nutrients. This is why the grasslands of the Argentinian pampas region have proved to be so valuable a farming asset in comparison with the majority of tropical soils. In the humid temperate regions, availability of plant nutrients is often closely related with soil temperature and the amount of rainwater percolating through the soil; it is only in the colder temperate environments where plant residues accumulate at the soil surface and acidify the percolating rainwater that this relationship becomes distorted.

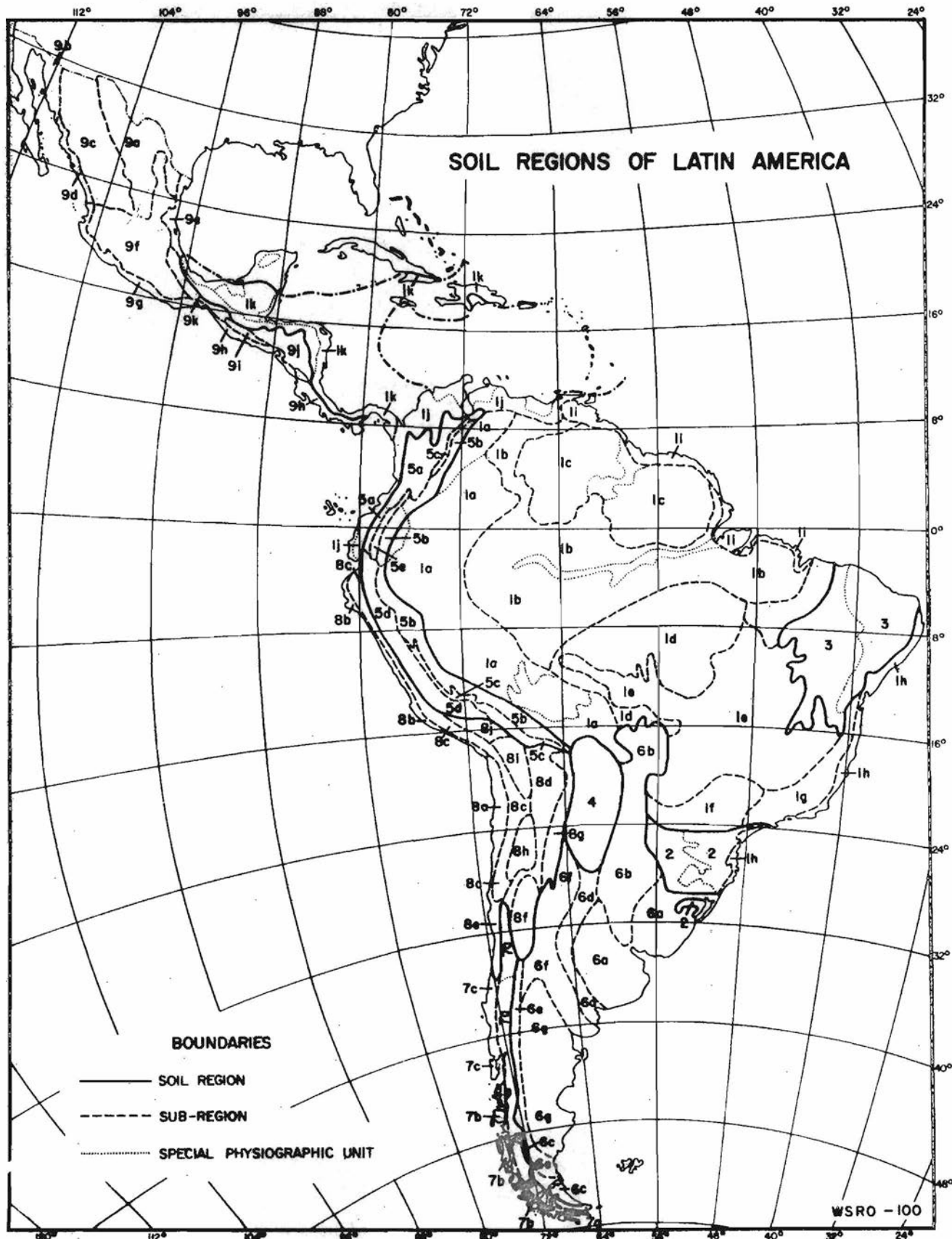
It is no accident that much of the yet unfarmed land in Latin America lies within the humid tropics, for here are to be found the soils where failure to understand the dynamic nature of the soil system brings swift disaster. The whole history of man's penetration of these regions has been chequered by high hopes followed by failure, and those who have remained have often chosen to emulate the shifting cultivation system of the indigenous farmers. Few indeed are the examples of successful, efficient and permanent agricultural industry established in the humid tropics, and most of these are concerned with special crops or especially favourable soils.

The main problem facing the farmer entering the humid tropics is to adapt the natural organic régime of the soil to his own ends. If he removes suddenly the standing forest, burns the trash and clears the stumps, and bares the soil surface to the hot tropical sun while preparing his machinery before sowing his first crop, the first harvest is often poor and subsequent harvests are worse. This attack is too abrupt, and the nature of the soil has changed markedly in the space of a few months. In some soils the major change has been the loss in plant nutrients; in some, there have been important structural changes, while others change in aeration, water-holding capacity or other aspects. The fine balance of the component parts of the soil process has been thrown into disarray. By contrast, the farmer who approaches the virgin forest with a gentle hand, attempting to do no more than thin the canopy to introduce a tree crop of his choice in place of the original forest trees, finds little difficulty in establishing (by slow degrees) a farm that will endure. The soils remain virtually unchanged and gradually a new organic régime supplants the old one, without significant loss of fertility. A similar, but more drastic, transformation can be made from forest to pasture if the farmer is content to tackle an acre or two at a time, cutting down the forest but leaving the trash and stumps to rot, and assisting his livestock to control the inevitable forest regrowth by cutting down suckers and saplings. In the early years, climbing legumes (such as kudzu) are of more value than grasses, but eventually good grass pastures can be achieved with but little diminution in the fertility status of the soil. If the natural forest is cut, and the ground cleared and cropped before the pasture is sown, the resulting pastures are usually of poor quality and the soils have become markedly impoverished by the time a complete grass cover is attained. Unfortunately, most farmers in the humid tropics are not in a financial position to wait the five to ten years necessary before any substantial farm returns are available under the slow and gentle method of moulding the soil to its new life. At best, some compromise has to be attempted. Often this can be achieved by concentrating the growing of essential annual food crops on a small area of alluvial or colluvial soil where there is still some reserve of plant nutrients in the inorganic fraction of the soil, and by building the farm economy initially on relatively quick growing crops like bananas and plantains.

The action most to be avoided is large-scale clearance and long exposure of the forest soil to the sun and rain before a permanent agricultural cover is established. Where land clearing is carried out by bulldozers, the natural topsoil is inevitably disturbed, exposing the relatively infertile subsoil as an unhappy medium to begin farming on.

The problem of establishing a farm in the humid tropics can thus be formidable, especially where a new agricultural settlement involving wide land clearance is envisaged. Machines and fertilizers in abundance can sometimes achieve the objective, but trained operators, easily taught farmers and readily available supplies of fertilizers are less easily found. Fortunately, most landscapes in the humid tropics include some soils in which the drift régime is sufficiently active to counterbalance the activity of the wasting régime - alluvial soils, colluvial soils along the foot of steep slopes, some hill soils, and soils subject to occasional deposition of fresh volcanic ash. The latter are particularly valuable soils and are relatively easy to farm in many different ways. Hill soils and colluvial soils along the hill-foot can be relatively easily farmed under tree crops and pasture but there is an ever-present danger of accelerated erosion with these soils. Alluvial soils are probably the most popular soils in the humid tropics for major agricultural industries, but they are liable to occasional flooding and access road construction is often difficult owing to great scarcity of hard rock or gravel for ballasting roads.

Finally, passing the whole picture of Latin American soil resources in review, it is clear that the greatest increases in agricultural production may be expected from more intensive utilization of the humid temperate zone soils rather than new agricultural endeavour on the soils of the humid tropics, and from more efficient use of water for irrigation on the soils of the semi-arid and subhumid regions, rather than from making available new water supplies to desertic regions and deserts. Unfortunately, this focused attention strongly on the soils that were pre-empted soon after the arrival of the Spanish conquerors and proposals for a more equitable and efficient use of land and water must invariably clash with the established traditional pattern of land use. Many Latin American countries are now introducing agricultural reforms to resolve their economic, social and demographic problems; it is likely that these will have their greatest effect when they are aimed firmly at the old established farming districts, where the hope of increasing production is far greater than in most newly opened agricultural settlements where the soil resources are of lower potential.





UNESCO/CASTALA/2.1.3
Fecha: 20 agosto 1965
Original: Español

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA

CONFERENCIA SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGIA AL DESARROLLO DE AMERICA LATINA
(CASTALA)

organizada por la UNESCO en cooperación
con la Comisión Económica para América Latina
(Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965)

LA GEOLOGIA Y LA MINERALOGEMETICA EN AMERICA LATINA

preparado para la CEPAL por
Carlos Ruiz Fuller, Consultor

Nota: Este texto es preliminar y está sujeto a cambios de fondo y forma

Indice

	<u>Página</u>
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCION	2
3. MAPAS GEOLOGICOS	3
3.1 Sudamérica	3
3.2 México	5
3.3 Centroamérica	5
4. MAPAS TECTONICOS Y METALOGENICOS	5
5. PROYECTOS	6
5.1 Región de los Andes del Ecuador y del norte del Perú	7
5.2 Región de los Andes orientales de Bolivia y Argentina	8
5.3 Región del Norte de Chile y Sur del Perú	8
5.4 Región de los Andes de Chile y la Argentina	8
5.5 Región de Centroamérica	8
6. SERVICIOS GEOLOGICOS	8
7. RECOMENDACIONES	9

LA GEOLOGIA Y LA MINERALOGENETICA EN AMERICA LATINA

1. RESUMEN

En América Latina existe desequilibrio entre el desarrollo de la minería y el de la geología. En los países tradicionalmente mineros la minería ha ido siempre por delante de la geología; en los no mineros, la geología, salvo raras excepciones, es muy pobre y los mapas geológicos adecuados al trabajo minero, es decir con escalas superiores a 1: 1 000 000, comprenden en conjunto solamente 5 por ciento de la superficie de América del Sur y un porcentaje aún inferior, del orden del 1 por ciento, de América Central y México.

Los mapas metalogénicos y tectónicos, presentan una situación aún peor. En la Conferencia de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, celebrada en París en 1962, se destacó la pobreza de mapas de América Latina. Consecuencia de esa reunión y de múltiples esfuerzos posteriores, fue la confección de un Mapa Geológico del continente sudamericano a escala 1: 5 000 000 que está actualmente en edición. No obstante, casi nada se ha avanzado en metalogenia ni en tectónica. La "conciencia minera" está bien desarrollada, en cambio la "conciencia geológica" o no existe o sólo empieza a despertar en algunos países. Se requiere un nuevo impulso que resulte en el necesario intercambio de datos geológicos en la formulación de proyectos coordinados de asistencia técnica internacional. Una revisión de los departamentos vinculados con la geología y la minería aparece, en algunos casos, necesaria a fin de realizar una labor de unificación administrativa que permita elaborar estadísticas e inventarios y clasificar debidamente mapas y publicaciones.

2. INTRODUCCION

Desde los más remotos tiempos de la existencia del hombre sobre la tierra, la minería existe como una de las primeras manifestaciones de la aplicación de la inteligencia humana. En rigor, minero puede considerarse quien primero distinguió y apreció el filo y la dureza del sílex, o las propiedades colorantes de ciertas tierras y supo luego buscar y explotar dichas substancias. Una vez nacida la minería, ésta siguió su irresistible avance arrastrada por la necesidad de satisfacer las demandas cada vez más apremiantes de una civilización en marcha. De los metales entonces "estratégicos" (cobre, bronce y hierro) se pasó a los preciosos y ornamentales hasta llegar, más tarde, a los de tipo industrial. Actualmente, la minería ha puesto a disposición de la humanidad la más formidable fuente de energía conocida hasta hoy, la atómica. Y esta misma fuerza puede abrir mañana horizontes insospechados en cuanto a utilización de nuevos minerales o aplicación de nuevos métodos de explotación.

/Fueron necesarios

Fueron necesarios milenios para que la avidez minera fuera juntando datos hasta obtener un confuso mosaico del cual podían desprenderse ciertas reglas prácticas, ciertas leyes. Nace así la Metalogenia, cuyas conclusiones se aplican para orientar la búsqueda de más yacimientos, de más minas, de más riquezas.

Solamente después nace la geología como ciencia pura. Para ello tuvo que esperar hasta desprenderse de los objetivos eminentemente prácticos buscados por sus antecesores - la minería y la metalogenia - y, reuniendo los datos científicos ya obtenidos, estudiar edades, formaciones características y amplias estructuras tectónicas.

A medida que la minería fue desarrollándose, a medida que la rapaz prospección del "buscador minero" fue agotando los fáciles afloramientos, fue cundiendo paulatinamente el interés despertado por la geología. Al hacerse cada vez más difícil el hallazgo de nuevos yacimientos se acudió a la tectónica, la paleontología y a la delimitación, por provincias y épocas metalogénicas, de las zonas mineralizadas. Los nuevos métodos de prospección que permiten localizar depósitos minerales recubiertos por capas estériles o por vegetaciones de acceso defícil al hombre se impusieron en época reciente, ampliando horizontes y ahorrando tiempo. Como final de esta evolución hoy nos encontramos con una reversión total del ciclo. Así como durante siglos la minería precedió, y todavía precede en algunos países, a la geología, hoy esta ciencia va por delante abriendo paso y despejando el camino, cada vez más aleatorio y costoso de la minería.

Este breve esbozo histórico es necesario para poder comprender mejor la situación, llamémosla "geológica", de América Latina.

En países desarrollados, la minería y la geología se funden en un todo y ambas ciencias, van perdiendo importancia desde el punto de vista minero y van cediendo el paso a la ciencia del beneficio de minerales cuyo perfeccionamiento constituye ya la única posibilidad de obtener rendimiento económico de yacimientos sobradamente conocidos geológicamente.

En cuanto a otros países jóvenes, en vías de desarrollo, la ayuda técnica internacional los encauzó desde un principio hacia una estructuración fundamental que cuenta con la geología como base de su posterior desarrollo minero y con los más modernos métodos de exploración como instrumentos normales de trabajo.

Pero el caso de América Latina es distinto. Su riqueza minera ha entrado hace tiempo en la leyenda. Sin embargo resulta casi increíble que junto a fabulosos yacimientos, viejos de 400 años, y en los que es necesario utilizar las más depuradas técnicas modernas de beneficio, existen enormes zonas y hasta países enteros, que reclaman la más elemental de las preparaciones geológicas. Señalar con puntos en América Latina el emplazamiento de sus minas equivale, generalmente, a señalar las áreas donde a veces, no siempre, pueden existir estudios geológicos. En muchos países se está todavía en el primer período del viejo ciclo, la minería primero, después, nada, o casi nada.

Es cierto que desde el punto de vista del desarrollo de un país - punto de vista minero - la geología se justifica sólo en tanto pueda producir resultados prácticos. Sin embargo, así como no se concibe hoy el desarrollo económico de un país sin la planificación de sus estructuras básicas, tampoco puede concebirse, como parte de ese plan, un desarrollo de sus recursos mineros sin una previa preparación geológica que, mediante la aplicación de las técnicas modernas de levantamiento de planos y de prospección, abra horizontes a la minería y permita la necesaria evaluación de las reservas minerales del país como base indispensable para determinar la política minera y los planes de producción que deberán formularse.

Lo que se intenta decir, en resumen, es que así como la "conciencia minera" está profundamente desarrollada en los países de América Latina, en muchos pueblos y, lo que es más grave, en muchos de los gobiernos de esas repúblicas no existe, en cambio, una "conciencia geológica". Se cita como una de las excepciones que confirman la regla el caso del Brasil país en el que, precisamente por no estar considerado como tradicionalmente minero, la geología ha abierto casi siempre el camino a la minería.

3. MAPAS GEOLOGICOS

La gravedad de la situación en cuanto a mapas geológicos quedó bien patente en la reunión de la Comisión de la Carta Geológica del Mundo, celebrada en París en diciembre de 1962. En ella quedó en evidencia que el continente sudamericano es, prácticamente, el único que no cuenta con un Mapa Geológico fundamental a escala 1:5 000 000. El Africa, gracias a la Asociación de Servicios Geológicos Africanos y Asia Sudoriental y a la actividad de ECAFE, había en dicha fecha terminado, prácticamente, la compilación de sus Mapas Geológicos a dicha escala.

Para paliar la enorme deficiencia de América Latina se designó al Brasil como país coordinador del proyecto para producir el Mapa Geológico Continental a escala 1:5 000 000. Con la colaboración de la UNESCO se realizaron reuniones en diversos países y, finalmente, en la reunión del Congreso Geológico Internacional, celebrado en Nueva Delhi en diciembre de 1964, se presentó una primera prueba, a color, del Mapa Geológico de Sudamérica que debe publicarse en 1965.

Como el desarrollo de un país, desde el punto de vista geológico, queda claramente expresado por sus mapas, se examina la situación en América Latina descomponiéndola en tres partes.

3.1 Sudamérica - (Anexo mapa N° 1)

Sólo 5 por ciento, aproximadamente, del territorio sudamericano ha sido levantado geológicamente a escalas superiores al 1:1 000 000. El resto se ha incluido en mapas nacionales a escalas de 1:1 000 000 a 1:5 000 000 que contienen sólo informaciones muy generales.

Para tener una imagen más clara de la situación es necesario dividir el continente en dos partes:

- a) Area andina
- b) Resto del continente formado por el Escudo Precámbrico y las regiones de plataforma

a) Area andina. Es el área más intensamente mineralizada, especialmente entre las latitudes 6° y 36° Sur. Sus diversos y ricos yacimientos, bien conocidos de todo el mundo, originaron la producción de mapas geológicos de escala intermedia. Sin embargo, en el Ecuador se carece totalmente de ellos y grandes extensiones del Perú, de Bolivia y del Norte de la Argentina no tienen la cobertura geológica apropiada. En cambio, en las zonas colombiana y venezolana del área andina existe una satisfactoria colección de mapas geológicos de escala intermedia a base de los cuales se puede trabajar. Cabe señalar los esfuerzos de Chile y el Perú, países que han establecido vastos programas nacionales de cartas geológicas a escala 1:100 000 con los que, en unos años más, se podrá cubrir la correspondiente área andina. Menos ambiciosos son los programas fijados por Bolivia y Argentina.

b) Areas del escudo y plataforma. Estas regiones son las más atrasadas en cuanto a geología. En las regiones orientales de Venezuela y Las Guayanas así como en el Uruguay, la cobertura geológica es bastante satisfactoria y existen mapas geológicos de escalas grande e intermedia. En cambio, enormes extensiones del Brasil, de Bolivia oriental y todo el Paraguay carecen de información geológica medianamente fidedigna.

En el caso del Brasil, su extensa superficie y las condiciones climáticas y de vegetación de gran parte de su territorio hacen muy difícil la labor geológica. La Dirección Nacional de Producción Minera está desarrollando un programa de levantamiento geológico de cartas, pero sólo en dos regiones. Una, la región Nordeste, cuyas condiciones naturales se prestan fácilmente a la interpretación fotogeológica y en la que ya se han producido 24 cartas a escala 1:250 000 por el sistema de fotogeología. La segunda región, es la del llamado cuadrilátero ferrífero de Minas Gerais de la cual existe un mapa general a escala 1:200 000 que cubre 7 000 km², descompuesto en 50 hojas a escala 1:25 000 de las que hay 7 ya publicadas. Además, el gobierno del Brasil, dando prueba de su inquietud geológica, ha previsto en su nuevo Plan Decenal para Desarrollo Minero, 1965-1974 la confección de un mapa geológico de todo el país a escala 1:1 000 000 descompuesto en 46 cartas. Se estima que ese trabajo demorará 2 años y se ha previsto un presupuesto global de 2 760 millones de crucesos, equivalente a unos 1,4 millones de dólares. Para una segunda etapa de prospección a escalas 1:250 000 a 1:50 000 se destinan 7 580 millones de crucesos, equivalente a 4 millones de dólares.

3.2 México

En lo que se refiere a México, uno de los países más extensos de América Latina, la proporción del levantamiento geológico a escala mayor a 1:1 000 000 es todavía menor que en Sudamérica y alcanza sólo al 0,75 por ciento de su superficie. Existe, es cierto, un proyecto de cobertura a escala 1:100 000 cuyas enormes dificultades técnicas y financieras impiden que este necesario programa vaya a la par con el desarrollo industrial del país.

3.3 Centroamérica

La situación es la misma que en México. Los mapas geológicos son escasos y esquemáticos y los programas geológicos no encuentran una acogida que permita su fácil desarrollo.

4. MAPAS TECTONICOS Y METALOGENICOS

Si bien puede considerarse un gran éxito el haber llegado satisfactoriamente, en cuanto a colaboraciones nacionales y tiempo empleado, a la confección del primer mapa geológico continental a escala 1:5 000 000 no puede decirse lo mismo de las etapas subsiguientes, vale decir, la confección de mapas tectónico y metalogénico. El interés despertado en la conferencia de París ha menguado considerablemente y sólo el Brasil, Chile y la Argentina realizan esfuerzos para el levantamiento del mapa tectónico. Las dificultades presupuestarias, la carencia de técnicos y de departamentos ministeriales competentes, la falta de medios y de autoridad para recoger información de organismos públicos y de compañías privadas, son otros tantos obstáculos para la realización de esos programas.

En cuanto al mapa metalogénico, la vicepresidencia de la subcomisión creada para su levantamiento correspondió a Chile, que es el único país que avanza en esta materia. A pesar de ello, y en vista de las dificultades surgidas en su cometido, Chile sugirió a la Comisión del Mapa Geológico Mundial acudir a un organismo de cooperación internacional a fin de que, con su alta autoridad se dirija a los gobiernos de América Latina en demanda de los datos necesarios y de que patrocine la creación de grupos regionales de trabajo para fomentar el levantamiento de mapas metalogénicos nacionales como base imprescindible al mapa continental.

Por encargo de la CEPAL, la Dirección del Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile, realizó un primer esbozo de un mapa metalogénico de Sudamérica a escala 1:5 000 000. En tamaño reducido a escala aproximada 1:25 000 000, y por lo tanto imperfecto, figura como anexo N° 2. En ese esbozo metalogénico, en el que se recogen los resultados de diversos estudios y aparecen los principales yacimientos conocidos, se revelan ya, con toda claridad, algunas importantes provincias mineralogénicas, perfectamente diferenciadas, en la zona de los Andes. Merced a ese trabajo puede

observarse que la mineralización conocida hasta hoy se concentra principalmente, en el sistema andino, en forma de fajas longitudinales que corren paralelamente a la Cordillera de los Andes y constituyen la fuente más importante de minerales no férricos del continente.

En total, en Sudamérica occidental, unas doce provincias aparecen diferenciadas. Haciendo referencia sólo a las más importantes, en el sector andino, se presentan las siguientes:

- a) Mineralizaciones de plomo y zinc en el sistema paleozoico inferior;
- b) Yacimientos de plata, estaño, antimonio y tungsteno, también en el sistema paleozoico;
- c) Yacimientos de cobre, principalmente porfiricos, del meso y cenozoico; y
- d) Yacimientos de hierro, igualmente del mesocenoico, en fajas próximas a la costa en Chile y el Perú.

En esas últimas dos zonas aparecen también, irregularmente, mineralizaciones de molibdeno, oro, manganeso, plomo y zinc que llegan, por los datos actualmente conocidos, hasta el paralelo 38° Sur.

En el escudo precámbrico de Venezuela y el Brasil parece existir una cierta "monotonía"; la mineralización parece más dispersa y sigue la regla de "o mucho o nada". Así, aparecen enormes depósitos de mineral de hierro de origen sedimentario que no tienen aparentemente conexión entre sí ni muestran una distribución por fajas como en los Andes. Lo mismo ocurre con los grandes depósitos de manganeso, principalmente brasileños e igualmente de origen sedimentario. Esporádicamente, otras mineralizaciones con berilo, tungsteno, estaño, cobre, mica y tierras raras están íntimamente unidos con afloramientos de rocas ígneas intrusivas.

Y, por último, en el área de plataforma, la mineralización se presenta en las Guayanas en forma de yacimientos de bauxita, formados en un proceso de laterización de rocas primitivas.

5. PROYECTOS

Los proyectos de investigación minera que se someten a la consideración de los organismos de asistencia internacional no tienen, en general, coordinación nacional ni mucho menos regional y continental. Suelen nacer de la necesidad de hacer la prospección de ciertas áreas, más o menos conocidas ya, en las que se supone existen razonables promesas de nuevos yacimientos o posibilidad de ampliar los antiguos. En dichas áreas suele existir una cierta preparación de base geológica que constituye la contribución más sustancial al proyecto de los respectivos gobiernos. Pero esas

/Áreas son

áreas son dispersas y limitadas en número y extensión. Las demás zonas de los países en cuestión carecen de la cobertura geológica apropiada y, acentuando además este problema, los organismos internacionales se resisten, dada su índole práctica, a proporcionar ayuda para la infra-estructura geológica de los proyectos y opinan que esta materia debe reservarse a la iniciativa de los gobiernos como demostración de su interés y de su buena voluntad.

En algunos casos, los resultados del proyecto desarrollado permanecen aislados sin tener dónde incorporarse debido a que falta la previa estructura que debiera recibirlos conforme a una política minera pre-establecida.

En algunos países de América Latina se han realizado - o están en realización - proyectos de prospección geológico-minera con la colaboración de organismos de asistencia técnica internacional. Destaca por encima de todos la ayuda prestada por el Fondo Especial de las Naciones Unidas que totaliza 14 proyectos en el campo de los minerales. La necesidad de desarrollar un programa coordinado de prospección queda subrayada con los resultados obtenidos en el proyecto del Fondo Especial en el Desierto de Atacama (Chile) y su extensión, con un proyecto adicional, hacia el sur, en la provincia de Coquimbo. La confrontación de esos proyectos con el que está en ejecución en la vertiente oriental de la Cordillera, provincias de Mendoza y Neuquén (Argentina) podría servir para establecer criterios claros sobre la formación andina.

Para el desarrollo de la geología en América Latina es fundamental que los resultados estratigráficos, tectónicos y mineralogénicos tengan un común denominador que no sólo sea el lenguaje. Es necesario, para ello, intercambiar los datos obtenidos, racionalizar los métodos de exploración, ensamblar unas con otras las estructuras obtenidas, y unificar, incluso, los signos y colores de los mapas. Esto, en pocas palabras, supone la necesidad de una mayor colaboración entre países limítrofes.

Como, además, las estructuras geológicas y las formaciones mineralizadas no reconocen fronteras, se hace cada vez más evidente la necesidad de realizar estudios y prospecciones por zonas de interés mineralógico que, al abarcar seguramente más de un país, obligarían a acudir a la asistencia técnica internacional, proponiendo proyectos regionales y no por países. En este orden de ideas podríamos señalar por el momento como zonas más interesantes, para proponer proyectos regionales, las siguientes:

5.1 Región de los Andes del Ecuador y del norte del Perú

Esta región, extendida entre los paralelos 0° y 10° Sur de la región andina, abarca un área poco estudiada desde el punto de vista minero. Sin embargo, las indicaciones conocidas de mineralización son bastante prometedoras, sobre todo en el Perú. La escasez, en gran parte de esta región, de cobertura geológica adecuada y hasta de mapas topográficos detallados es notoria.

5.2 Región de los Andes orientales de Bolivia y Argentina

Esta región, extendida entre los paralelos 18° y 26° Sur, abarca los Andes orientales del sur de Bolivia y del noroeste argentino. Esta región se sabe que está altamente mineralizada con estaño, plomo, plata y uranio. Importantes yacimientos están ya reconocidos y explotados, pero queda aún mucho por reconocer.

5.3 Región del Norte de Chile y Sur del Perú

La correlación de los yacimientos, principalmente cupríferos, de ambos países es evidente. La demostración de su continuidad podría ser objetivo suficiente para un estudio regional.

5.4 Región de los Andes de Chile y la Argentina

Esta región abarca la zona andina de ambos países comprendida entre los paralelos 28° y 40° Sur. Geológicamente es una de las mejores conocidas de América Latina, tanto por la parte chilena como argentina. Además, ella es objeto de los proyectos del Fondo Especial de Atacama y Coquimbo, por el lado de Chile y el de Mendoza por parte de Argentina. El interés despertado por los resultados de esos proyectos obliga a pensar en la conveniencia de un estudio mineralogénico de conjunto con la colaboración de ambos gobiernos y de la asistencia internacional.

5.5 Región de Centroamérica

Esta región abarca los siete países de América Central cuya integración económica está en vías de realizarse. Los objetivos geológicos y metalogénicos son los mismos y al estudiarlos en conjunto se realizaría un paso fundamental hacia el desarrollo económico integral de esa región. La carencia casi total de cobertura geológica hace pensar en la conveniencia de crear un servicio geológico mancomunado con la asistencia técnica internacional.

6. SERVICIOS GEOLÓGICOS

El presente examen de la situación geológica de América Latina nos induce a considerar mediante qué organismos los gobiernos desarrollan su política minera y geológica.

Lo ideal sería un servicio geológico nacional que agrupara todos los estudios conducentes al desarrollo de los recursos naturales en minerales y aguas subterráneas con que cuenta el país. Aunque esa organización existe como sólida unidad en algunos países, en otros, está dispersa y sus funciones están repartidas entre diversos organismos, lo que hace muy difícil su coordinación.

En algunos, la falta de medios y de técnica la hace inadecuada a la misión que debe desarrollar y por último, en algunos otros casos, su falta de autonomía y de autoridad para recoger y unificar informes públicos y privados constituyen otras tantas trabas para su normal eficacia.

/Los requisitos

Los requisitos para el adecuado rendimiento de todo servicio geológico nacional son:

- a) Deberá ser un organismo único, permanente, apolítico y con cierta autonomía económica;
- b) Deberá centralizar toda información geológica procedente de fuentes tanto internacionales como nacionales, públicas y privadas. Para ello deberá contar con la adecuada legislación que obligue a todo investigador privado a transmitirle los resultados geológicos obtenidos siempre que ello no redunde en perjuicio de la lógica libertad comercial;
- c) Deberá estar conectada con los organismos internacionales de geología y asistencia técnica;
- d) Contará con una adecuada y clasificada biblioteca y mapoteca;
- e) Colaborará y prestará ayuda tanto a su gobierno como a las entidades privadas que presenten un plan adecuado de desarrollo minero.

7. RECOMENDACIONES

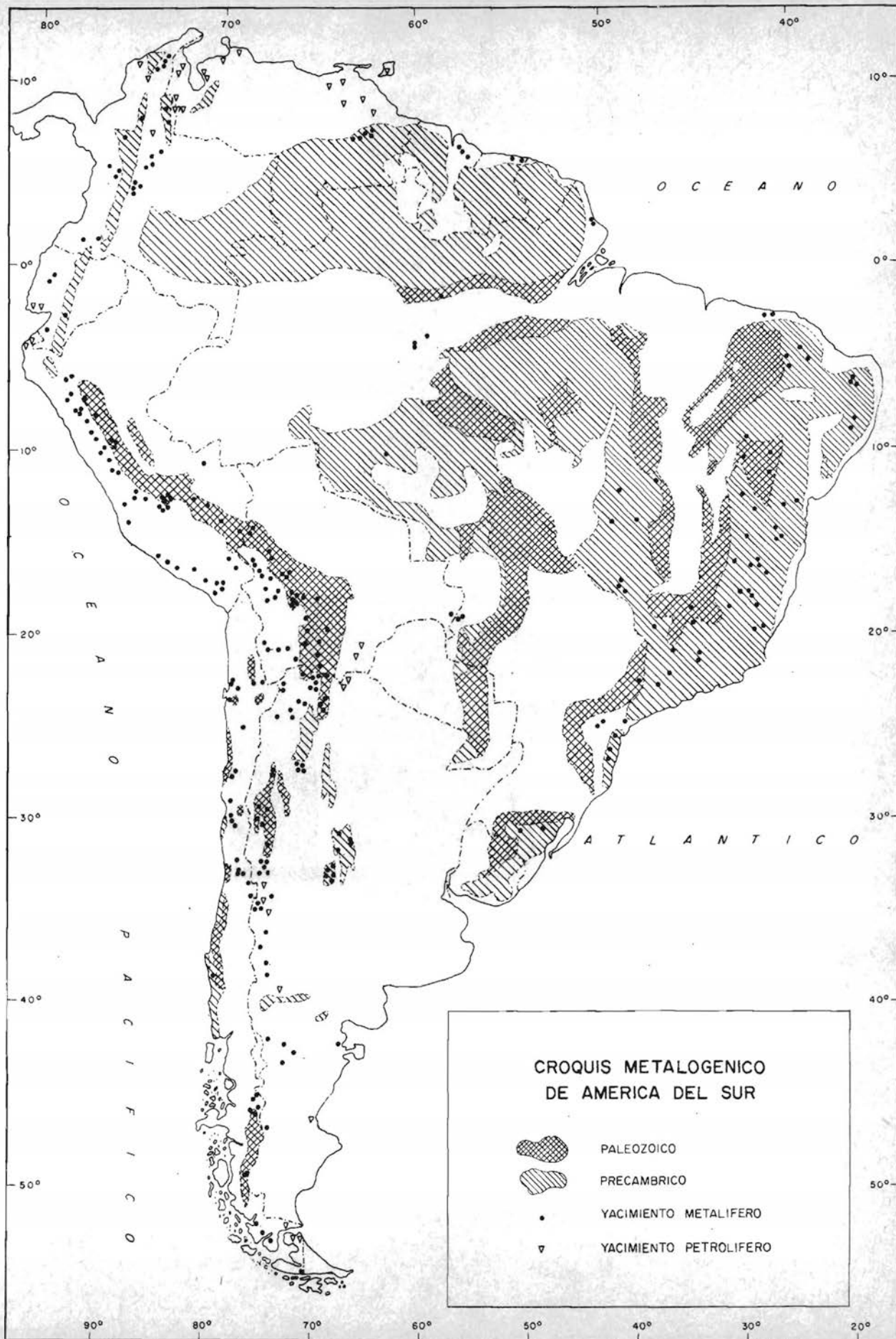
En resumen del precedente examen pueden deducirse las conclusiones siguientes:

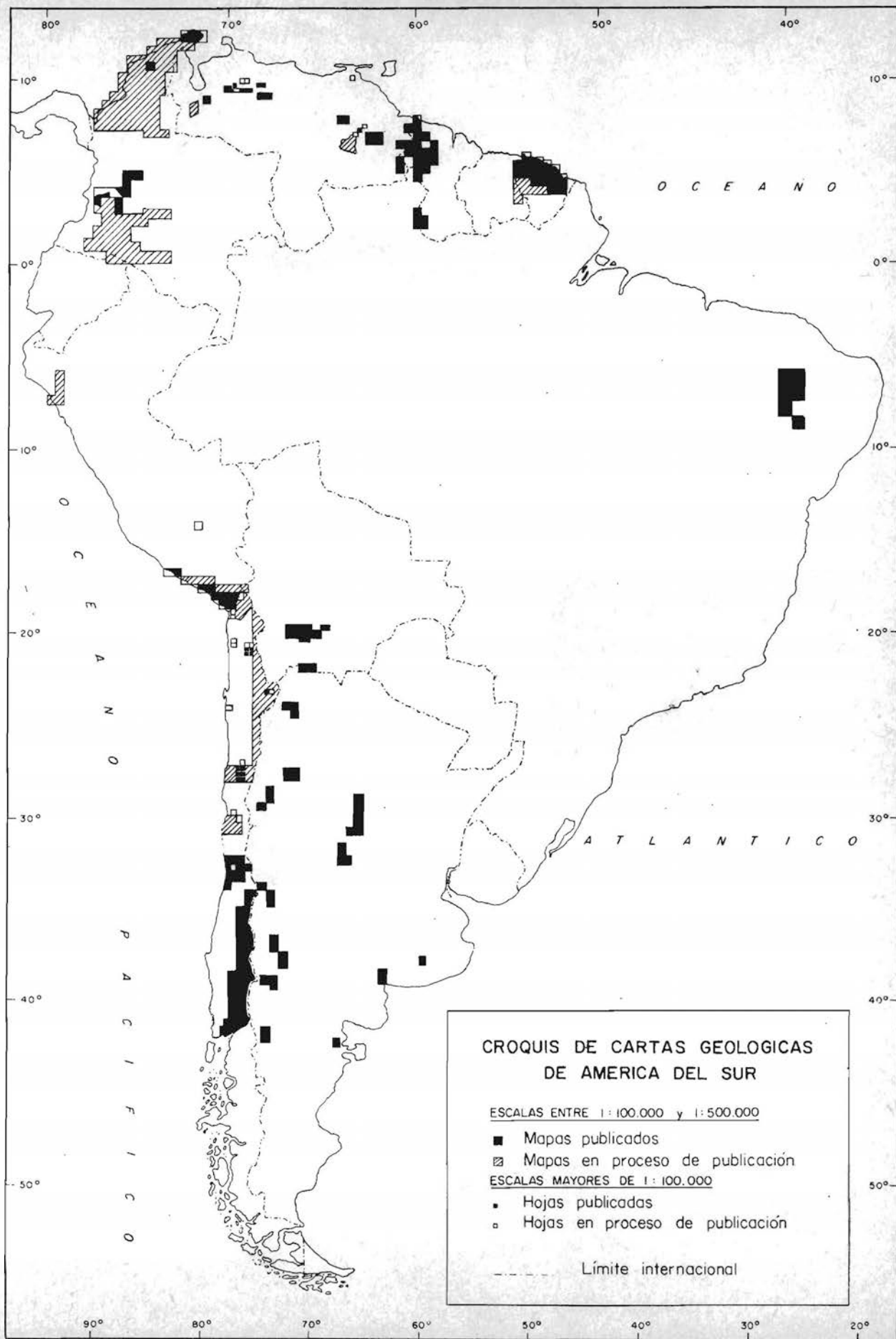
- a) Como base fundamental aparece necesario despertar la "conciencia geológica" de los países latinoamericanos. Mientras no se realice esta labor y no se oriente la opinión pública y la de los gobiernos respectivos, deben relegarse a un plano secundario la descripción y el ensayo de los nuevos métodos de investigación geológica y de prospección minera. Esa labor puede hacerse mediante conferencias, publicaciones, reuniones en el plano interregional o continental, etc.
- b) Simultáneamente debe hacerse un inventario, ordenado y clasificado por países y materias, de mapas, libros y estudios. Esos inventarios deberán publicarse y difundirse.
- c) Debería estudiarse, para someterla a la consideración de la asistencia técnica internacional, una serie de proyectos coordinados posiblemente interregionales. En esos proyectos deberá tenerse en cuenta - por encima de los intereses nacionales - la lógica integración de estructuras geológicas, el desarrollo de las zonas de interés mineralógico y la unificación de los métodos que se utilicen.

/d) Sería

d) Sería recomendable revisar la estructura de los departamentos ministeriales nacionales relacionados con la minería y la geología con objeto de proponer el tipo de institución más conveniente, partiendo de la base de que es necesaria la centralización en un organismo técnico, apolítico y único, de todos los servicios relacionados con la minería. En algunos casos ello daría lugar a la creación, con ayuda internacional, de apropiados institutos geológicos y centros de investigación minera.

e) Sería conveniente influir en la opinión pública latinoamericana de manera de mantener vivo en ella el espíritu de coordinación continental, en el campo de la geología. Ello podría lograrse mediante seminarios, reuniones interregionales y conferencias de expertos de alto nivel. Posiblemente, se sentiría más adelante la necesidad de crear una institución permanente incorporada al plan de integración latinoamericana.





UNESCO/CASTALA/2.1.4
12 de agosto de 1965
ORIGINAL: ESPAÑOL

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA EDUCACION, LA CIENCIA Y LA CULTURA

CONFERENCIA SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGIA AL DESARROLLO DE AMERICA LATINA
(CASTALA)

organizada por la UNESCO en cooperación
con la Comisión Económica para América Latina
(Santiago de Chile, 13 a 22 de setiembre de 1965)

DISPONIBILIDAD DE ALGUNOS RECURSOS NATURALES PARA
EL DESARROLLO ECONOMICO DE AMERICA LATINA
por la CEPAL

Nota: Este texto es preliminar y está sujeto a cambios de fondo y de forma.

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D. C.

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR
FROM: SAC, [illegible]

RE: [illegible]

[illegible]

[illegible]

1. RESUMEN

En los países latinoamericanos las actividades vinculadas con los recursos naturales se limitan casi exclusivamente a su extracción y transformación primaria. Estas representaban antes de la segunda guerra mundial algo menos de la mitad del producto bruto y desde entonces su participación ha ido en paulatino descenso, reduciéndose en la actualidad a un tercio de él aproximadamente. Por falta de base industrial pesada, los recursos naturales autóctonos no acompañan el desarrollo del sector, debiendo por ello importarse materiales intermedios.

Las exportaciones constan principalmente de materias primas en estado natural o en una etapa incipiente de transformación. En años recientes el valor de las exportaciones latinoamericanas se compone por partes iguales de productos agropecuarios en bruto (o poco elaborados) y de minerales, metales y petróleo. Por otra parte se observa un deterioro en la participación de la región en las exportaciones mundiales, no sólo por su posición frente a los países más industrializados, sino inclusive frente a nuevos productores de materias primas en otros continentes. Se comprueba la disminución relativa de los insumos materiales en la producción industrial por el progreso tecnológico y la aparición de sustitutos sintéticos.

Sin embargo y a pesar del deterioro de la relación de los precios del intercambio para América Latina, el producto de algunos sectores primarios ha crecido apreciablemente en las últimas décadas: minería, productos forestales y pesca.

No obstante la importancia que tienen en la región los recursos naturales el conocimiento que se tiene de ellos es muy deficiente tanto en sus aspectos físico-técnicos como en los económicos. La necesidad de introducir el planeamiento en el conocimiento y empleo de los mismos se aprecia mejor al plantear programas de desarrollo económico y social a largo plazo.

A pesar de las deficiencias en el conocimiento de los recursos se estima que América Latina tiene cuantiosas riquezas naturales, como por ejemplo una cuarta parte de las reservas forestales, de los minerales de hierro, y del potencial hidráulico mundial, una tercera parte de los minerales de cobre y una quinta parte de las reservas de bauxita en todo el mundo, por nombrar sólo algunos rubros.

Relacionando el volumen de las reservas de la región en algunos recursos y los niveles previsibles de exportaciones y consumo interno se pone en evidencia la necesidad de intensificar las prospecciones en determinados campos, empleando los métodos más avanzados que la ciencia y la técnica ofrecen en la actualidad.

2. GENERALIDADES

Los problemas vinculados con la explotación racional de los recursos naturales son múltiples y se desenvuelven en diferentes planos. En lo que sigue trataremos de circunscribir la discusión de los mismos a las fases que preceden la explotación propiamente dicha: yacimiento minero, obra hidráulica, extracción forestal o pesquera. En consecuencia, son los que competen más específicamente a la acción pública en ese terreno.

En forma muy somera interesa sobre todo analizar, por separado y en sus relaciones recíprocas, los siguientes aspectos, ligados a la explotación de esos recursos:

- 1) inventario y evaluación;
- 2) determinación de los insumos nacionales y exportaciones, estado actual y tendencias recientes;
- 3) estimación de las necesidades probables en relación a las metas del desarrollo económico;
- 4) incorporación de las diversas investigaciones en los campos respectivos, en todos los niveles del proceso de la planificación;
- 5) fijación de las prioridades (sectoriales y regionales);
- 6) evaluación de proyectos concretos dentro del esquema previsible del desarrollo;
- 7) financiamiento de esas investigaciones;
- 8) adecuación de la estructura administrativa a esas tareas y la necesaria coordinación.

En términos generales podrían identificarse las siguientes etapas, que pueden llevarse a cabo separadamente pero en estrecha conexión funcional:

1. Conocimiento básico, preliminar y general, distinto según el recurso y que podría ser de orden geológico, topográfico, mineralogenético, geomorfológico, climatológico, meteorológico, hidrológico y edafológico.
2. Conocimiento más específico y localizado, inclusive por yacimientos o zonas, y para diferentes recursos.
3. Evaluación económica comparada y alternativa de los conocimientos concretos obtenidos bajo 2.

El reconocimiento meramente técnico de los recursos es indudablemente insuficiente; en todos los casos será preciso pasar a la etapa de su evaluación económica, subrayando naturalmente su explotación racional, que incluye "la conservación" del recurso.

/Por supuesto,

Por supuesto, todo ese proceso debe cumplirse en íntimo entronque con un sistema de planeamiento, tanto en el punto central como a los niveles sectoriales y regionales. Ello plantea problemas fundamentales, que deben resolverse sin demora, respecto a la organización administrativa en ese campo inspirada en el perfeccionamiento y racionalización de los servicios nacionales para los recursos naturales, y de las formas efectivas en que debe relacionarse con aquel sistema de planeamiento.

La asistencia internacional, en los campos técnicos y en el administrativo, hallará fértiles posibilidades de aplicación, sobre todo si se encara con criterios de unificación y complementación de investigaciones y servicios.

3. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LOS RECURSOS PRIMARIOS

Los países menos desarrollados se especializan en la producción y exportación de materias primas y alimentos. Es fácilmente comprensible, por consiguiente, la gran importancia que reviste para ellos la explotación racionalmente intensiva de sus recursos naturales, como elemento fundamental en la aceleración de su desarrollo económico y social. Ello se manifiesta, por un lado, en el sector externo donde, mediante la exportación, se procuran las divisas necesarias para aquel fin, y por el otro, al proveer la base de materias primas e intermedias para fundar sus crecientes y diversificadas industrias manufactureras. Así, la importancia de la producción primaria puede medirse por su participación en el producto bruto de esos países y en sus exportaciones.

Pero, por supuesto, la existencia de los recursos naturales no asegura, por sí una base para el desarrollo económico. Mucho depende de cómo se exploten, cómo se dividan las ganancias entre empresas y país, del destino de los ingresos que originan, etc.

Dado el tipo de economía que prevalece en los países latinoamericanos, es lógico que predominen en ellos las actividades vinculadas con la extracción o transformación primaria de los recursos naturales. Estas representaban, en vísperas de la segunda guerra mundial, menos de la mitad del producto bruto y del orden de las tres cuartas partes del producto generado por las actividades productivas de bienes. Hacia 1950 esa proporción baja, respectivamente, a no mucho más de un tercio y la mitad, para seguir descendiendo hacia 1960-65 alcanzando niveles de menos de un tercio y la mitad.

El descenso más evidente se opera en la participación porcentual del sector agropecuario, que baja entre los años extremos considerados de poco más del 30 a poco más del 20 por ciento del producto. La minería (extracción y transformación primaria), en cambio, sube de apenas 6 por ciento entre 1939 y 1950 a un 8 por ciento hacia 1960-65. Se produce, simultáneamente, un desplazamiento de la estructura interna de ese sector: el subsector de petróleo y gas natural abarca apenas la mitad en la preguerra y más del 80 por ciento en años recientes, a expensas de los minerales metálicos y su metalurgia, que descienden.

La producción de los principales minerales ha aumentado así en años recientes, tomando como base la producción en la preguerra: mineral de hierro, veinte veces; cobre doble; plomo, una vez y media; zinc, triple; estaño, ligera disminución; petróleo, cinco veces.

En ese cuarto de siglo asciende notoriamente la magnitud y la participación relativa del sector industrial pero, debido a la falta de base industrial pesada, - que obliga por consiguiente, a fuertes importaciones de materiales intermedios - el empleo que hacen de los recursos naturales autóctonos va a la zaga de las tasas de crecimiento del producto.

En las exportaciones ese es más acentuado; ellas no acompañan, pues, en su dinamismo al desarrollo de la economía y menos aún de su sector industrial manufacturero. Las exportaciones constan principalmente de materias primas en estado natural o sólo en etapas primarias de transformación (concentración o metalurgia primaria de los metales, destilación primaria del petróleo, preparación de las carnes, desmotado del algodón, azúcar cruda, maderas en bruto).

La composición en valor de las exportaciones latinoamericanas ha variado de aproximadamente las dos terceras partes en productos agropecuarios en bruto o que han sufrido sólo un proceso de semielaboración y un tercio de minerales y metales y petróleo, en la preguerra, a cerca de la mitad para ambos en años más recientes.(1)

Naturalmente esas proporciones son muy variables según los países, predominando generalmente una marcada especialización en uno u otro sector, aunque se presentan unos contados casos en que ambos participan con proporciones relativamente altas.

Cinco países basan sus exportaciones principalmente en recursos minerales, mientras los demás lo hacen sobre los agropecuarios, con cierta participación minera en algunos casos.

Salvo aquellos productos básicos para la alimentación y el vestir que cultivan los países, y generalmente también exportan, son relativamente pocos los recursos naturales que sirven de fundamento a importantes industrias de sustitución de importaciones. Una excepción sobresaliente en casi todos los países es el empleo de los yacimientos de caolines, calizas, dolomitas, yesos y arenas silíceas como base de importantes industrias cerámicas, de materiales de construcción y vidrios. Otra excepción digna de mencionarse es la del mineral de hierro en Brasil, México, Chile, Perú y Venezuela (y los yacimientos de carbón coqueable en los tres primeros países); pero aun en éstos su empleo para la siderurgia local absorbe reducidas proporciones del volumen total producido, exportándose el resto. En escala menor podrían mencionarse el cobre en Chile y el zinc y el plomo en México.

(1) La exportación de artículos industrializados varía entre 1 por ciento y 8 por ciento en el mismo período.

En materia de petróleo, las acrecentadas reservas y mayor producción permiten tener en muchos países un virtual autoabastecimiento de ese combustible.

Comparando las exportaciones de América Latina con los niveles de las exportaciones mundiales y las que corresponden sólo a los países menos desarrollados (productores y exportadores de materiales primarios), se observa un claro deterioro. Este se acentúa aún más si se exceptúa al petróleo, que ha tenido una evolución propia, aunque en éste se notan ya signos de declinación.

Desde la preguerra, América Latina apenas ha podido mantener su participación en las exportaciones mundiales (en realidad ésta ha disminuido ligeramente), pese al incremento considerable ocurrido en el período inmediato de postguerra. En la actualidad esa relación no alcanza al 7 por ciento y es menos del 30 por ciento de las exportaciones de los países menos desarrollados.

Mientras en ese cuarto de siglo el cuántum de las exportaciones mundiales se ha más que duplicado, y el conjunto de los países exportadores de materias primas las han incrementado en más de las tres cuartas partes, el aumento correspondiente a América Latina se cifra en menos de la mitad. Excluyendo el petróleo, América Latina aparece aún más atrasada.

Como consecuencia de las tendencias anteriores, y del rápido aumento de la población, las exportaciones por habitante resultan hoy inferiores (quizás en un 10 por ciento) a las que se registraron en la preguerra.

La conclusión principal que se extrae de lo anterior es que no sólo las exportaciones de los países productores de materias primas desciende con respecto a la de los países industriales, sino que América Latina es desplazada por nuevos productores, principalmente África y el Medio Oriente.

Esa situación se perfila más claramente al analizarla por productos principales. Se verá que la participación de América Latina en el comercio de muchos de ellos apenas se mantiene o decae, pese a la notable mejora de unos pocos, como la pesca, el mineral de hierro y el azufre. El cuadro 1 expresa los porcentajes aproximados y redondeados de la participación en la producción mundial en tres períodos representativos, de algunos de los más importantes productos de la exportación primaria de América Latina.

Cuadro 1

AMERICA LATINA: PRODUCCION DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS

(En porciento aproximado de la mundial)

	Preguerra ^{a/} 1937-39	1948-50	Años recientes 1960-63
Café	>85	>85	>75
Fibra de algodón	>10	>10	<15
Azúcar	<25	>35	<25
Lana	>15	<20	<15
Maderas	<10	<10	<10
Pesca	<u>b/</u>	<u>b/</u>	>20
Petróleo	<20	<20	>15
Mineral de hierro	<u>b/</u>	<5	>10
Mineral de cobre	<25	>25 <u>c/</u>	>20 <u>c/</u>
Mineral de plomo	>20	<20 <u>c/</u>	<25 <u>c/</u>
Mineral de zinc	>10	>25 <u>c/</u>	<25 <u>c/</u>
Mineral de estaño	>15	>25 <u>c/</u>	<15 <u>c/</u>
Bauxita	>20	>50 <u>c/</u>	<55 <u>c/</u>
Azufre	<u>b/</u>	<u>b/c/</u>	<5 <u>c/</u>

a/ Excluye Unión Soviética salvo en maderas.

b/ Porcentaje inferior a un 2 por ciento.

c/ Excluye a países de economía centralmente planificada.

Las exportaciones de algunos productos minerales básicos han variado en la forma que indica el cuadro 2.

Cuadro 2

AMERICA LATINA: EXPORTACIONES DE ALGUNOS PRODUCTOS MINEROS

(Miles de toneladas por año)

Año	Mineral de hierro	Mineral de estaño	Cobre		Plomo		Zinc		Petróleo y derivados
			Mine- ral b/	Metal	Mine- ral b/	Metal	Mine- ral b/	Metal	
1946-51	3 100	65	165	430	85	230	415	45	74 200
1953-55	10 500	50	200	425	120	255	535	90	102 000
1959	29 100	50	155	350	170	205	595	70	144 300
1960	35 200	40	210	335	175	205	685	55	148 500
1961	30 700	40	200 ^{a/}	350	190	245	820	60	151 800
1962	33 400	40	200 ^{a/}	370	165	205	660	70	165 100

a/ Incluye estimaciones para Cuba.

b/ Puede estimarse que su contenido metálico aproximado es: cobre 30 por ciento; zinc 40 por ciento; plomo 50 por ciento.

Con excepción del petróleo y del mineral de hierro cuya incidencia en el valor es pequeña, es notorio el estancamiento o caída de los rubros más significativos.

Los países latinoamericanos difieren entre sí respecto a su base de recursos naturales explotados, pudiendo distinguirse los de base principalmente minera o agropecuaria. Entre los primeros, a su vez, conviene establecer la diferencia entre los que sobresalen por los minerales metálicos (Bolivia, Chile y Perú) y por el petróleo (Venezuela y Colombia). México constituye un caso de base mixta minera y agrícola. En el grupo de países agropecuarios, se haría la diferencia entre los que producen materias primas industriales o alimentos, de clima templado o tropical.

El interés de hacer esta distinción estriba en que el reconocimiento de los recursos naturales, así como su explotación y las perspectivas para la demanda externa, han tenido características y exigencias distintas, acentuadas y modificadas por la intensidad y estructura del desarrollo industrial en cada país o grupo.

/Es fácil

Es fácil comprobar que la importancia de los recursos primarios naturales decrece en general, en comparación con el ritmo de progreso económico y especialmente el tecnológico e industrial. Así, por ejemplo, el uso de la mayoría de los principales metales crece en proporción considerablemente menor que la producción industrial del mundo, más lentamente aún que la producción de las industrias que elaboran esos metales. Análoga situación se observa en el sector de los recursos energéticos en su conjunto, aunque en la presente etapa los derivados del petróleo - debido a su alta elasticidad de sustitución - sobrepasan los ritmos de crecimiento de las industrias.

En cuanto a la energía eléctrica, el ritmo de su crecimiento es muy alto, tanto en los países subdesarrollados como en los industriales. En América Latina es particularmente intensa la perspectiva para el aumento de la hidroelectricidad (ahora no es muy superior al 50 por ciento y pasaría al 70 por ciento del total).

Ese fenómeno generalizado de la disminución relativa de los insumos materiales refleja los avances tecnológicos en la producción y utilización de los recursos naturales, la aparición de los sustitutos sintéticos, etc.

El uso de materiales primarios disminuye por efecto de una mejor, más completa y económica extracción y elaboración a partir de la materia prima; economía en su aplicación; adelantos tecnológicos que se traducen, por ejemplo, en revestimientos más delgados de zinc o estaño, nuevas aleaciones anticorrosivas o para la conducción del calor o la electricidad, eficiencia en el uso (por ejemplo en combustibles), nuevos procedimientos de construcción (menos hierro, etc.), mejora en las propiedades de resistencia mecánica, térmica, etc.; uso de sustitutos(2) sintéticos a base de materias primas más económicas o de subproductos de otros procesos industriales; aparición de nuevos países productores que ingresan en la competencia (en especial Africa,); y la disminución relativa de sus precios por el deterioro sostenido en la relación de intercambio exterior con respecto a los productos manufacturados.

A consecuencia de todo ello tiene lugar la disminución del valor de los insumos primarios en el valor de los bienes finales. De lo anterior se desprende también que la elasticidad-ingreso para los insumos de materias primas y consumo de alimentos básicos es mucho menor que para las manufacturas.

No debe olvidarse tampoco que los yacimientos más ricos y accesibles, los mejores lugares para el aprovechamiento hidráulico, las tierras más accesibles y mejores, ya han sido en general explotados de modo que los costos unitarios de las materias primas aumenten.

Como resultado de esos y otros fenómenos, la relación de precios del intercambio en América Latina ha ido descendiendo en general, con la excepción de breves y oscilantes ciclos para algunos productos y en forma

(2) La sustitución entre recursos se produce en dos planos: i) entre productos naturales: cobre-aluminio; hierro-madera-cemento; ii) con los sintéticos: fertilizantes, fibras, materiales plásticos.

algo más sostenida para otros (como el petróleo). La situación se caracteriza también por su irregularidad y cambios bruscos. Además, por el hecho de que la mayoría de las exportaciones primarias de América Latina se explotan y comercializan por empresas internacionales, los ingresos que ellos originan y quedan en los países productores pueden representar sólo una fracción del total.

Sin embargo, y respondiendo en cierta medida a las necesidades del creciente desarrollo económico y social interno, con todos sus fenómenos concomitantes (como el de la urbanización y la sustitución de importaciones), el producto originado por algunos sectores primarios ha ido en incremento en América Latina. Es el caso ya mencionado de la minería, cuyo producto crece más de tres veces desde la preguerra, proporción superior a la del producto nacional en su conjunto. Los productos forestales y los de la pesca muestran crecimientos similares o superiores.

4. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO Y SUS CARACTERISTICAS

No cabe duda que para un desarrollo racional y económico de los recursos naturales es imprescindible poseer un buen inventario de los mismos, un conocimiento oportuno y completo acerca de su riqueza - probada y potencial - y relacionarlos con factores económicos que afectan la producción y la demanda. Son halagüeñas las posibilidades que se abren para la colocación acrecentada de los productos naturales de América Latina en virtud del propio desarrollo interno de cada uno de los países que la componen y de la intensificación del comercio intrarregional. Aunque las perspectivas que ofrecen los mercados internacionales para incrementar las ventas de esos productos parezcan menos positivas, y a veces adversas, su participación en ellos dependerá en gran medida de la eficiencia que se consiga en la producción y comercialización con la asimilación de técnicas y métodos más modernos, que permitan reducir los costos, mejorar y uniformar los productos, garantizar los abastecimientos, etc.

No obstante la importancia de los recursos naturales, se carece de datos básicos adecuados, ya sean físicos-técnicos o económicos: cobertura geográfica parcial, carencia de inventarios, informaciones fragmentarias y heterogéneas en cuanto a criterios de medición y a metodología seguida, así como a su validez y alcances, falta de series estadísticas continuas suficientemente largas en observaciones de fenómenos aleatorios, evaluaciones económicas deficientes o ausencia de ellas son algunas de las deficiencias más notables. Sólo mejorándolas, las informaciones servirían de base firme para que las instituciones de planificación del desarrollo en los países latinoamericanos pudieran integrar los recursos naturales de una manera orgánica y coordinada en un proceso ordenado de desarrollo.

Por otra parte, téngase en cuenta que el valor del recurso renovable, (o riqueza potencial), no es una magnitud absoluta e inmutable. Depende muy estrechamente de los factores naturales de crecimiento y decaimiento, como de los métodos y grado de explotación y las prácticas de conservación.

La importancia de planificar la investigación y el uso de los recursos naturales se aprecia mejor cuando se plantea un programa de desarrollo a largo plazo. Los planes de cinco o diez años - el largo plazo común en América Latina - no alcanzan a incorporar adecuadamente las labores como investigaciones hidrológicas, geológicas, etc. que necesariamente deben planificarse para períodos más largos (hasta 15 o 20 años). Además, los estudios deben ser sistemáticos, continuos e integrales, de modo tal que - ya sea sectorial o geográficamente - exista unidad y continuidad de criterio para esas tareas. Por ejemplo, será preciso coordinar todas las investigaciones en una región (topografía, cartografía, geología, minería, recursos renovables, agua, etc.) y cuando se investiga un recurso, tomar en consideración todas las posibilidades de uso, (uso múltiple del agua, por ejemplo).

En vista de la magnitud y complejidad de la tarea en recursos naturales, será imprescindible establecer prioridades entre recursos y dentro de cada campo, y la metodología para el esclarecimiento de aquellos aspectos que sean utilizables en la planificación, acentuando una mayor selección y la evaluación crítica de las compilaciones o reconocimientos disponibles. Para lograr datos básicos susceptibles de ser integrados en los planes o programas de desarrollo, los institutos de planeamiento deben conectarse con los organismos encargados del conocimiento y evaluación de los recursos naturales, para contribuir a uniformar sus labores y establecer el necesario grado de coordinación entre ellos.

La estructura administrativa y la investigación de esos recursos es en América Latina en gran medida deficiente, abundan superposiciones y desconexión, ya sea al nivel funcional o regional y de diversas autoridades (nacionales y provinciales). Por lo general, no existen institutos de recursos naturales que agrupen o coordinen todos los organismos encargados de esas tareas y los servicios cartográficos nacionales.

Así, pues, hasta el presente han sido muy escasos, aislados e inconexos los esfuerzos por vincular orgánicamente el conocimiento (la tarea de averiguar qué recursos se posee y en qué condiciones) con la programación del desarrollo, (metas, tasas de crecimiento, estructura del programa). Es urgente salvar esas deficiencias.

Sin perder de vista las limitaciones que se señalaron respecto a la amplitud y calidad del conocimiento sobre los recursos naturales en los países en vías de desarrollo, puede intentarse una comparación preliminar de la riqueza potencial de ellos en América Latina dentro del cuadro mundial. La conclusión a que se llega es que la posición de América Latina es prominente en algunos campos, menos importante en otros y sujeta a competencia creciente, que depende de una serie de factores, en varios productos del suelo (tropicales y de clima templado). Las cifras aproximadas que dan una idea de esa dotación natural son las siguientes: una cuarta parte de las reservas forestales del mundo, más de la cuarta parte del mineral de hierro, más de la quinta parte de bauxita, más de un tercio del mineral de cobre, una sexta parte del plomo y zinc, una cuarta parte del potencial hidráulico mundial, menos de la décima parte del petróleo.

Los cuadros 3 y 4 indican las reservas de algunos recursos naturales estratégicos en América Latina. Nótese que el agotamiento relativamente rápido de alguno de ellos no implica necesariamente una escasez en términos absolutos. Así, las reservas de petróleo no se "prueban" comúnmente más que para sostener la producción de 10 a 15 años; según los indicios disponibles las de mineral ferroso son apenas una fracción de las que podrían descubrirse; las estimaciones del potencial hidráulico sufren continuos aumentos, a medida que los reconocimientos específicos son más precisos.

Así, por ejemplo, hace unos 15 años las reservas de petróleo se estimaron en un 40 por ciento de las actuales - extrayéndose en ese período un volumen casi el doble de aquél - mientras el potencial hidroeléctrico reconocido era un 30 por ciento del valor que se le atribuye actualmente, y la magnitud de las reservas probadas de hierro era insignificante.

Se observa también la gran disparidad en dotación de recursos ya que los siguientes países de América Latina poseen los porcentajes indicados de esas reservas:

Cuadro 3

AMERICA LATINA: RESERVAS^{a/} DE ALGUNOS PRODUCTOS
MINEROS Y POTENCIAL HIDROELECTRICO

A. Hierro ^{b/}			
	Millones de ton. de mineral	Ton/Km ²	Ton/hab.
Argentina	200	72	9
Brasil	15 000	1 762	196
Chile	350	472	43
Colombia	140	123	8
México	500	254	13
Perú	1 100	856	101
Venezuela	3 000	3 290	370
AMERICA LATINA	21 000	1 026	93

B. <u>Bauxita</u>			
	Millones de ton. de mineral ^{c/}	Ton/Km ²	Ton/hab.
Brasil	210	25	2.7
Guayana Británica	100	460	154.0
Jamaica	550	48 200	342.0
Surinam	230	1 610	
AMERICA LATINA	1 200	59	5.3

Cuadro 3 (cont. 1)

C. Cobre

	Miles de ton. de cobre	Ton/Km ²	Ton/hab.
Brasil	421	0.05	0.01
Chile	41 722	56.22	5.10
México	680	0.34	0.02
Perú	11 338	8.82	1.04
AMERICA LATINA	54 000	2.64	0.24

D. Manganeso

	Miles de ton. de mineral	Ton/Km ²	Ton/hab.
Bolivia	8 000	7.3	2.02
Brasil	27 000	3.2	0.35
Chile	420	0.6	0.05
México	3 600	1.8	0.09
AMERICA LATINA	40 000	1.9	0.18

E. Plomo y Zinc

	Miles de ton. de metal	Ton/Km ²	Ton/hab.
Argentina	2 800	1.0	0.18
Bolivia	1 090	1.0	0.28
México	9 200	4.7	0.24
Perú	2 500	2.0	0.24
AMERICA LATINA	18 000	0.9	0.08

Cuadro 3 (cont. 2) F. Petróleo y gas natural^{d/}

	Millones de m ³	m ³ /Km ²	m ³ /hab.
Argentina	550	198	25
Bolivia	100	91	26
Brasil	160	19	2
Colombia	230	201	14
Chile	40	54	5
México	700	353	18
Perú	120	93	11
Trinidad	90	17 600	100
Venezuela	3 500	3 840	430
AMERICA LATINA	5 500	269	24

G. Potencial hidroeléctrico^{e/}

	Potencial estimado ^{f/}	Kw/km ²	W/hab.
Argentina	17	6.1	769
Bolivia	2	1.8	506
Brasil	45	5.3	586
Chile	21	28.3	2 568
Colombia	10	8.8	594
México	15	7.6	392
Perú	7	5.4	640
Venezuela	16	17.5	1 967
AMERICA LATINA	150	7.3	665

/Cuadro 3 (concl.)

Cuadro 3 (concl.)

Nota: Para relacionar el potencial instalable con la energía generable (que aparece como demanda en los cuadros) se ha considerado un factor de aprovechamiento cercano a 50 por ciento.

- a/ Probadas, en algunos casos probadas e inferidas; información disponible de años recientes.
- b/ Calculado a ley media del 60 por ciento; los recursos potenciales superan al triple de esos volúmenes. En Bolivia no parece haber reservas "probadas", pero las potenciales serían más de la mitad del total para América Latina.
- c/ Calculado a contenido de aluminio 50 por ciento.
- d/ Un 30 por ciento del total corresponde al gas natural, con proporciones variables por países entre un 10 por ciento para Brasil y Chile y del orden del 40 por ciento para Argentina y México.
- e/ Potencial económicamente aprovechable e instalable. Equivale a la suma de la potencia hidroeléctrica ya instalada y de la que es posible instalar con ventaja económica respecto de otros medios de generación. Respecto del segundo grupo se han incluido proyectos, anteproyectos e ideas avanzadas. El potencial técnico equivale a varias veces el anterior.
- f/ Las estimaciones, hechas en 1963, son muy preliminares para algunos países.

Cuadro 4

AMERICA LATINA: DURACION PROBABLE DE LAS RESERVAS
 DE ALGUNOS MATERIALES BASICOS, PARA SOSTENER
 LA PRODUCCION EN EL PERIODO CONSIDERADO

	Unidades	Reservas	Producción media	Duración de reservas-años
Petróleo	10 ⁶ ton	5 000	370	13
Mineral de fierro (cont. metálico)	10 ⁶ ton	12 600	48	260
Mineral de cobre (cont. metálico)	10 ³ ton	54 000	895	60
Mineral de plomo y zinc (cont. metálico)	10 ³ ton	18 000	980	18 ^{a/}
Bauxita	10 ⁶ ton	1 200	28	43
Hidroelectricidad	10 ⁶ KW	140 ^{b/}	2 ^{c/}	70
	GWh	613 000	8 800	70

- a/ Las reservas de plomo solamente no alcanzarían siquiera para 10 años. Las insuficiencias de las reservas conocidas de ese metal constituye un problema de alcances mundiales.
- b/ La reserva disponible de potencial hidroeléctrico se la obtuvo como diferencia entre el potencial económico total y el potencial ya instalado. La reserva de energía resulta de aplicar a la anterior un factor de aprovechamiento del 50 por ciento.
- c/ En lugar de la producción media se toma el incremento anual de potencia o energía durante el período que se obtiene dividiendo el incremento total por el número de años.

Petróleo:	Venezuela, 70 por ciento; Argentina y México, del orden del 10 por ciento cada uno. (América Latina, 7 por ciento del mundo).
Cobre:	Chile, 77 por ciento; Perú, 21 por ciento. (América Latina, 35 por ciento del mundo).
Plomo y Zinc:	México, 52 por ciento; Perú y Argentina, 15 por ciento cada uno. (América Latina, 15 por ciento zinc y 10 por ciento plomo del mundo).
Hierro:	Brasil, 73 por ciento; Venezuela, 14 por ciento; Perú, 5 por ciento; Chile, 1.5 por ciento; México, 2 por ciento. (América Latina, 30 por ciento del mundo).
Manganeso:	Brasil, 65 por ciento; Bolivia, 22 por ciento; México, 10 por ciento.
Bauxita:	Jamaica, 55 por ciento; Surinam, 22 por ciento; Guayana Británica, 10 por ciento. (América Latina, 22 por ciento del mundo).

Además, las reservas son variables entre países, en relación con sus poblaciones y requerimientos del desarrollo económico interno, o las posibilidades de exportar.

La conclusión general que se desprende es que América Latina posee, en general, abundantes riquezas naturales, pero que hay considerables diferencias regionales y zonas críticas que registran marcadas deficiencias en recursos o en que estos se están tornando escasos o son mal utilizados. La desigual distribución del agua, la marcada erosión de los suelos a consecuencia de malas prácticas de conservación y cultivo y la explotación excesiva de algunos minerales, son ilustraciones de este aserto.

Se ha señalado que para el racional desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales es imprescindible contar con un inventario adecuado, pero conviene recordar que ese no puede ser definitivo sino que sufre cambios cuantitativos en el espacio y en el tiempo, según que el país sea industrializado o subdesarrollado, si la fecha sea 1930 o 1970. El concepto de reserva o potencial del recurso natural se vincula estrechamente con factores económicos y técnicos, haciendo innecesario - además de imposible - el reconocimiento acabado de ellos.

Los factores económicos influyen, en primer lugar, a través de los mercados, que determinan la conveniencia de "buscar" un recurso, de investigar si existe o no en un determinado territorio. Así, el recurso guarda íntima relación con la magnitud y la estructura de la demanda: qué se va a producir, en qué formas y cantidades y para qué (exportación o consumo interno). En segundo lugar, dependerá de las inversiones

/necesarias para

necesarias para desarrollar un cierto yacimiento, explotar el bosque, colonizar una extensión de tierra, etc. En tercer lugar, de los procesos de extracción o elaboración que se seguirán en cada caso (la escala y el tipo de producción, etc.).

Los conceptos económicos han estado, a menudo, ausentes de los inventarios de los recursos naturales en América Latina. Frecuentemente predomina el enfoque puramente físico, cuyo valor es muy relativo. Dentro de la evaluación económica adquiere cada vez mayor relieve la idea de que - salvo casos especiales - más que un recurso, interesa definir las existencias de un conjunto de recursos vinculados asociados o integrados dentro de complejos de producción o regionalmente. (3)

Los factores técnicos influyen en la definición del recurso, al proporcionar los procedimientos económicamente adecuados para su prospección, exploración, explotación y transformación.

Así el concepto de recurso es eminentemente cambiante con el estado y avance de los conocimientos técnicos y las condiciones económicas y financieras. En consecuencia los inventarios no podrán hacerse de una vez por todas cubriendo todo el territorio nacional, sino que deberán llevarse a cabo prestando especial atención a las tecnologías, escalas de producción, magnitud de las inversiones, precios de los insumos, etc.

En síntesis, la mera presencia de un recurso en el subsuelo o en la superficie de la tierra, no es razón suficiente para que se le pueda considerar "recurso" técnica o económicamente explotable. Ello dependerá fundamentalmente de que exista demanda de él (en volumen suficiente y a precios remunerativos), de las técnicas disponibles para su extracción y transformación, y de que las inversiones necesarias puedan efectuarse en condiciones de buena rentabilidad.

Precisamente porque el concepto de "recurso" debe estar condicionado a las modalidades y demandas del desarrollo económico en cada momento y lugar, resulta necesario dar prioridad a los "materiales estratégicos", aquéllos que tienen máxima importancia para cimentar el desarrollo económico,

-
- (3) A ese respecto tiene interés recordar la posibilidad de promover complejos (o agregados o conglomerados) industriales que definirán los usos - y en consecuencia los requerimientos - de un recurso o combinación de recursos. La formación de esos complejos en torno a una constelación o conjunto de recursos naturales, configurará dos tipos fundamentales, según sea el fluir de los abastecimientos intra o inter grupos: en serie o en paralelo. En el primer caso, diferentes actividades usan sucesivamente los productos principales o asociados o los subproductos de una determinada industria (petróleo, siderurgia, etc.). En el segundo, las diferentes actividades usan - a veces en forma competitiva o mutuamente excluyente - los mismos recursos (aprovechamiento múltiple del agua).

ya sea mediante las exportaciones o la sustitución de las importaciones, sobre todo en el campo de los materiales intermedios básicos. A ellos se dedicará el máximo esfuerzo de reconocimiento y evaluación.

Conviene también recapacitar sobre el significado de la "conservación" del recurso (interpretado como su uso racional y económicamente óptimo) dentro de su inventario. Hasta ahora se ha hecho referencia a la variable expresada para cierta fecha en términos de un volumen dado de reservas; la conservación introduce otra más, que implica las características óptimas y la velocidad con que se ha de efectuar la explotación de esas reservas.

Decisiones que conciernen a la conservación serán afectadas por aspectos técnicos y administrativos atinentes y los puramente económicos, incluyendo la competencia de productos sustitutivos industriales y la de otros recursos similares en otras regiones o países (efectos de monopolio).

La conservación es también un concepto económico por cuanto influye en la magnitud de las inversiones. Así, por ejemplo, puede ser más conveniente mejorar el uso de los recursos del subsuelo, y especialmente del suelo, ya incorporados al desarrollo, que abrir "nuevas fronteras". Ellas son vastísimas en América Latina en el sentido meramente físico, pero pueden demandar muy fuertes inversiones en infraestructuras económicas y sociales, que hagan aconsejable penetrarlas sólo después de una madura evaluación económica.

5. LAS POSIBLES DEMANDAS FUTURAS Y SU RELACION CON LAS RESERVAS

Para evaluar las posibles demandas de algunos productos primarios en función del desarrollo económico, será preciso conocer cuando menos los siguientes elementos básicos: 1) tasas de crecimiento del producto y las metas globales y sectoriales; y 2) tasas históricas de crecimiento con el mismo detalle, y los coeficientes de insumos internos para las materias primas elegidas.

El propósito de este documento es de orden metodológico e ilustrativo y no le corresponde el análisis de los requerimientos individuales para cada país, que llevaría además a una discusión muy detallada de sus respectivos planes de desarrollo. Por consiguiente, sólo se presentarán cifras globales para toda América Latina.

Para evitar la elección de tasas arbitrarias de desarrollo, se ha tomado como supuesto la duplicación del producto bruto interno sin fijarle plazo. A título de orientación, ello se lograría en 16 años con una tasa de 1.5 por ciento por habitante y año y en 13 años con 2.5 por ciento. En ambos casos se presupone un crecimiento demográfico del 3 por ciento.

A continuación se presentan las cifras más significativas para el mismo período. La demanda de productos manufacturados aumentaría en 120 por ciento, igual que el valor bruto de producción del sector industrial, si bien el valor agregado en el mismo subiría más: un 130 por ciento.

El ascenso principal se verificaría en bienes de uso intermedio (150 por ciento) y en las principales ramas industriales dinámicas. Así la producción bruta de productos químicos (incluyendo refinerías de petróleo) crecería 190 por ciento, la de las industrias metalúrgicas y mecánicas un 170 por ciento y la del papel 160 por ciento.

Ello indica el creciente abastecimiento interno de materiales pesados que, a su vez, obliga al mayor uso de productos mineros-metálicos y de energía.

En cuanto a las corrientes tradicionales de exportación, se estima que su volumen aumentaría en un 40 por ciento, que podría equivaler a una tasa del 2 por ciento anual. Estas son cifras muy agregadas; los crecimientos para ciertos productos podrían ser considerablemente más rápidos. Así, se ha sugerido que en los próximos 10 a 15 años las tasas con que aumentaría la demanda mundial para el aluminio podría ser del 6 al 7 por ciento, del orden del 4 por ciento para el cobre, zinc y plomo, de sólo un 2 por ciento para el estaño, del 4 al 5 por ciento para el petróleo, de un 3 por ciento para el mineral de hierro.

Las posibles tasas de aumento de producción para esos y otros productos en América Latina no se ajustarán necesariamente a las indicadas; ellas se estiman en el cuadro 5.

El análisis histórico permite concluir que la duplicación del producto se verificó en América Latina en unos 17 años (1947/48-1963/64), acompañado de un aumento del producto industrial de un 200 por ciento, y de casi un 45 por ciento en las exportaciones.

Las tasas históricas de crecimiento y los insumos específicos por unidad de producto para algunos materiales (recursos naturales) elegidos, (4) se expresan en los cuadros 6, 7 y 8.

- (4) Hubiera sido de gran interés haber introducido en ese esquema simplificado las demandas de agua. Lamentablemente, fueron tales las dificultades e indeterminaciones en la apreciación del conjunto de las múltiples demandas de ese recurso (en particular para el riego, que introduce toda la gama de recursos renovables interrelacionados), que ese intento debió abandonarse.

Sin embargo, sobre la base del conocimiento de las situaciones que prevalecen en muchos países latinoamericanos, podría afirmarse, sin temor a la exageración, que existen en ellos numerosas regiones en que el agua constituye ya el factor escaso y podría, a plazo muy breve, convertirse en francamente deficitario.

De modo pues, que para cumplir las metas de abastecimiento alimenticio, de la expansión de la producción de ciertos materiales agropecuarios básicos y de la urbanización, será imprescindible establecer un programa orgánico de investigación de las fuentes hídricas (superficiales y subterráneas) y de sus aprovechamientos más urgentes, racionales y económicos.

Cuadro 5

AMERICA LATINA: POSIBLE EVOLUCION DE LA DEMANDA PARA ALGUNOS MATERIALES
BASICOS EN EL PERIODO DE LA DUPLICACION DEL PRODUCTO BRUTO

	Unidad	1963/64	Tasa de creci- miento anual en el período (porcentaje)	Factor de multipli- cación de la demanda en el período	Demanda al final del período
I. Recursos vinculados con el producto bruto (desarrollo interno)					
Hidroelectricidad	Gwh	41 000	10 <u>a</u> /	4.2	172 200
Petróleo	10 ⁶ ton	80	7 <u>d</u> /	2.8	224
Mineral de hierro (contenido metálico)	10 ⁶ ton	4	9-10	4.0 <u>b</u> /	16
Cobre	10 ³ ton	100	6	2.4	240
II. Recursos vinculados con la exportación a/					
Petróleo	10 ⁶ ton	175	3 <u>d</u> /	1.5	262
Mineral de hierro (contenido metálico)	10 ⁶ ton	33	2 <u>a</u> /	1.3	43
Cobre	10 ³ ton	500 <u>f</u> /	4-5	1.9	950
Plomo y zinc	10 ³ ton	700 <u>f</u> /	4	1.8	1 260
Bauxita	10 ⁶ ton	14	7-8	3.0	42
III. Sumas de recursos vinculados con ambos grupos (I y II)					
Petróleo	10 ⁶ ton	255	4-5	1.9	486
Mineral de hierro	10 ⁶ ton	37	2-3	1.4	59
Cobre	10 ³ ton	600	4-5	2.0	1 190

Nota: A efectos de poder calcular las tasas de crecimiento se toma un período de unos 15 años, sin que ello signifique que la duplicación del producto habría de producirse necesariamente en ese lapso.

- a/ Proporciones relativamente pequeñas destinadas al consumo interno.
- b/ El consumo de acero aumentaría también más de 4 veces, pero dadas las fallas actuales de integración siderúrgica, que no se espera puedan ser subsanadas totalmente y el mayor consumo de chatarra, el aumento no es mucho mayor en la fundición de alto horno.
- c/ Esta alta tasa resulta de considerar las obras hidroeléctricas en construcción o proyecto.
- d/ Siendo muy limitadas las posibilidades de sustitución interna, las perspectivas para el aumento del consumo de petróleo quedan definidas por la dinámica del desarrollo. En cuanto a las exportaciones, existirá una fuerte competencia de los hidrocarburos procedentes del norte de Africa y del Medio Oriente, si bien posiblemente se liberalicen las restricciones en el mercado de Estados Unidos.
- e/ La baja tasa de aumento previsible se debe, sobre todo, a la fuerte competencia de otras regiones productoras, incluyendo los modernos métodos económicos para explotar minerales de bajo tenor ferrífero; también a las altas proporciones de chatarra que verosíblemente se emplearán en el futuro.
- f/ Estas cifras incluyen un estimado consumo interno en América Latina del orden de las 100 000 toneladas de cobre y quizás menos que esa cantidad de plomo y zinc, lo que daría un 20 y un 10 por ciento respectivamente de la producción total. Esta incluye también los minerales exportados. Por falta de datos precisos el contenido metálico de estos se estima en 30 por ciento para el cobre, 50 por ciento para el plomo y 40 por ciento para el zinc.

Cuadro 6

AMERICA LATINA: CRECIMIENTO DEL PRODUCTO BRUTO TOTAL
Y EL INDUSTRIAL Y DE LAS EXPORTACIONES

Año	Producto bruto total (10 ⁶ dólares.)	Tasa de creci- miento del PBT	Producto industrial			Exportaciones			
			(10 ⁶ dóls.)	% del P.B.T.	Tasa de cre- cimien- to	Varia- ción porcen- tual	% del P.B.T.	Tasa de cre- cimien- to	Varia- ción porcen- tual
1947/48	4 400		6 400	15			17		
		4.5%			7.0%	200%		2.3%	43%
1963/64	8 800		19 000	22			12		

Cuadro 7

AMERICA LATINA: CRECIMIENTO DE PRODUCCION Y CONSUMO DE ENERGIA,
HIDROELECTRICIDAD, PETROLEO Y MINERAL DE HIERRO

	Unidad	A Ñ O		Tasa de crecimiento
		1947	1963	
Generación eléctrica	millones kWh	21 000	84 000	9.1
Generación hidroeléctrica	" kWh	10 800	40 300	8.6
Consumo de energía	" tonela- das e- quiva- lentes	35	102	6.9
Consumo de petróleo	" "	23	83	8.4
Producción de mineral de fierro	miles tons. métricas	2 600 ^{a/}	26 400 ^{a/}	15.6
Consumo de mineral de fierro	" "	550 ^{a/}	3 600 ^{a/}	12

a/ De contenido metálico.

/Cuadro 8

Cuadro 8

AMERICA LATINA: ENERGIA GENERADA Y CONSUMIDA Y PRODUCCION DE MINERAL DE FIERRO
 POR UNIDAD DE PRODUCTO BRUTO

	De producto bruto industrial		De producto bruto total	
	1947	1963	1947	1963
Generación eléctrica (kWh por dólar)	3.29	4.42	0.49	0.97
Generación hidroeléctrica (kWh por dólar)	1.69	2.12	0.25	0.47
Consumo de energía (kilogramos equivalentes por dólar)	5.50	5.40	0.82	1.20
Consumo de petróleo (kilogramos equivalentes por dólar)	3.60	4.40	0.54	0.96
Consumo de mineral de fierro (kilogramos por dólar)	0.85	1.90	0.13	0.42

/La demanda

La demanda de aquellos recursos naturales para cumplir esas metas pueden calcularse haciendo uso de los coeficientes históricos, debidamente corregidos. Para ello se dividirán esas demandas en las que provienen del mercado externo y las que se originan en las necesidades del desarrollo económico interno. Nótese que en algunos casos (petróleo, metales no ferrosos, mineral de hierro) estas últimas sólo forman una fracción reducida de las exportaciones de los principales productores.

Si bien se estima que las tasas de aumento del producto del sector industrial en su conjunto serán menores que en el período precedente (véase cifras), el crecimiento de los grupos dinámicos se acerca a la de la tripliación que se obtuvo entonces.

Combinando y evaluando varios factores asociados con el aumento de los insumos de algunos materiales naturales estratégicos, podría estimarse que la demanda de ellos crecería en el período de la duplicación del producto bruto con las tasas que se indican, dando como resultado los aumentos que se dan en el cuadro 5 con respecto a 1963/64.

Se observarán las muy altas tasas de crecimiento del probable consumo interno de mineral de hierro y de la electricidad de origen hidráulico. Ello se debe al déficit actual de abastecimiento en esos campos y a que, en el primer caso, se aceleraría la instalación de la siderurgia integrada que exigiría crecidos volúmenes de mineral y, en el segundo se espera incrementar considerablemente la proporción de energía hidroeléctrica sobre el total. El aumento del consumo interno de los derivados del petróleo seguirá un poco por debajo de la tendencia reciente, que es alta.

Para las exportaciones seleccionadas que se mencionan, se adoptaron tasas que se consideran prudentes y viables.

Salta a la vista que el sector externo irá perdiendo aún más que en los últimos quinquenios su papel de activador económico, que será asumido por los sectores dinámicos de la industrialización. De esa manera, el mercado interno aumentará sus insumos de materiales naturales estratégicos, absorbiendo crecientes proporciones de la producción. En el caso del petróleo, de un 30 por ciento actualmente pasaría a más del 40 por ciento de la producción total; para el mineral de hierro esas proporciones variarían de hasta un 15 por ciento a un 30 por ciento.

En los metales no ferrosos, pese al creciente consumo interno, seguiría prevaleciendo la demanda externa.

Las conclusiones que se desprenden, relacionando las demandas con las reservas probadas o conocidas son (véase el cuadro 4):

/Petróleo: probablemente

Petróleo: probablemente sea suficiente mantener la relación actual de producción/reservas, lo cual implica aumentar los descubrimientos en una proporción similar al aumento proyectado de la producción. La situación variará, en general, según los países. Para algunos productores, pero fuertemente deficitarios en cuanto al consumo (por ejemplo, Brasil), ello puede obligar a reconocimientos mucho más intensivos.

Hidroelectricidad: se ha reconocido ya en términos generales un vasto potencial hidráulico y, quizá, a corto y mediano plazo ello permita basar un aprovechamiento adecuado, aunque los lugares de posible abastecimiento se hallan situados a largas distancias de los centros de consumo. Pero para más largo plazo, teniendo en cuenta especialmente que se requieren las largas series de registros estadísticos y la posibilidad de aprovechamientos óptimos mediante la interconexión y la transmisión de la energía entre países, será preciso programar cuidadosamente las mediciones, adelantando las que correspondan a los lugares estratégicos más promisorios. En todos estos casos deberá prestarse preferente atención al uso múltiple del agua, en especial para el riego, que introduce una nueva variable, esta vez originada en el campo agropecuario.(5) Aquí también la posición de los países es muy variable.

Metales no ferrosos: en casi todos ellos, si bien con variable intensidad, resulta necesario intensificar la prospección de reservas adicionales económicamente explotables, capaces de sostener el ritmo acelerado de explotación que demandaría especialmente el mercado externo, pero también, y cada vez más, la creciente industrialización.(6) Tales tareas, en el caso del plomo, se consideran urgentes.

Minerales de hierro: las reservas probadas son muy adecuadas y las potenciales ofrecen vastísimas posibilidades de explotación, sin temor de rápido agotamiento.

Bosques: los reconocimientos previos generales se hallan bastante avanzados en los mayores productores, pero será necesario profundizar mucho más en la determinación de las áreas y los métodos de explotación, distinguiendo entre las principales especies forestales y según su destino (pastas celulósicas, maderas de construcción, etc.).

(5) Para mayor aclaración véase la nota (4).

(6) Actualmente se consume en América Latina 20 por ciento del cobre que produce el continente y quizás un 10 por ciento del plomo y zinc. Naturalmente la distribución del consumo por países no coincide con su posición como productores.

Pesca: la investigación de los recursos pesqueros se encuentra organizada en algunos países (sobre todo en la costa del océano Pacífico, donde está localizada actualmente la mayor producción), pero es deficiente en muchos otros. Para mantener el potencial explotable sin desmedro para el futuro, será imprescindible que en todos ellos se aboque a estudios más de fondo, tanto en la identificación y delimitación geográfica de las poblaciones marinas explotables como de su dinámica.

6. LA PLANIFICACION Y COSTOS DE LOS RECONOCIMIENTOS

De las secciones anteriores surge que para asegurar el cumplimiento de las metas de desarrollo económico en América Latina deben cumplirse urgentes tareas de reconocimiento general y específico de los recursos naturales. Para efectividad y economía de ese esfuerzo, es imperativo que ello se plantee, organice y se lleve a cabo en estrecha y permanente relación con los organismos centrales, sectoriales y regionales de planeamiento.

Además, debe definirse con suficiente precisión - y en términos cuantitativos - el calendario de las diferentes fases que componen el reconocimiento para llegar a la evaluación económica de cada recurso elegido, con su localización, oportunidad de la explotación, etc.

Ello supone tareas de gran envergadura en el plano de los respectivos servicios y de entrenamiento del personal profesional, además de la investigación que antes se examinó. Vale la pena volver a subrayar que se trata de programas complejos y de largo plazo, que requieren como requisito previo indispensable, el cumplimiento de los objetivos propuestos y la continuidad en la gestión administrativa y presupuestaria.

Ya se señaló la importancia de poseer adecuada información sobre las reservas de los diversos recursos naturales, con el fin de planificar el desarrollo económico de América Latina. Pero no es menos importante determinar los mejores métodos para que los futuros aprovechamientos se lleven a cabo en tal forma que se asegure el continuo y progresivo bienestar de las poblaciones de la región. A ese respecto téngase en cuenta que el persistente aumento en la tasa de crecimiento demográfico se traduce en una creciente presión sobre los recursos ya incorporados y, si ha de acelerarse el ritmo de crecimiento económico con sus concomitantes de orden social, en la necesidad de impulsar nuevos aprovechamientos.

En cuanto a los costos de los inventarios de los recursos naturales, que tienen por objeto reconocer y delimitar áreas de posible interés, son muy pequeños en relación a las inversiones que se requieren para desarrollarlos y explotarlos; aunque exige abundante personal técnico especializado. Esa operación previa es muy importante porque reduce considerablemente el azar en la búsqueda. Podría estimarse que representa entre el 1 y el 3 por ciento del costo final total del proyecto concreto de desarrollo. Ese costo crece considerablemente si se incluye la definición precisa de la ubicación del recurso, reserva probada, etc. (en el caso del petróleo, por ejemplo, puede constituir la cuarta o tercera parte de la inversión total).

Los estudios generales de ese tipo, en América Latina y en otras regiones del mundo, permiten presentar algunas cifras de orden aproximado, que son útiles para apreciar el esfuerzo necesario para realizar el inventario y el costo del mismo.

La fotografía aérea es la primera operación, seguida por ciertos trabajos de terreno y la foto-interpretación. La escala de los mapas básicos y el uso de instrumentos variará de acuerdo a las condiciones del terreno y los requerimientos. En general la escala variará entre 1 en 100 000 y 1 en 60 000.

La producción de los mapas básicos y el inventario de los recursos naturales debe encararse como una operación única. Agréguese a eso que la foto-interpretación debe organizarse de manera tal que sea posible se realice el inventario simultáneamente para todos los recursos existentes en la región examinada, y en la más estrecha cooperación posible. Para ello sería deseable que una misma organización central se ocupara de todo el trabajo, con el auxilio de equipos de técnicos de todas las especialidades involucradas. Lo mismo debe aplicarse al trabajo de campo y de reconocimiento, sobre todo tratándose de terrenos de difícil acceso. Esa parte de trabajo (en el terreno) es la más costosa y larga, y puede llegar a ser cinco y hasta diez veces superior al costo de la producción de la foto-interpretación. Recuérdese que el trabajo de campo requiere hacer el muestreo cuidadoso de una cuarta parte del mismo, y es más costoso en bosques que en suelos y en geología (la proporción aproximada sería 3 a 2 a 1).

El reconocimiento aéreo es mucho más rápido y menos costoso que los procedimientos tradicionales; puede costar la quinta parte y aún menos.

Para fijar las ideas podría decirse que para hacer mapas en escala del orden de 1 en 200 000 para cada 100 000 kilómetros cuadrados se necesita hasta 50 hombres-año a un costo de no mucho más de 1 millón de dólares. La distribución del costo entre toma de fotografía aérea y su interpretación, por un lado, y trabajo de campo por el otro, es del 20 y 80 por ciento; la distribución del tiempo empleado es respectivamente 40 y 60 por ciento.

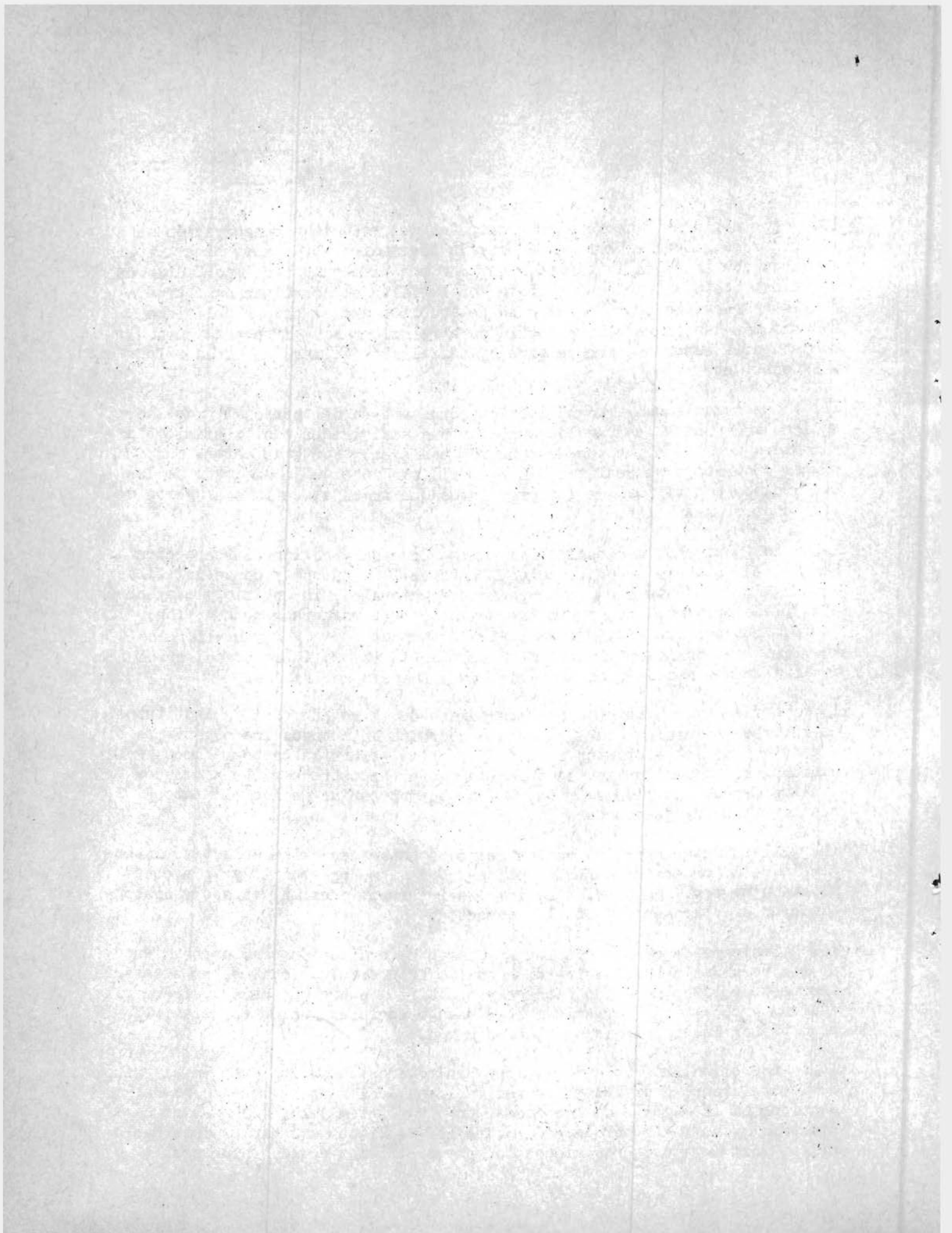
Para cubrir las áreas de mayor interés inmediato en América Latina se necesitarían no menos de 1 000 hombres-año para la foto-interpretación y 2 500 hombres-año para el trabajo de campo. Esas cifras muestran la magnitud de la tarea en formación y entrenamiento del personal idóneo, costos, etc.

7. CONCLUSIONES

1. Es de fundamental importancia para el progreso de América Latina que en los planes de desarrollo se programe el uso adecuado de los recursos naturales. Para ello es indispensable el conocimiento de su magnitud y posibilidades de aprovechamiento, para abaratarlo y hacer viable tanto el aumento de las exportaciones como el establecimiento de industrias de sustitución de las importaciones.

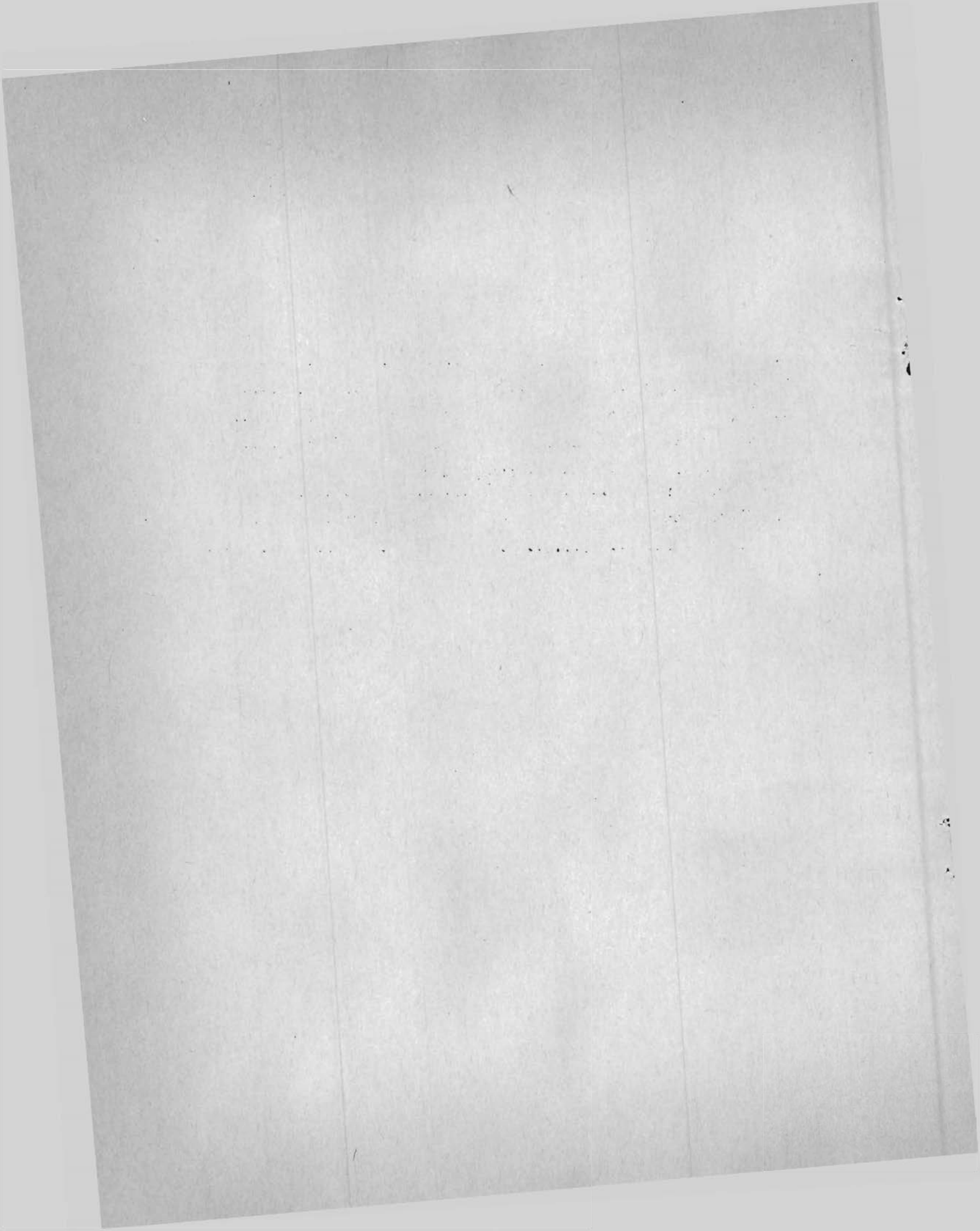
2. El estado del conocimiento sobre los recursos naturales en la región es sumamente deficiente. No existen inventarios adecuados y la tarea de evaluación económica realizada es insignificante.
3. El inventario y la evaluación de los recursos naturales exige una información básica adecuada (mapas topográficos, fotografía aérea, etc.) y de metodologías uniformes. En casi todos los países de la región esa información es muy insuficiente y las definiciones básicas (por ejemplo de reservas) son heterogéneas. Por otra parte, aun el escaso material disponible no se usa adecuadamente por falta de oficinas que lo clasifiquen y centralicen, por la excesiva cantidad considerada como "reservada" y, a menudo, por la escasez de personal capacitado para utilizarla.
4. La interdependencia dinámica de los recursos renovables interrelacionados (agua, suelos, bosques, praderas) hace aconsejable su estudio integral y común, mediante el aporte conjunto de expertos en diversas disciplinas en ese campo.
5. Conviene prestar atención preferente al conjunto de los recursos hidráulicos de cada región, relacionando las aguas subterráneas, los escurrimientos superficiales y las precipitaciones, y encarar el estudio integral incluyendo el uso múltiple de las cuencas hidráulicas, en sus aspectos económicos, evaluación de los proyectos concretos, su secuencia en el sistema del aprovechamiento, etc.
6. Es esencial el empleo racional de las nuevas técnicas, como el levantamiento aereofotogramétrico, para el conocimiento, en lo posible conjunto y simultáneo, de un gran número de recursos naturales, a la vez que la conveniente organización y coordinación del empleo de los resultados para el beneficio común de todos los servicios interesados.
7. La investigación científica y tecnológica sobre los recursos naturales es muy escasa en América Latina. Además, la poca que se realiza depende en muchos casos de la iniciativa individual, y no se hacen esfuerzos para orientarla en función de las necesidades nacionales.
8. El número de técnicos y científicos que en la región se ocupan de los recursos naturales en todos sus aspectos - reconocimiento, evaluación, conservación, aprovechamiento, etc. - es completamente insuficiente. Para cubrir las necesidades de la región es necesario incrementarlo varias veces.
9. El número de egresados de las universidades de América Latina en las disciplinas relacionadas con el estudio de los recursos naturales está también muy por debajo de las necesidades de la región. Además, en muchos casos, no se enseñan algunas de las especialidades que han adquirido una importancia fundamental en los últimos años.

10. Los organismos nacionales encargados del estudio y conservación de los recursos naturales carecen además de los medios apropiados para cumplir su tarea con la eficacia mínima requerida por la magnitud e importancia de aquéllos. Esta situación se agrava por la falta de coordinación entre los distintos servicios, aun en el caso de aquéllos que se ocupan del mismo recurso más aún entre campos asociados o relacionados. Esto trae como consecuencia superposición de tareas, deficiente utilización de la información existente, etc.
11. Los organismos cartográficos carecen también del personal y de los equipos indispensables para desarrollar sus actividades con la eficiencia y rapidez que los planes de desarrollo requieren. Por otra parte, sus planes de trabajo se realizan, en general, sin un estudio adecuado de las necesidades específicas de los organismos que trabajan en la evaluación de los recursos naturales.
12. Los gobiernos nacionales han comenzado a desarrollar cierta acción tendiente a obtener un mejor conocimiento de la magnitud y características de sus recursos naturales (exploraciones regionales, inventario y evaluación, etc.). No obstante, con pocas excepciones, esos esfuerzos no han sido acompañados por una acción correlativa destinada a mejorar y ampliar los servicios nacionales básicos. El resultado de esa política puede ser el desaprovechamiento de gran parte de los esfuerzos realizados.
13. Sería muy conveniente que los países de la región crearan institutos de recursos naturales que agruparan o coordinaran a todos los organismos encargados de los distintos recursos, y a los servicios cartográficos nacionales. Estos institutos tendrían que estar estrechamente asociados con los órganos de planeamiento, a los que proveerían de los elementos cuantitativos de juicio para los programas o planes de desarrollo.
14. El carácter especial de los recursos naturales exige un activo intercambio de información entre los países para su mejor estudio y aprovechamiento ulterior. En América Latina ese intercambio es muy escaso y discontinuo en prácticamente todos los aspectos.
15. Teniendo en cuenta que los problemas de evaluación y aprovechamiento de los recursos naturales trascienden las fronteras nacionales, es necesario incrementar la cooperación técnica y científica entre los países. Para ello sería muy conveniente organizar reuniones o conferencias de especialistas para tratar los problemas de interés común.
16. Los organismos internacionales han colaborado activamente en el estudio de los recursos naturales de la región. Esa acción, sin embargo, no ha seguido, en la mayoría de los casos, un plan sistemático. Además, no ha existido suficiente coordinación entre los distintos organismos internacionales, como para asegurar el máximo aprovechamiento de los esfuerzos.



INDICE

	<u>Página</u>
1. Resumen.....	1
2. Generalidades.....	2
3. Importancia económica de los recursos primarios.....	3
4. Estado actual del conocimiento y sus características.....	9
5. Las posibles demandas futuras y su relación con las reservas	19
6. Planificación y costos de los reconocimientos.....	26
7. Conclusiones.....	27



UNESCO/CASTALA/2.1.5
Fecha: 18 de agosto 1965
Original: Español

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION,
LA CIENCIA Y LA CULTURA

CONFERENCIA SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
AL DESARROLLO DE AMERICA LATINA
(CASTALA)

organizada por la Unesco en cooperación con la
Comisión Económica para América Latina

(Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965)

DESARROLLO INTEGRADO DE LOS RECURSOS RENOVABLES
INTERRELACIONADOS DE UNA CUENCA

Preparado para la CEPAL por Julio Castellanos, Consultor

Nota: Este texto es preliminar y está sujeto a cambios de fondo y forma.

1. RESUMEN

En los últimos años las Naciones Unidas ha tratado en varias ocasiones de los problemas vinculados con el desarrollo integrado de las cuencas fluviales, exponiendo los principios generales y la metodología para planificar los proyectos en ese campo, así como las principales dificultades que presenta su ejecución.

Al examinar los documentos publicados(1) se deduce que hay consenso acerca de la importancia del tema para el progreso económico y social de la región, sobre todo en áreas donde la escasez o el exceso de agua constituye el principal factor limitativo.

Inicialmente, los estudios y proyectos sobre un río se restringían al aspecto hidráulico, vale decir al mejoramiento de la distribución y el aprovechamiento de las aguas superficiales aumentando ese recurso donde hacía falta y eliminándolo donde sobraba. El elevado costo de las grandes obras de regulación hidráulica estimuló la preparación, cada vez más frecuente, de proyectos que permitieran usar el agua con varios fines. Ese concepto del aprovechamiento del agua en usos múltiples se ha ampliado de modo que no sólo se trata de combinar varios fines, sino de no descuidar la consideración de ningún uso económico - fungible o no fungible - aunque su incorporación al sistema deba preverse para el futuro.

La aplicación práctica de esos conceptos ha permitido emplear en forma más racional los recursos hídricos de muchas cuencas de diferentes países. Desde luego, en casi todos los casos, antes de poner en funcionamiento el proyecto fue necesario resolver los problemas derivados de los intereses contrapuestos que plantean los posibles empleos del agua, además de los de carácter técnico, financiero, etc., que presenta cualquier obra de envergadura.

Los estudios y proyectos para programar el aprovechamiento del agua a lo largo de todo el curso de un gran río, han permitido perfeccionar muchas otras técnicas necesarias para el planeamiento regional. Puede afirmarse que la necesidad de estudiar el uso racional del agua ha creado

-
- (1) - Multiple Purpose River Basin Development - Part I - Manual of River Basin Planning, por la Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente - N.Y. (1955).
- Integrated River Basin Development - Informe de un grupo de expertos, publicado por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas - N.Y. (1958).
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas. Informe de la secretaria sobre el punto A.2 del temario (1962).
- Informe final (provisional) de la Conferencia Latinoamericana sobre el estudio de las regiones áridas, 1963.

uno de los campos más fértiles para el desarrollo de ciencias interdisciplinarias, ya que supone el trabajo conjunto del ingeniero hidráulico con especialistas en agricultura, edafología, dasología, hidrogeología, problemas industriales, de producción eléctrica, navegación, etc. A esos grupos de trabajo debe sumarse habitualmente el concurso de especialistas en legislación, economía y ciencias sociales.

Por ser una unidad fisiográfica bien definida, la cuenca de un río permite ver con mayor claridad desde las relaciones recíprocas entre el agua, el suelo y el bosque, hasta las existentes con otros recursos menos vinculados, como el minero. Facilita, por otra parte, la visión del conjunto de oportunidades que pueden aprovecharse para resolver problemas económicos y sociales generales.

Esas circunstancias hicieron evolucionar la idea primitiva de aprovechar en forma aislada los recursos hídricos (a veces exclusivamente el hidroeléctrico) y transformarla en la de aprovechar en forma integrada la totalidad de los recursos naturales de la cuenca, fomentando su uso racional de manera de lograr el máximo beneficio para la comunidad o las comunidades que la habitan.

El éxito obtenido en la aplicación de ese concepto en distintos países latinoamericanos se puede ejemplificar citando el caso de México, en que funcionan Comisiones Hidrológicas específicas cuya finalidad es promover el desarrollo integral y armónico de todos los recursos renovables y no renovables localizados en las cuencas de los ríos. Las facultades de esas comisiones llegan a ser en algunos casos más amplias que las de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de la cual dependen y abarcan problemas muy diversos como los relacionados con la ingeniería sanitaria, comunicaciones, educación, agricultura, silvicultura, industria, desarrollo de comunidades rurales y urbanas, etc. El primer organismo descentralizado de ese tipo se creó en 1947 para la cuenca del río Papaloapán.

O. Benassini(2) al presentar los resultados de los quince primeros años de labor de esa Comisión, menciona, entre otros, los siguientes beneficios obtenidos:

a) Se creó un ingreso adicional igual a 1.6 veces la inversión hecha; se duplicó el área agrícola cultivada desarrollando valiosos productos de exportación como azúcar, café, piña, etc.; se instalaron industrias para aprovechar recursos existentes como es el caso de la fabricación de papel que ya satisface 1/3 de las necesidades del consumo nacional; la capacidad

(2) O. Benassini, "Desarrollo integral de cuencas hidrográficas" - Documento E/CONF.39/A/197 presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la aplicación de la ciencia y la tecnología en beneficio de las regiones menos desarrolladas, 1963.

instalada en las centrales eléctricas se incrementó de 37 557 kW a 251 000 kW; se construyeron 2 081 kilómetros de caminos nuevos y 34 pistas de aterrizaje para comunicar con centros urbanos a pueblos ubicados en terrenos de difícil acceso, etc. En general, comparado con el período anterior a la iniciación de las actividades de la Comisión, el ritmo de desarrollo de la cuenca ha aumentado a más del doble habiéndose creado al mismo tiempo condiciones para una mayor industrialización la que está llamada a tener repercusión nacional.

b) Los efectos de las obras de recuperación social no fueron menos importantes; se mejoraron las condiciones sanitarias; se habilitaron 330 nuevos edificios escolares y se fomentaron, mediante subsidios, la enseñanza secundaria y las actividades culturales y deportivas; se reasentaron con éxito poblaciones y, apoyándose en estudios antropológicos, se hicieron importantes avances para incorporar a varias comunidades indígenas a la vida económica y social. Para completar la evaluación de una obra de esta naturaleza, resulta necesario incluir otros beneficios logrados, aunque sea indirectamente. Por ejemplo, habría que computar en alguna forma el valor de las vidas humanas que se salvaron al suprimirse las inundaciones, o el ahorro en horas-hombre que representa la erradicación de enfermedades como el paludismo.

De todos modos, debe tenerse en cuenta que además de ser el resultado de la aplicación de los conceptos propios del desarrollo integral y de la capacidad de los técnicos que los aplicaron, la valoración de esta cuenca fue posible porque en ella se efectuaron inversiones públicas cuyo monto representó el 2.5 por ciento de la inversión total del sector público en todo el país durante el período.

Los informes de las misiones sobre recursos hidráulicos organizadas por el Programa de Recursos Naturales y Energía de la CEPAL(3) permiten tener una idea cierta de las posibilidades de desarrollo que ofrecen los ríos de numerosos países ya estudiados en la región. A pesar de los resultados satisfactorios obtenidos al estimular la aplicación en mayor escala de los conceptos relativos al desarrollo integrado de cuencas, la experiencia recogida por el Programa permite señalar algunos inconvenientes que impiden en la práctica y que sobre todo van a impedir en el futuro, la ejecución rápida y eficaz de estos proyectos. En un documento especial(4) se indicaron algunos de los principales obstáculos a que nos referimos: déficit de conocimientos básicos, legislación y administración inadecuadas, falta de coordinación entre los organismos que se ocupan de distintos recursos, etc.

(3) CEPAL, "Los recursos hidráulicos de América Latina; reseña y evaluación de la labor realizada por la CEPAL", 1963 (E/CN.12/650).

(4) CEPAL, "Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo", 1963 (E/CN.12/670).

En el convencimiento de que muchas áreas del continente sólo podrán satisfacer las demandas que crea el incremento demográfico mediante energías medidas que permitan obtener el máximo beneficio de los recursos naturales locales, la CEPAL estima que la planificación del desarrollo integrado de cuencas hidrográficas constituye un campo fértil para el trabajo en América Latina de casi todos los organismos especializados de las Naciones Unidas. Esa planificación plantea problemas de investigación, administrativos y de ejecución que deben estudiarse muy cuidadosamente para lograr máxima eficiencia.

Este documento analiza los aspectos del desarrollo integrado de cuencas relativos a la ordenación de los recursos naturales renovables, principalmente en las áreas de captación de aguas, con el objeto de plantear el problema de cómo pueden fomentarse, mediante el ordenamiento, la asistencia técnica y otros medios, los esfuerzos que despliegan en la materia distintos países de la región.

2. LA ORDENACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LAS AREAS DE CAPTACION DE AGUAS

En las zonas altas de captación de aguas, o vertientes donde se originan las corrientes que alimentan a los ríos, el agua, el suelo y la vegetación están estrechamente vinculados. La explotación de esas tierras por el hombre puede romper el equilibrio natural y perturbar el ciclo hidrológico. La suma de procesos negativos como la erosión acelerada, las inundaciones torrenciales, etc., originan daños, a veces irreparables, en las tierras bajas y la pérdida de fertilidad en los suelos ubicados en partes altas, dando comienzo a otro ciclo cuya tendencia es aumentar la pobreza. La historia de algunas comunidades antiguas que habitan en la Cordillera de los Andes y otras regiones montañosas de América Latina, permite apreciar el paralelismo entre la degradación física de esas comarcas y el deterioro económico de los pueblos que explotan sus recursos.

Al aprovechamiento racional de los recursos naturales de las cuencas superiores de los ríos se le denominará en adelante ordenación de vertientes. A base de los datos suministrados por las ciencias que estudian la interdependencia de distintos recursos, la ordenación de vertientes trata de encontrar los medios para obtener el máximo rendimiento del suelo agrícola, de la producción forestal, de la tierra de pastos, de la pesca interior, de los valores escénicos, etc., y, al mismo tiempo, para conservar el agua.

2.1 Principales interrelaciones entre la vegetación, el suelo y el agua: su importancia para determinar el uso óptimo de la tierra

El mayor interés que presenta el manejo de la vegetación natural en la ordenación de vertientes, radica en la influencia que ésta ejerce sobre las precipitaciones locales, la escorrentía, el movimiento del suelo, etc., todo lo cual puede repercutir en favor o en contra de un balance hidrológico adecuado.

Con relación a la intercepción del agua de lluvia por las hojas de las plantas, se ha llegado a determinar, de un lado, su acción benéfica al evitar la erosión que siempre produce el golpe de las gotas sobre el suelo seco, y de otro, la acción negativa al aumentar las pérdidas por evaporación, que cuando la superficie del follaje es extensa alcanza cifras considerables. Esas pérdidas dependen de la intensidad y duración de la lluvia.

Los estudios sobre la transpiración de las plantas resultan de gran importancia ya que la intensidad con que se produce esa función fisiológica influye notablemente en el balance hídrico. Se comprueba que cuando el suelo es profundo, la vegetación densa y la precipitación abundante, la reducción de la vegetación hace disminuir la evapotranspiración y aumentar el rendimiento hídrico. Cuando las condiciones de humedad varían, se deseca el ambiente y las raíces no alcanzan la napa freática, los estomas de las plantas se cierran y la transpiración disminuye aunque la radiación solar se mantenga elevada. En tales condiciones la vegetación ejerce poca o ninguna influencia sobre el consumo hídrico, pero sigue desempeñando su importante función estabilizadora del suelo (importancia del matorral xerófilo).

La influencia de la vegetación sobre el escurrimiento superficial y la infiltración resulta también notable debido a que la velocidad de descenso del agua por una ladera bien poblada con una espesa vegetación, se reduce a la cuarta parte de la que alcanzaría si la misma ladera estuviese desnuda. Ello significa que las aguas permanecen sobre la superficie un tiempo cuatro veces mayor. La influencia de la vegetación en el escurrimiento, permite que con una adecuada ordenación de ésta pueda obtenerse una disminución de la riada máxima y un aumento del caudal de estiaje en los cursos de agua.

Con relación a los suelos, la vegetación ejerce sobre ellos influencias capaces de modificar sus condiciones físico-mecánicas y microbiológicas, lo cual puede, a su vez, modificar completamente su valor hidrológico. La experiencia enseña que eliminando la vegetación (aun sin causar daños mecánicos) se puede llegar a una fase crítica en que el suelo se apelmaza y la escorrentía superficial aumenta. Si en ese momento no se produce una recuperación de la vegetación, comienza un ciclo progresivo de degradaciones. El ciclo conduce a una situación relativamente estable de baja capacidad de infiltración y de almacenamiento de agua en la cuenca, así como a una excesiva velocidad de escurrimiento.

Por su parte, las características edáficas de la cuenca influyen sustancialmente en el tipo de vegetación de la misma al ser, junto con las condiciones de humedad, factor limitante para su desarrollo. Pero para los fines de la ordenación de vertientes los factores que más interesan son la permeabilidad y la capacidad de retención de humedad del suelo, ya que ellas influyen en el movimiento del agua infiltrada y sobre ellas influye a su vez, el uso que se haga de la tierra. La forma en que se trabaja la tierra agrícola contribuye casi siempre a acrecentar las cárcavas y barrancos, intensificar las inundaciones y, sobre todo, acumular sedimentos en los cauces.

Las interrelaciones mencionadas brevemente más arriba, junto a otras de menor significación, determinan necesariamente que el aprovechamiento de cada uno de los recursos de una cuenca afecta el equilibrio natural preexistente y haga variar la cantidad y calidad del agua que produce.

Como se señaló para el agua, el aprovechamiento del suelo, del bosque y de los pastos fue evolucionando desde el concepto de explotación aislada de cada recurso con una finalidad determinada, hasta el del uso combinado de varios recursos y con fines múltiples. En la ordenación de vertientes se da por supuesto que toda tierra utilizable lo es en más de un aspecto y que la producción de agua es uno de ellos. Dicha ordenación se basa en el conocimiento de las interacciones antes mencionadas y tiene por objeto resolver los problemas que plantea el uso de la tierra y del agua, teniendo en cuenta no un recurso determinado sino el conjunto de aquellos que por ser interdependientes deben tratarse en forma paralela.

La intensificación de las investigaciones científicas básicas y aplicadas que permitan tener ideas más claras acerca de las influencias recíprocas que ejercen los recursos interdependientes, en las condiciones específicas de diversas cuencas de América Latina, será de gran valor para el futuro. Programas como el Decenio Hidrológico Mundial a cargo de la UNESCO, seguramente permitirán obtener datos fundamentales para la aplicación de las técnicas de ordenación de vertientes en distintos ambientes ecológicos de América Latina.

Otras organizaciones internacionales que también estimulan la realización de investigaciones sobre el tema que se estudia, como la FAO, la Asociación Internacional de Hidrología Científica, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal, la OMM, etc., deberían intensificar su apoyo a los países latinoamericanos formulando en lo posible programas conjuntos.

2.2 La ordenación de vertientes: su vinculación con las grandes obras necesarias para el desarrollo integrado de cuencas

Ordenar una vertiente implica poner en práctica una serie de planes de trabajo con el fin de implantar un sistema protector y de aprovechamiento de recursos que origine beneficios tanto públicos como privados. La ordenación forestal, ordenación de tierras de pastoreo, etc., no son sinónimos de ordenación de vertientes. Sin embargo, ésta se apoya en las primeras para obtener sus fines de conjunto. Cuando la ordenación forestal tiene como único objetivo lograr el máximo rendimiento sostenido de la producción de maderas comercialmente valiosas, puede no tener en cuenta el rendimiento de agua de una cuenca.

Si esa misma ordenación forestal se hace dentro de un plan de ordenación de vertientes será imprescindible tener en cuenta la influencia de las distintas operaciones en la conservación del suelo y del agua.

Se acostumbra distinguir dos objetivos en la ordenación de vertientes: a) la rehabilitación, que consiste en aplicar procedimientos destinados a reparar las cuencas degradadas por prácticas nocivas - accidentales o intencionales - como incendios repetidos, pastoreo excesivo, la constante corta abusiva de madera, malas prácticas agrícolas y, en general, el empleo de la tierra para fines que estén en desacuerdo con sus aptitudes; b) la protección, que consiste en imponer prácticas destinadas a mantener las buenas condiciones que ya existen en la cuenca, pero sin dejar de aprovechar al máximo los recursos forestales, los pastos, la caza y la pesca, los valores escénicos, etc.

De todos modos, el objetivo final de la ordenación de cuencas es siempre el mejoramiento del régimen hidrológico mediante prácticas destinadas a aumentar el caudal de agua o a evitar inundaciones dañinas.

Así como existe una relación estrecha entre las posibilidades del desarrollo industrial de una cuenca y la disponibilidad de energía que ofrece la construcción de una gran presa para el aprovechamiento hidroeléctrico del río, existen relaciones también estrechas entre las grandes obras hidráulicas y el uso de la tierra aguas arriba de las mismas. Este hecho determina la necesidad de coordinar las medidas que se dicten para el aprovechamiento de dichas tierras con las exigencias del buen funcionamiento técnico y económico de obras de gran envergadura que se construirán sobre el río principal o sus afluentes.

Desde el punto de vista técnico, la ordenación de vertientes asegurará la protección de las obras contra el atarquinamiento y proporcionará un régimen más regular de los ríos que alimentan embalses, lo cual facilitará la buena administración de éstos. Por su parte, las grandes obras abren nuevas perspectivas de aprovechamiento de los recursos de la cuenca alta, lo cual puede llegar a justificar las inversiones que demanda el buen manejo de tales recursos. Los grandes embalses influyen en el desarrollo forestal, agrícola, ganadero, de pesca interior, etc., y casi siempre aumentan las posibilidades que ofrece el turismo como industria asociada a los valores escénicos. Pero no basta tener en cuenta estas consideraciones al desarrollar los proyectos, sino que importa el orden cronológico con que éstos se ejecutan, ya que la ordenación de vertientes realizada como una etapa anterior a la construcción de obras importantes de ingeniería, contribuirá a prolongar la vida útil calculada para éstas.

Para llevar a cabo la compleja labor de coordinar esos aspectos del desarrollo integrado de una cuenca en las condiciones actuales de Latinoamérica, resulta necesario solucionar algunos problemas de carácter económico que presenta el mejoramiento de las áreas de captación de aguas. Si el costo de ese mejoramiento se lo relaciona exclusivamente con la protección de un embalse, lo más probable es que dicho costo parezca tan elevado que los proyectos no puedan realizarse. Por eso debe tenerse en cuenta que los trabajos necesarios para la protección de las obras de ingeniería son de tal naturaleza que pueden originar beneficios económicos directos al aumentar

/la productividad

la productividad de las tierras forestales, agrícolas o de pastos. Cuando se dan condiciones favorables los costos de ordenación de vertientes podrán ser absorbidos por los usuarios que verán incrementados sus ingresos al mismo tiempo que contribuirán a preservar las grandes obras. En esos casos la acción oficial puede limitarse al asesoramiento técnico y a medidas educativas y crediticias para facilitar los programas que racionalicen la colonización y el uso de la tierra. Cuando el grado de degradación, o las condiciones ecológicas de la cuenca, exige luchar contra la erosión del suelo que por sus características supera las posibilidades de los particulares, será preciso incluir en las estimaciones de gastos del desarrollo integral de la cuenca, medidas para la restauración de terrenos con carácter de obras públicas.

Lo normal es que esas dos posibilidades aparezcan combinadas en una misma cuenca, en cuyo caso se impone una delimitación de las áreas en que la ordenación de vertientes se encarará como obras públicas y en las que se aplicará una política destinada a lograr el concurso de los particulares en el mejoramiento del uso de la tierra.

En la casi totalidad de los países latinoamericanos no se presta ninguna atención a las tierras de valor hidrológico. Como veremos más adelante, técnicas que en esta materia se aplican con éxito desde fines del siglo pasado en otras regiones, recién ahora empiezan a usarse en algunos de nuestros países. El divorcio entre la ordenación de vertientes y los grandes proyectos hidráulicos se ve favorecido porque estos últimos se planifican todavía con miras a resolver problemas existentes en determinados tramos del río, sin considerar lo que ocurre en otros sectores de la misma cuenca. Otra causa que atenta contra la aplicación de los valiosos conceptos del desarrollo integrado de cuencas expuestos anteriormente, reside en la falta de formación interdisciplinaria de los ingenieros que administran los distintos recursos.

La FAO, como organismo especializado dentro de las Naciones Unidas, se ha ocupado en general de esos problemas(5) y ha organizado seminarios en distintas regiones del mundo para discutir las cuestiones relativas a la ordenación de vertientes. También en Latinoamérica ha prestado asistencia técnica, dirige proyectos del Fondo Especial sobre el tema, y ha organizado el Comité Regional de Ordenación de Cuencas y Corrección de Torrentes, bajo la jurisdicción de la Comisión Forestal Latinoamericana.

La CEPAL apoya esas acciones y la actuación del mencionado Comité, habiendo iniciado recientemente tareas conjuntas con la FAO a fin de estimular los estudios y programas interdisciplinarios tendientes a coordinar en todos los órdenes, las labores que se realizan en distintos campos

(5) FAO, "Introducción a la ordenación de cuencas hidrográficas", Informe 703, Roma, 1958.
FAO, "La Influencia de los Montes", Roma, 1962.
FAO, "Watershed Management", Occasional Paper N° 13, Roma, 1962.

especializados. Dentro de esa tónica preparó una encuesta(6) destinada a conocer aspectos técnicos, económicos, administrativos y legales que hacen a la racionalización del uso de los recursos interdependientes. Con la autorizada opinión de los organismos y personas consultadas y la bibliografía existente, se ha podido componer un cuadro preliminar de la situación regional en ese campo.

3. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL Y LATINOAMERICANA EN LA ORDENACION DE VERTIENTES

Siguiendo las líneas generales de la encuesta que se mencionó anteriormente, la síntesis de la información disponible para cada uno de los principales recursos se presenta por separado, para posteriormente hacer un análisis del conjunto de problemas. Dadas las características de este documento, de la información disponible se tomó sólo la más ilustrativa. Sin embargo, se preparará con posterioridad un documento más amplio que permita incluir numerosos datos y valiosos conceptos que contienen las respuestas y que con seguridad serán de valor para los especialistas en el tema.

3.1 Los bosques y tierras forestales en la ordenación de vertientes(7)

En los dominios del sector forestal tienen lugar las manifestaciones más graves del fenómeno de los torrentes. Quizá por ese motivo los técnicos forestales de los países europeos más afectados por los problemas que originan los torrentes, desarrollaron desde fines del siglo pasado técnicas hidrológico-forestales destinadas a controlar esos fenómenos a las cuales denominaron en su conjunto corrección de torrentes. Al desarrollarse, a su vez, el concepto más amplio de ordenación de vertientes, la corrección de torrentes pasó a constituir uno de sus verdaderos pilares. España, Francia, Yugoslavia, Italia, Suiza, etc., han racionalizado convenientemente la aplicación de la corrección de torrentes en distintos ambientes. Algunos de esos países invierten en esos trabajos las sumas más importantes del presupuesto de sus servicios forestales. Por su parte, América Latina y otras regiones del mundo empezaron también a aplicar esa técnica.

(6) Véase el anexo al final del documento. Esos cuestionarios se distribuyeron en un número aproximado de trescientos y se recibieron algunos comentarios muy valiosos, aunque lamentablemente muchos quedaron sin responder. Se abriga la esperanza de continuar con ese tipo de intercambio de opiniones, incluso quizá en reuniones técnicas convocadas para ese propósito.

(7) Algunos de los datos correspondientes a este sector se elaboraron con anterioridad para su presentación a la primera reunión del Comité Latinoamericano de Ordenación de Cuencas y Corrección de Torrentes (Cunitiba, Octubre 1964).

La corrección de torrentes trata de ordenar la vegetación de las cuencas de manera que ésta fije los terrenos y ejerza las influencias convenientes sobre el régimen hídrico. Esto lo logra controlando los factores adversos que, como veremos por la información recibida de los distintos países, también en América Latina coinciden siempre con los siguientes: a) pastoreo excesivo en los montes; b) incendios incontrolados; c) abusos en la extracción de productos forestales y falta de precauciones en la construcción de vías de saca y caminos y d) la agricultura migratoria. Por otra parte, la corrección de torrentes estabiliza el perfil longitudinal de los cauces por intermedio de pequeñas y medianas obras hidráulicas. La acción forestal e hidráulica combinada armónicamente, permite restaurar las condiciones favorables en una cuenca. Como se señaló en el orden internacional, esa técnica se aplica con éxito en los terrenos forestales de las cuencas imbríferas, con el fin de controlar los torrentes. A continuación resumimos la información suministrada sobre este tema por servicios forestales y expertos de la región.

Argentina. Cuenta este país con una evaluación de las características de los torrentes y de los daños que originan, realizada por la FAO en virtud del Programa Ampliado de Asistencia Técnica (Informe N° 1142, al Gobierno). Dicho informe señala que el 41 por ciento de la totalidad de las tierras del país están afectadas por problemas derivados del estado de degradación observable en sus cuencas imbríferas y tierras de valor hidrológico. La intensidad de la actividad de los torrentes es variable en las distintas provincias y las más castigadas son las situadas al pie de la Cordillera de los Andes, en las regiones áridas y semiáridas.

La gravedad de los daños que ocasiona esa situación puede apreciarse por el hecho de que se consideran comprometidas o en peligro de ser destruidas tierras de cultivo que producen una renta anual avaluada en 210 millones de dólares. El mismo fenómeno amenaza en forma más o menos grave a numerosos pueblos, habiéndose tenido que lamentar en los últimos años dos casos de inundaciones torrenciales en las que hubo numerosas víctimas además de cuantiosos daños materiales (Olta, provincia de La Rioja, con un saldo de 12 personas muertas y Chumbicha, provincia de Catamarca, con 37 muertos).

Ante esos hechos, el Gobierno ha adoptado una serie de medidas para atender a ese problema, el que está a cargo de la Administración Nacional de Bosques. Además de los trabajos de defensa ribereña que se realizan en dos ciudades, se están preparando estudios para atender a las regiones más afectadas. Sin embargo, pronto será posible iniciar una acción más enérgica, una vez que se pueda contar con el número necesario de especialistas para cuya capacitación se creó el Instituto de Ordenación de Vertientes en la Escuela Superior de Bosques (Universidad Nacional de La Plata). Para establecerla, el Gobierno solicitó la asistencia técnica de las Naciones Unidas, organización que proporcionó profesores y servicios a través de un proyecto del Fondo Especial que tiene como agencia ejecutora a la FAO.

Bolivia. Todavía no se ha efectuado la clasificación de los bosques, por lo que las masas forestales protectoras no están sometidas a un régimen de aprovechamiento especial. Los principales factores que influyen en la degradación de esos bosques son: colonización incontrolada, en los últimos tiempos, en los Yungas, Alto Beni, Chapare; sobrepastoreo y tala desmedida e incendios en el Altiplano, Cochabamba, Tarija, Chuquisaca, etc. No es posible determinar los perjuicios económicos, debido a la vastedad de los terrenos afectados por esas malas prácticas y a la falta de los estudios correspondientes. De acuerdo con las disposiciones legales, le corresponde al servicio forestal ejecutar las obras para restaurar las áreas antes mencionadas, pero por razones técnico-económicas sólo lleva a cabo trabajos en muy pequeña escala. Este servicio, con la colaboración de la Corporación Boliviana de Fomento, ha conseguido declarar reserva forestal el bosque situado entre los ríos Kaka y Bopi, en el Alto Beni.

En 1958 se registró un desastre en la zona sur del oriente boliviano a raíz de inundaciones torrenciales que destruyeron tierras de cultivo en muchas estancias y fincas de importancia. Para una zona de la provincia Cordillera los daños en tierras que no pudieron recuperarse se estimaron en medio millón de dólares.

El informe N° 512 de la FAO sobre problemas forestales de Bolivia, indica la importancia que debe dar ese país a los torrentes. También se recibió ayuda bilateral, especialmente del Gobierno Federal de Alemania. Hasta el presente, no se realizaron trabajos de corrección de torrentes.

Chile. A pesar de que los bosques protectores están sometidos a un régimen de aprovechamiento especial cuando se encuentran situados en las cabeceras de las cuencas hidrográficas, el país afronta graves problemas derivados de los torrentes. Ello se debe a la imposibilidad actual del Servicio Forestal de controlar los incendios, el sobrepastoreo y el inadecuado aprovechamiento de los montes.

El pastoreo, sumado a la explotación irracional de especies valiosas como el "quillay" (Quilaja saponaria) y el boldo (Boldea boldus), no sólo ha incrementado la erosión de los suelos sino que está produciendo la desertización en muchas áreas del norte y centro del país, cubiertas de bosques xerófilos.

Se ha calculado que anualmente se queman alrededor de 30 000 hectáreas de bosques en el sur del país, estimándose el monto de los daños por este motivo en 10 millones de dólares, sin contar los daños indirectos que ocasiona el aumento de la actividad de los torrentes. Efectivamente, aunque no han sido evaluados, esos últimos daños son de la mayor importancia según los expertos del Servicio Forestal chileno, quienes atribuyen a la falta de protección de las cuencas imbríferas el incremento de las inundaciones que provocan una docena de ríos de distinta importancia, afectando valiosísimos terrenos de cultivo y a las poblaciones que están ubicadas en las riberas.

La Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile cuenta con una cátedra de Corrección de Torrentes.

Se ha señalado(8) que el 60 por ciento de los suelos agrícolas de Chile están atacados por la erosión. Los arrastres sólidos que ella provoca se originan en las cuencas superiores y, entre otros males, provoca el atarquinamiento que amenaza acortar la vida útil de los embalses y compromete la navegación de algunos ríos, como los de Aysén y Valdivia. Además de malograrse así importantes cantidades de suelo fértil esa devastación contribuye a la considerable disminución de los rendimientos hidrológicos, con serios efectos en la economía del riego.

Colombia. La topografía del país, unida a la tendencia histórico-geográfica de sus habitantes de concentrarse en las tierras altas de las cuencas, ha originado problemas que afectan a grandes áreas del territorio colombiano. En efecto, la densidad de población ha presionado sobre los bosques provocando su explotación irracional, incluso de aquellos a los cuales la ley atribuye carácter de protectores. Como consecuencia de ello, aunque no se hayan evaluado los daños que ocasiona la aceleración del proceso erosivo en las cuencas imbríferas, los expertos forestales citan algunos casos concretos en los que resulta fácil comprobar la vinculación entre el uso inadecuado del bosque y el origen de graves problemas:

- a) la erosión y el atarquinamiento en el valle del río Magdalena ha reducido en los últimos 25 años la navegabilidad de dicho cauce y obligado a utilizar otras vías de transporte;
- b) en el Departamento de Santander y en otras zonas montañosas como Manizales, es común tener que evacuar barrios enteros afectados por aluviones que hacen peligrar muchas poblaciones. Los mayores problemas se originan en las cuencas de los ríos Pamplonita y Zulia;
- c) son apreciables los perjuicios que sufren acueductos y centrales hidroeléctricas situadas en los ríos Chinchiná, Campoalegre, Otún, Auchicayá, etc. La central hidroeléctrica de este último río se vio obligada a mantener una draga que trabaja 12 horas diarias extrayendo los sedimentos que se acumulan en la represa.

El Servicio Forestal ha iniciado distintos proyectos para resolver esos y otros problemas existentes, pero el número de técnicos y recursos de que dispone son insuficientes frente a la magnitud de las tareas que deben realizarse. Más adelante se comentan los trabajos que desarrollan en este campo, pero coordinadamente con otros sectores, la Corporación Autónoma Regional del Cauca y la Corporación Autónoma de la Sabana de Bogotá y de los Valles de Ubaté y Chiquinquirá.

(8) Palabras del Presidente de la República y del Ministro de Agricultura, al inaugurar el Plan Nacional de Forestación el 6 de agosto de 1965.

En la Facultad Forestal de Medellín se dicta una cátedra de Corrección de Torrentes. El proyecto experimental de la cuenca hidrográfica del río Otún que está en desarrollo, suministrará datos de gran interés. Se ha recibido asistencia técnica de la FAO y bilateral de los Estados Unidos.

Guayana Británica. La situación en este territorio es mucho menos grave debido a la baja densidad de la población que habita en las zonas montañosas y de bosques. Sin embargo, el Servicio Forestal debe luchar contra algunos elementos adversos que atentan en forma más o menos grave contra la conservación de las áreas de captación de aguas. Los incendios, que se producen en las épocas de intensa sequía y algunas veces son extendidos por violentos huracanes, han originado graves trastornos que se manifestaron en avenidas anormales de los ríos, atribuidas por los técnicos del país a la falta del follaje que habitualmente retiene parte del agua de lluvia, aunque siempre queda vegetación suficiente para proteger el suelo y gran parte de la escorrentía. El Servicio Forestal desarrolla una acción permanente para contrarrestar los incendios forestales, y ante los programas de colonización agrícola en zonas boscosas que se piensan desarrollar próximamente, estima necesaria la revisión de las ordenanzas forestales con el fin de incorporar nuevas normas legales que resguarden los bosques protectores.

Guatemala. La ley forestal se modificó recientemente a los efectos de que el Servicio Forestal esté en condiciones de racionalizar el uso de las tierras cubiertas por bosques protectores, debido a la urgente necesidad de recuperar las cuencas altas de los ríos Tamalá, Suchiate, Madre Vieja, Villalobos y otros. El Servicio Forestal estima indispensable atender a los principales factores que influyen en la degradación de los bosques y que por orden de importancia son: incendios, pastoreo y falta de una adecuada ordenación forestal. Dicho Servicio, por razones técnicas y presupuestarias, no está en condiciones de hacerse cargo de esos problemas calificados como de sumamente graves, habiéndose visto obligado a suspender, por tales motivos, un programa iniciado para recuperar la cuenca del río Tamalá. El informe FAO/ETAP N° 306 contiene valiosas indicaciones acerca de las medidas que debería adoptar ese país para conservar sus bosques, los que influyen en la regulación del régimen hidrológico.

México. La ley forestal mexicana establece las zonas de bosques protectores, las cuales son administradas por técnicos especializados según las normas silvícolas más adecuadas.

La ley dispone también la restauración de terrenos degradados, tareas que cumple un servicio de reforestación con un presupuesto a cargo del Erario Federal y del Fondo Nacional Forestal.

En México se considera que los incendios y el pastoreo son factores que causan daños a la vegetación y, en consecuencia, originan la erosión acelerada de los suelos. Pero el principal factor de degradación es la agricultura nómada que ha ocasionado grandes desmontes en terrenos con pendientes pronunciadas y pobres para cultivos agrícolas, los cuales se abandonan después de dos o tres años de uso, con claras manifestaciones de erosión.

La actuación del Servicio Forestal tendiente a contrarrestar esos daños tiene gran significación en México.

Nicaragua. Los primeros reconocimientos para determinar las posibilidades de incrementar el desarrollo de áreas en el nordeste del país, señalan la necesidad de tomar precauciones especiales para que los futuros aprovechamientos forestales en el Departamento Zelaza (áreas del Bonanza-Rosita y Guina) no produzcan trastornos, dadas las condiciones ecológicas y topográficas de esas cuencas.

Cuba. No obstante existir antiguas disposiciones legales que delimitaban los bosques protectores, solamente en 1961 se crea la Dirección General Forestal del Instituto Nacional de la Reforma Agraria y comienzan a aplicarse programas destinados a recuperar los extensos terrenos degradados de la isla. Entre los factores que principalmente contribuyen en mayor medida a desvastar las masas protectoras se señalan el afán desmedido de lucro de los propietarios de bosques, unido a la expansión de la ganadería y de las tierras destinadas al cultivo de la caña de azúcar. También la agricultura semi-nómada, muy activa en las tierras de montaña durante el período anterior a la reforma agraria, y los incendios forestales, contribuyeron a crear un grave desequilibrio hidrológico-forestal, sobre todo en la Sierra Maestra, la Zona del Río Canto y otras áreas de la provincia de Oriente. A esas condiciones tan desfavorables, preexistentes en las montañas de la Costa Sur de Oriente, se atribuye la importancia de los desastres que ocasionó el torrente desatado por las lluvias coincidentes con el ciclón "Flora" en 1963, ya que en la región nordeste de la provincia - donde cayó la misma cantidad de lluvia antes y después del ciclón - los daños fueron insignificantes debido a la influencia de las masas de bosques en buen estado que protegen las cuencas imbríferas.

El Departamento de Hidráulica Forestal y la Sección de Conservación de Suelos Forestales dependientes de la Dirección General ya mencionada, tienen la responsabilidad de dirigir los proyectos de restauración. Se iniciaron investigaciones sobre la influencia del bosque en el suelo y el agua a partir de 1963 por lo que aún no se obtienen resultados. La coordinación de esos servicios con los sectores hidráulico y agrícola, se establece a través del Instituto Nacional de Reforma Agraria. Esos programas han recibido asistencia técnica de la FAO y bilateral de la Unión Soviética y México y existe el propósito de incrementarlos dada la prioridad que tienen dentro de los planes del gobierno.

Ecuador. La Ley Forestal de 1958 y la Ley de Bosques Protectores de 1964, permitieron iniciar una acción destinada a controlar los torrentes activados por las talas y los incendios incontrolados junto a la agricultura nómada. Esta acción promete ser enérgica en vista de la situación que se ilustra con los casos recientes.

- a) el de la cuenca del río Huayco-Zamora, en un área próxima a la capital de la provincia de Loja. Se puede vincular estrechamente la eliminación del bosque protector en la cabecera del río, con el incremento de las inundaciones torrenciales sobre la misma ciudad de Loja, con fuerza suficiente para arrasarse dos veces consecutivas su central eléctrica. En la última avenida en 1963, hubo tres muertos, varios heridos, casas destruidas, varias carreteras interceptadas, etc.;
- b) en la zona de Palmira, provincia del Chimborazo, la eliminación de la cubierta protectora de matorral y paja de páramo en suelos arenosos y los fuertes vientos, provocaron la formación de dunas que amenazan al pueblo de Palmira-Dávalos y obstruyen la carretera Panamericana y las vías del ferrocarril. La zona afectada abarca unas 50 000 hectáreas y la arena transportada por el viento arruina las cosechas en una zona triguera de importancia como es Alansi y Chunchi. El Departamento de Forestación de la Dirección General de Fomento Forestal cuenta con un cuerpo de 20 ingenieros para atender esos asuntos, habiéndose reservado en el presupuesto del corriente año la suma de 7 270 000 sucres (US\$ 1 = 18.50 sucres) para financiar los programas de trabajo. Las tareas de investigación sobre esos temas se iniciarán también próximamente en el Departamento de Conservación, el que ha constituido las llamadas Unidades Móviles Forestales, para vigilancia de unos dos millones de hectáreas de bosques protectores. El Plan Decenal de Desarrollo del Ecuador (1964-73) da gran prioridad a esos proyectos.

La FAO ha prestado asistencia técnica al Ecuador en esta materia.

Panamá. Ante las medidas urgentes que deben adoptarse debido a la alarmante erosión acelerada de las tierras altas que se observa en ese país, el Servicio Forestal asesora al organismo encargado de aplicar la reforma agraria, a los efectos de que se delimiten los bosques que deben clasificarse como protectores para someterlos a un régimen especial de administración. Aunque no se han evaluado los daños que originan los torrentes, se pueden citar casos evidentes de graves perjuicios económicos vinculados directamente con dichos fenómenos. Como ejemplo, el Servicio Forestal de ese país cita la opinión de los técnicos de la empresa de electricidad de Chiricana (provincia al oeste del Panamá). Ellos atribuyen principalmente a la destrucción de los bosques situados en las tierras altas del río la disminución en los últimos seis años, en casi 40 por ciento, de la eficacia de sus centrales hidroeléctricas, debida al aumento de acarreo sólido y disminución e irregularidad de los caudales.

El Servicio Forestal estima indispensable un mayor apoyo económico y la incorporación de un número adecuado de especialistas a sus cuadros, para estar en condiciones de actuar con eficiencia frente a las necesidades de la reforma agraria y de las compañías de hidroelectricidad.

3.2 Las tierras de cultivo y pastoreo en la ordenación de vertientes

Las técnicas adecuadas para restaurar o conservar las tierras agrícolas de las cuencas resultan sumamente importantes en la ordenación de vertientes. Sin embargo, es necesario determinar cómo deberán aplicarse atendiendo a las características del suelo, declive, clima, tipos de cultivo y necesidades económicas locales. Por lo general, no es posible trasplantar lisa y llanamente las técnicas usadas en la llanura a las tierras altas, cuyas condiciones son especiales. Sólo experiencias muy bien planeadas para distintos ambientes permitirán usar con éxito el cultivo en terrazas, el cultivo en fajas, la rotación de cultivos y otras técnicas agrícolas que contribuyen notablemente a disminuir la velocidad de escurrimiento, favoreciendo la infiltración del agua y eliminando la erosión. En los casos en que esas medidas no sean suficientes, la conservación del suelo y del agua en esas tierras puede exigir, como en el caso de la tierra forestal, la construcción de obras complementarias consistentes en desagüaderos, diquecillos para la corrección de cárcavas, embalses agrícolas, etc.

Con relación al uso de la tierra, en Latinoamérica deben atenderse con la mayor prontitud y energía dos problemas muy vinculados a la ordenación de vertientes: el pastoreo abusivo y la agricultura migratoria. Desde luego, para remediar los males que originan esas actividades es preciso programar reformas que generalmente superan las posibilidades técnicas de la ordenación de vertientes.

El desarrollo de las técnicas de conservación del suelo agrícola y de pastoreo aplicadas a la ordenación de cuencas, logró un gran impulso a raíz de las actividades iniciadas en ese campo por el Tennessee Valley Authority de los Estados Unidos. La necesidad de su empleo en distintas áreas de países latinoamericanos, surge de la información siguiente:

Bolivia. Las tierras de cultivo y de pastoreo en cuencas imbríferas no están clasificadas, ni determinados los terrenos en que deben tomarse precauciones a los efectos de evitar la erosión. Es lamentable comprobar la existencia de miles y miles de hectáreas erosionadas en diferentes grados y por diferentes causas, sin que se hayan tomado medidas para su recuperación. La disminución de las áreas de cultivo y pastoreo en el Departamento de Tarija (sudeste del país) es notable. Por la degradación de los suelos debieron abandonarse tierras agrícolas y de pastoreo evaluadas en 300 millones de dólares, solamente en este Departamento.

No existe un servicio dedicado específicamente a la conservación de suelos y los servicios técnicos nacionales que podrían encarar la aplicación de las leyes existentes no cuentan con el apoyo económico necesario.

/Brasil. La

Brasil. La División de Pedología y Fertilidad del Suelo, incluye en sus estudios el análisis de los problemas que originan los cultivos agrícolas en cuencas. La destrucción de la vegetación por el pastoreo en muchas áreas del nordeste, unida a las malas prácticas agrícolas, ha ocasionado graves inconvenientes. No existe una descripción completa de la situación relacionada con los suelos tropicales húmedos, pero se señalan casos en que la erosión acelerada alcanza caracteres violentos que afecta el régimen de muchos cauces. El Estado de San Pablo posee el servicio de suelos mejor equipado. Ese servicio trata actualmente de ordenar la actividad agrícola en las vertientes de los ríos Uruguay y Jaqui, en que las malas prácticas han incrementado la torrencialidad de los cauces y los daños en las áreas cultivadas del llano son cada vez mayores. En general, se nota una duplicación de los servicios vinculados a esos problemas y falta de coordinación y cooperación entre los que actúan en una misma área. El país recibió asistencia técnica de la FAO.

Chile. Los estudios hechos por expertos de ese país, estiman en 40 mil las hectáreas que anualmente están retrogradando por erosión acelerada. 4.5 millones de hectáreas de la zona costera situada entre las provincias de Aconcagua y Bio Bio se han deteriorado al extremo de perder totalmente su aptitud agrícola. La mayor parte de las cuencas hidrográficas de la zona central de Chile están afectadas por la erosión acelerada que ha provocado el mal uso de bosques y pastos. Los mayores daños se observan en las cuencas altas y medias, en que las inundaciones destruyen anualmente importantes sectores de tierra agrícola (ríos Aconcagua, Maipo, Cachapoal, Maule y vertientes sur del Bio Bio).

Se han iniciado con éxito planes de trabajo cooperativo entre distintos sectores interesados en la ordenación de cuencas aunque se señala la necesidad de mejorar la coordinación existente a fin de evitar duplicaciones en los trabajos. En otros casos, la proliferación de consejos coordinadores diluye en extremo las decisiones ejecutivas. Las principales dificultades para activar los trabajos se vinculan con la financiación y el manejo de fondos. Se ha recibido ayuda técnica de la FAO y bilateral de los Estados Unidos.

Colombia. La legislación colombiana veda toda actividad agrícola pastoril en terrenos con pendientes mayores de 40 por ciento. Sin embargo, tal disposición no se cumple, según se informa. Al contrario, por las características de distribución de la población, los terrenos pendientes de los flancos cordilleranos se destinan a actividades agropecuarias, en tanto que vastas planicies cálidas del oriente y norte del país están ocupadas con ganadería extensiva. Los efectos de la erosión a causa del mal uso de la tierra son visibles en todas las áreas de captación de aguas de Colombia. Se correlaciona fácilmente con este proceso el incremento de materiales sólidos que en las últimas décadas afectan obras hidráulicas importantes como las de Anchicayá, Río Grande, Palmira, Ibaqué y Santander. No se tienen datos numéricos para calcular el monto de los daños. No existe un servicio dedicado a controlar esos problemas y las investigaciones realizadas hasta el presente no proporcionan datos suficientes. Tampoco se coordina la labor de los distintos organismos que podrían colaborar en la atención de esos problemas.

Cuba. La Dirección de Suelos del Instituto Nacional de Reforma Agraria tiene en cuenta para su trabajo una clasificación práctica basada en estudios de Bennett y Allison. En coordinación con el servicio forestal se han iniciado importantes trabajos de mejoramiento. También cumplen tareas en este campo el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y el Instituto Cubano de Recursos Minerales. En la orientación de las labores se da preeminencia a la restauración de suelos agrícolas en cuencas hidrográficas y a la preparación de un mapa de suelos.

Ecuador. No existen disposiciones legales vigentes con relación a las tierras de cultivo y pastoreo en cuencas imbríferas. Se calculan en 7 000 hectáreas anuales las que deben abandonarse por el mal uso agrícola o pastoreo excesivo. Sobre todo en ríos de la zona sur del país la actividad de los torrentes ocasionada por el aprovechamiento irracional de bosques y pastos determina pérdidas de suelo agrícola. Una de las funciones del Servicio Nacional de Extensión Agrícola es aconsejar a los agricultores sobre conservación del suelo agrícola en cuencas, pero debe incrementarse la acción que se realiza actualmente en ese campo. No se recibió asistencia técnica.

Guatemala. Se ha señalado la importancia de ordenar la tierra agrícola y los pastizales de distintas áreas particularmente en la cuenca del río Samalá. Se inició el deslinde de pastizales y algunos trabajos para ordenar la Cumbre del Aire y la Cumbre María Tocum en la cuenca de ese río. En toda esa cuenca se impone una acción enérgica para detener la erosión y el escurrimiento superficial que afecta el régimen de ese río y otros del país. El insuficiente rendimiento que se obtiene actualmente de las tierras agrícolas como consecuencia de los desacertados métodos empleados determina la necesidad de que las poblaciones montañosas destruyan cada vez mayores extensiones de tierras forestales y de pastoreo, sobre todo mediante el desastroso procedimiento de las rozas.

Guayana Británica. La actividad agrícola se desarrolla principalmente en la faja costera plana que bordea el Océano Atlántico, la cual se halla a seis pies bajo el nivel del mar (con marea alta). Esta zona debe protegerse de inundaciones mediante un sistema complejo de defensas costeras. En las regiones boscosas, la agricultura es limitada y está en manos indígenas en su mayor parte. Se queman y talan los bosques al practicar una agricultura nómada que ya ha producido la erosión de los suelos sobre todo en laderas pendientes de cuencas. Por su parte el pastoreo en las sabanas intermedia y del interior con suelos arenosos favorece la erosión eólica en la estación seca y la erosión laminar y profunda durante la época de lluvias. Aunque la intensidad de esos procesos no es, por ahora, alarmante se estudian las medidas que tendrán que aplicarse para controlarlos, dado que la presión demográfica obligará a habilitar nuevas tierras en los próximos años. Con ayuda de fondos del Desarrollo y Bienestar Coloniales se iniciaron algunas investigaciones necesarias para establecer una política de conservación de tierras agrícolas y de pastos.

Haití. En ese país las características del ciclo hidrológico plantean la mayor limitación física al desarrollo agrícola. A ese hecho adverso se suma la circunstancia de haberse agravado progresivamente el estado de degradación de las partes altas de las cuencas, debido a que la angustiosa demanda de tierra para cultivo agrícola hizo habilitar para esos fines tierras eminentemente forestales. La mala distribución de las lluvias hace que se alternen períodos de extrema sequía con otros en los que la mayor parte de los ríos bajan erosionando laderas y acarreando considerable material en las avenidas que año a año destruyen cosechas, amenazan poblaciones y agravan el problema del mantenimiento de las obras hidráulicas. Todos esos daños no fueron evaluados, pero sin duda, la protección y el manejo de las cuencas altas de los ríos de Haití constituyen uno de los problemas nacionales más agudos y difíciles de resolver, máxime si se tiene en cuenta que las condiciones económicas y sociales por las que atraviesa el país, impiden aplicar a esos problemas algunas de las soluciones clásicas.

Panamá. Sólo se han clasificado las tierras correspondientes a un 15 por ciento de la superficie territorial del país. No se realizaron estudios que ofrezcan estimaciones de la disminución de las áreas de cultivo o el incremento de materiales sólidos de arrastre en los cursos de agua debido a malas prácticas agrícolas, pero se conocen casos locales en que claramente se pueden correlacionar esas malas prácticas con el empeoramiento del régimen de los ríos. El departamento de Forestales y Suelos, la Reforma Agraria y el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, tienen interés en solucionar los problemas de ordenación de vertientes pero hasta el presente no se han llevado a cabo proyectos en ese campo. Los principales problemas que debe confrontar la aplicación de esos programas se resumen así: a) la ausencia de conocimientos suficientes sobre los recursos, incluyendo su uso actual; b) las dificultades en inducir a los agricultores a que cambien las prácticas inapropiadas. Particularmente difícil es el caso de la gran cantidad de campesinos que mantienen una agricultura de subsistencia en las montañas. Se estima que podrían iniciarse programas de ordenación de vertientes en vinculación con las grandes obras hidroeléctricas que se construirán en el futuro cercano.

Venezuela. La Ley Forestal de Suelos y Aguas determina la política que debe seguirse en materia de ordenación de vertientes, pero se ha avanzado relativamente poco en su aplicación en lo que respecta a los suelos agrícolas de las cuencas. Con relación al pastoreo, existe conciencia de los daños que ocasiona el libre apacentamiento de cabras en las áreas secas del país. Por tal motivo, se han dictado disposiciones que prohíben hasta cierto grado el pastoreo de esos animales. En la etapa inicial del programa, el gobierno adquirió las cabras con el objeto de eliminarlas y como resultado de esa y otras medidas los hatos de cabras han disminuido en algunos Estados como el de Lara. Las áreas más degradadas están en el estado de Mérida, a lo largo de las cabeceras de los ríos Chama y Motatán. Tierras que fueron muy productivas, al presente están abandonadas debido a que la erosión laminar y numerosas cárcavas - producto de la ruptura del equilibrio agro-silvo-pastoral - ha degradado los terrenos. No existe una evaluación que permita conocer los daños ocasionados hasta la fecha.

Otro ejemplo de la situación venezolana en ese campo, lo ofrece la región superior de la cuenca del río Cojedes, en la zona noroeste que es árida y con un régimen de lluvias torrenciales que caen concentradas en dos meses. En esa cuenca el pastoreo abusivo ha denudado los terrenos, razón por la cual la actividad de los torrentes ocasiona daños considerables. Se han dictado disposiciones para controlar el pastoreo en esa área.

Sería muy eficaz coordinar la acción de distintos servicios en trabajos cooperativos, porque se nota una falta de eficacia en la aplicación de distintos programas, a raíz de la desvinculación de los organismos responsables del manejo de los recursos naturales de las cuencas.

Se ha recibido ayuda técnica internacional y bilateral de los Estados Unidos. Se va a iniciar un proyecto del Fondo Especial y la FAO sobre ordenación de vertientes en dos ríos.

3.3 Las grandes obras hidráulicas y la ordenación de vertientes

Anteriormente se señalaron las oportunidades que brindan las obras principales que se construyen en los ríos para aprovechar los recursos naturales de una cuenca ubicados aguas arriba de los embalses. No puede decirse que dichas oportunidades, salvo algún caso excepcional, sean equivalentes a las que ofrecen la habilitación de nuevas tierras de riego, la producción de energía, etc., pero pueden ser muy significativas. De todos modos, en el aprovechamiento integral de las cuencas habría que intensificar las investigaciones, teniendo en cuenta las posibilidades de las tierras altas, con mayor razón en Latinoamérica que en otras regiones debido a las particulares condiciones en que subsisten numerosas comunidades que habitan esas tierras. Por ejemplo, convendría realizar estudios para determinar la forma de regularizar la explotación de los recursos en la cuenca alta, a fin de preservar la vida útil de las obras de ingeniería controlando los azolves, sin descuidar la mano de obra desocupada a raíz de esos cambios.

Se está recopilando información acerca de la importancia que puede tener para el desarrollo económico de Latinoamérica la incorporación más activa a la producción, de otros recursos asociados al agua en una cuenca. Se puede anticipar, sin embargo, que los conocimientos existentes sobre pesca interior, caza, valores escénicos o recreativos, etc., son en su gran mayoría contribuciones aisladas de carácter científico que no permiten incluirlas en un análisis como el presente, aunque la bibliografía internacional destaca esos recursos como de gran valor y muy buena fuente de ingresos para algunas comunidades de países pertenecientes a otras regiones. La información que suministra la encuesta acerca de la influencia de las grandes obras sobre recursos asociados al agua no permite todavía tener ideas ciertas sobre el tema.

Sin embargo, existe suficiente evidencia en varios países latinoamericanos para caracterizar un gran número de situaciones en que las interdependencias se perfilan con toda claridad. Tales son, por ejemplo, los efectos sobre la navegación causados por falta de control de la erosión en

las cuencas altas; la estrecha vinculación hidráulica entre los aportes o extracciones de cursos superficiales y napas de agua subterránea del mismo origen; los efectos nocivos sobre la pesca de las descargas incontroladas de aguas servidas; los aportes económicos de los parques forestales que se establecen dentro de las cuencas, tanto por sus valores recreativos como posible materia prima industrial.

Revisten particular interés los resultados de la acción integral desarrollada en ese sentido por las Autoridades Regionales para Cuencas, de las cuales se cuentan unas pocas en América Latina, algunas en operación y otras en proyecto. Entre las primeras se destacan, por ejemplo, las de Papaloapán y Balsas en México y la del Cauca en Colombia; entre las segundas vale la pena mencionar a COMAHUE en Argentina y la del Maule en Chile.

A continuación se transcriben algunas informaciones y comentarios recibidos del sector hidráulico en respuesta al punto tercero de la encuesta realizada.

Argentina. (9) Las diversas condiciones topográficas, geológicas y climatológicas que se presentan en su extenso territorio (2 800 000 kilómetros cuadrados en el continente) determinan en las cuencas altas la existencia de regiones en que la actividad de los torrentes se presenta con características diferentes. Mientras en los grandes ríos de Cuyo, alimentados por glaciares, esa actividad puede considerarse normal, en el noroeste del país la actividad de los torrentes en muchos cursos de agua es provocada o agravada por la tala incontrolada de bosques protectores y el excesivo pastoreo en sus cuencas alimentadoras.

En todos los casos, la degradación de los suelos y de la vegetación en las cuencas imbríferas hace que los torrentes constituyan un grave problema nacional vinculado a la seguridad de la población, de los cultivos, de los embalses de riego y/o producción de hidroelectricidad, así como a la economía del agua en las regiones áridas y semiáridas que cubren una gran parte del país y que es donde ocurren los torrentes.

Las provincias más afectadas por la actividad de los torrentes son: Jujuy, Salta y Tucumán, de clima subtropical y condiciones favorables para implantar o restaurar bosques protectores; Catamarca, La Rioja, Santiago del Estero, Córdoba y San Luis donde también se encuentran buenas condiciones para sostener una cobertura vegetal y San Juan, Mendoza y Neuquén que presentan mayores dificultades para la ejecución de trabajos adecuados de protección y conservación.

(9) Véase también el documento E/CN.12/625. El informe final: Los recursos hidráulicos de Sud América IV - Argentina, está en preparación.

Se estima que el 40 por ciento de la superficie del país está afectada por los torrentes, pero que actuando sólo sobre el 10 por ciento de dicha superficie se controlarían eficientemente los daños que ocasiona.

Esos daños son directos cuando los torrentes destruyen con sus inundaciones y depósitos de acarreo las cosechas y los propios terrenos de cultivo e indirectos cuando se vinculan a la paulatina disminución del volumen útil de embalses y de la capacidad de navegación de ríos por el continuo depósito de sedimentos. Hasta el presente, no se han adoptado medidas racionales para controlar el fenómeno de los torrentes, aunque se invierten centenares de millones de pesos en trabajos de defensa en las partes bajas de los cursos y en el dragado de ríos y puertos. Es decir se procura paliar los efectos y no evitar las causas.

Salvo en casos excepcionales, como son los torrentes de glaciares, en la Argentina se presentan los clásicos torrentes de erosión, algunos de canchales, y otros mixtos de erosión y canchales. En todos ellos puede aplicarse la conocida técnica de restauración forestal (aunque en algunos casos se presenten dificultades derivadas de condiciones climáticas desfavorables) y la estabilización de perfiles con obras adecuadas. En cuanto a los ríos de origen glaciar, como el San Juan, Mendoza, etc., la técnica debe ser esencialmente la misma. La diferencia consiste sólo en que se tendrán que proyectar obras hidráulicas combinadas, de defensa y de embalse y que, por lo tanto, serán más costosas, pero esas mayores inversiones se justificarán siempre por los grandes intereses que deben protegerse.

Un buen ejemplo de ello es el río San Juan, cuya extraordinaria actividad torrencial destruirá en menos de 50 años, si no se encara su corrección en forma inmediata, la totalidad de unas 50 000 hectáreas aproximadamente de viñedos que riega ese río y cuya producción anual es del orden de los 15 000 millones de pesos. Cabe señalar que la estabilización del perfil de las gargantas del río San Juan es técnicamente factible y económicamente conveniente.

La totalidad de los embalses existentes en la Argentina sufren, en mayor o menor grado, las consecuencias de la actividad de los torrentes en sus respectivas cuencas.

Así, el dique San Roque ubicado sobre el río Primero de Córdoba tiene actualmente un embanque de 14 metros de espesor con una presa de aproximadamente 40 metros de altura. El avance de la sedimentación en ese embalse afectará seriamente la provisión de agua potable a poblaciones e industrias que de él se abastecen.

La gran labor erosiva y de transporte de sedimentos del río Bermejo tanto en su curso superior como en el inferior, está íntimamente ligada a los embancamientos a lo largo del río Paraná y La Plata, incluyendo los que afectan al puerto de Buenos Aires.

Bolivia.(10) Desde hace más de 50 años la vegetación arbustiva y de pajonales en las cabeceras del río Mauri en el Altiplano se corta indiscriminadamente para su empleo como combustible. La eliminación de ese elemento protector del suelo ha determinado una extensa erosión y el transporte por el río de grandes cantidades de sedimentos que al depositarse en el desembocadura del río Desaguadero en el lago Poopó, contribuyen considerablemente a las inundaciones que todos los años se producen en las inmediaciones de la ciudad de Oruro.

Hay opiniones de que en los valles densamente poblados de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija el régimen hidrológico ha empeorado en los últimos años produciéndose riadas más grandes y estiajes de mayor duración. Esos fenómenos se explicarían principalmente por el desbosque y sobrepastoreo de las cuencas altas, sumadas a prácticas agrícolas inadecuadas que aplican los campesinos en propiedades de reducida extensión, provocando la rápida destrucción de los suelos. Así, la obra realizada por la naturaleza en milenios se ve desaparecer en sólo unas décadas con el consiguiente empobrecimiento colectivo.

Otro perjuicio económico derivado de ese manejo deficiente de los suelos en los valles angostos y de elevada pendiente que abundan en Bolivia, consiste en la acción de los torrentes que provoca interrupciones en vías férreas y carreteras. Por ejemplo, el río de Tapacarí (afluente del Grande) cuya cuenca ha sido intensamente degradada por sus habitantes, interrumpe anualmente, por efecto de sus aluviones de agua y barro, la línea del ferrocarril entre Oruro y Cochabamba. La interrupción de ese servicio que se prolonga usualmente por semanas implica el corte de la principal fuente de abastecimiento económico de verduras, fruta y madera de entibación a la primera de las ciudades nombradas y a los principales centros de producción minera del país.

En el sistema de riego de Angostura (Cochabamba), se emplearon tasas de riego altas, unidas a un manejo descuidado de los suelos. Esa circunstancia, junto a la falta de avenamiento adecuado en varias zonas regadas, determinaron, en las partes bajas de los terrenos, un rápido ascenso de la napa freática con afloramiento de sales perjudiciales a los cultivos. De ese modo se ha intensificado el deterioro de los suelos en los últimos 15 años sin que hasta ahora se hayan construido las correspondientes obras de drenaje.

Es evidente la falta de un organismo nacional que se ocupe específicamente de la conservación de suelos y corrección de torrentes, que cuente con los medios económicos y la autoridad suficientes para su amplio y urgente cometido.

(10) Véase CEPAL "Los recursos hidráulicos de América Latina" - III Bolivia y Colombia (E/CN.12/695), septiembre de 1964.

Colombia. La complejidad orográfica del país y las grandes diferencias de clima y de precipitaciones pluviales (300 mm anuales en la península de la Guajira y 8 000 mm en el departamento de Chocó), determinan que la actividad torrencial se encuentre ampliamente distribuida en el país y revista caracteres diversos.

Como por razones de clima y salubridad la población se concentra en las altas cuencas, en ellas se produce rápida degradación de suelos por prácticas agrícolas inadecuadas, excesivo pastoreo, tala e incendio de bosques, etc. Esos hechos, agregados a la fuerte pendiente de los cursos, determinan que los fenómenos destructivos inherentes a la acción de los torrentes adquiera gravedad en algunos casos.

Las respuestas al cuestionario a que se ha hecho referencia varias veces, señalan que varias de las grandes obras hidráulicas del país se relacionan casi exclusivamente con la producción de energía, y en ellas se han omitido frecuentemente obras complementarias que debieron favorecer la cobertura vegetal protectora.

En las obras de riego de Coello y Saldaña se dan ejemplos de mal manejo de agua que implican no sólo desperdicio de ese elemento, sino además graves procesos de erosión.

Son frecuentes en Colombia las interrupciones de vías públicas (carreteras, ferrocarriles) en los períodos de lluvia por la actividad de los torrentes. Como ejemplo puede citarse el caso de la carretera y el ferrocarril que unen Buenaventura con Cali, cuyos servicios se cortan a menudo, no obstante que por allí entran al país las tres cuartas partes de las importaciones.

Aunque la legislación prevé la coordinación de labores de varios organismos oficiales, cuando se trata del aprovechamiento de los recursos naturales, en la práctica poco se hace en esa materia. Con frecuencia se indica que la construcción de caminos en terrenos con fuerte pendiente se ejecutan sin atender normas básicas destinadas a evitar la erosión.

Aunque existen grandes proyectos de desarrollo integrado de cuencas, confiados a entidades autónomas o semiautónomas (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá y de los valles de Ubaté y Chiquinquirá (CAR) y Corporación Autónoma Regional de los valles del Magdalena y del Sinú (CVM)), los primeros trabajos de reforestaciones, control y vigilancia se iniciaron como dependencias de los municipios beneficiados (Cali, Medellín, Manizales, Pereira, Santa Marta, etc.).

Cabe señalar que, sobre todo las dos primeras corporaciones mencionadas anteriormente, cuentan entre sus proyectos de realización obras de objetivos múltiples que incluyen el control de inundaciones y tareas específicamente orientadas a la ordenación de cuencas, como reforestaciones e implantación de pasturas cultivadas.

El país ha recibido alguna asistencia técnica internacional en este campo la cual se considera aún insuficiente.

Cuba. Se atribuye importancia al desarrollo integrado de cuencas. Existiendo obras construidas con una única finalidad, como en el caso de la presa sobre el río Sagua La Grande que solamente se usaba para la obtención de energía, posteriormente pudo utilizarse como derivadora y construirse un sistema de regadío. Después de las inundaciones de 1965, se incrementaron los trabajos de protección de los vasos de los embalses a partir de la cota máxima del nivel de agua, con el objeto de disminuir los azolves y prolongar su vida útil. Existen casos en que el atarquinamiento de los embalses que proveen de agua a algunas ciudades disminuyó peligrosamente la capacidad útil y causa de trastornos en los abastecimientos. Se determinó en todos los casos la correlación existente entre este problema y la deforestación de las cuencas alimentadoras.

Bajo la coordinación de un Consejo Técnico integrado por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, la Junta Central de Planificación, el Instituto de la Reforma Agraria y el Ministerio de la Construcción, se elaboró el "Proyecto de la Regulación y Aprovechamiento Integral del Valle del Canto". Ese proyecto tiene por objeto la construcción de embalses, sistemas de regadío, desvíos de aguas torrenciales, reforestación de las cuencas y otras obras que permitirán la regulación y el aprovechamiento integral del Valle del Canto, haciendo posible regar miles de hectáreas, proteger de inundaciones grandes áreas, obtener energía eléctrica, abastecer de agua a poblaciones e industrias, etc.

El país ha contado con la ayuda técnica bilateral de la URSS y Bulgaria.

Chile. El sistema hidrográfico de Chile está formado por una serie de cuencas separadas que tienen su origen en la alta cordillera, cuyos ríos luego de recorrer una corta distancia desaguan en el océano. Las condiciones topográficas impiden concebir la ejecución de grandes proyectos para regiones muy extensas, por lo que se ha tratado de resolver problemas específicos de cada cuenca. Salvo las de los ríos Aconcagua, Maipo y Bio Bio, en las cuales vive más de un 50 por ciento de la población, en el resto de las cuencas las demandas de agua para uso doméstico, municipal e industrial, son de mínima cuantía con relación a los volúmenes empleados en riego. En el caso de los dos ríos nombrados en primer término, se ha subrayado la necesidad de programar planes de aprovechamiento integral con fines de uso múltiple a fin de prever las soluciones más adecuadas ante el crecimiento acelerado de sus poblaciones.

Se reconoce que muchos de los proyectos realizados adolecieron de falta de información básica respecto a los recursos de suelos agrícolas, materias primas para la instalación de nuevas industrias y de un conocimiento cabal de los recursos de agua subterránea. Como consecuencia de esa falta de conocimientos y de una planificación integral realizada teniendo en cuenta

la totalidad de las posibilidades, se señalan ejemplos de inconvenientes que se tratan de subsanar actualmente. La ausencia de coordinación entre los organismos con responsabilidades en el desarrollo de recursos en las cuencas, ha demorado también en muchos casos las posibilidades de progreso en ciertas regiones. Como reacción para resolver esos problemas se ha previsto la iniciación de estudios integrales para algunas cuencas. El primero de esos proyectos se está llevando a cabo en el río Maule, bajo la supervisión del Consejo Superior de Fomento Agropecuario (CONSFA). Por convenio entre el Gobierno de Chile y el Estado de California de los Estados Unidos, el proyecto recibe ayuda técnica del mencionado Estado.

El informe de la CEPAL sobre los recursos hidráulicos de Chile, (11) contiene numerosos ejemplos y observaciones indicativos de la necesidad de relacionar los programas que interesan al desarrollo de los recursos hídricos, con los referidos a otros recursos interdependientes.

México. Más del 90 por ciento del territorio mexicano es árido y los ríos que lo recorren tienen un escurrimiento torrencial. Por esta razón y el hecho de que la ocupación predominante en el país es aún la agricultura, las presas de embalses cumplen normalmente dos funciones: a) la primordial, de proporcionar agua de riego; y b) la complementaria, de control de inundaciones. En algunos casos se hace también un aprovechamiento hidroeléctrico. En casi todos los ejemplos que se mencionan, los aprovechamientos del agua son óptimos pero también se señalan algunos en que si se pudiera incrementar la acción de distintos sectores técnicos que controlan recursos asociados, la productividad de las obras sería mayor.

No existen prácticamente zonas de riego en que el mal manejo del agua haya producido por erosión serios problemas en la conservación de los suelos. En cambio, son numerosos los casos de terrenos cultivados de secano, en las laderas de montes, etc., que fueron completamente denudados por la acción del agua de lluvias. Existen zonas completas cercanas a la propia capital de México (como la región de la Malinche) cuyos suelos agrícolas desaparecieron completamente.

En México, no sería posible citar casos de alteración del ciclo hidrológico, en cambio, se pueden identificar varios embalses cuya vida útil disminuyó notablemente respecto al tiempo originalmente considerado o terminó ya por atarquinamiento. Se destacan, a este respecto, las presas de La Esperanza, de Embajomuy, de Mixcoac, etc. Las conclusiones a que llegan los estudios sobre azolves en las obras hidráulicas, basados en observaciones de la Dirección General de Hidrología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, indican que en una larga lista de ríos se está produciendo el mismo tipo de problema y se subraya la conveniencia de aumentar las investigaciones en ese campo. Ante el alza continua de los precios unitarios para la remoción de azolves se aconseja una serie de medidas que incluye, muy especialmente, la ordenación de vertientes, de acuerdo con lo que dispone la Ley y Reglamento forestal.

(11) E/CN.12/501, octubre, 1960.

Cuando en 1947 se inició en México el desarrollo integral de cuencas hidrográficas, se crearon las comisiones del Papaloapán y del Tepalcatepec (actualmente del río Balsas), como organismos descentralizados, semi-autónomos bajo la presidencia del Secretario de Recursos Hidráulicos. Con el mismo criterio surgieron, posteriormente, las del río Fuerte, y la del río Grijalva. Esas Comisiones tenían atribuciones amplísimas para el aprovechamiento dentro de la cuenca de todos sus recursos naturales; esto es, no sólo del agua, de los bosques, de los suelos, etc., sino también de los recursos no renovables. Para realizar su trabajo las Comisiones obtenían orientaciones y el auxilio que pudieran requerir de las otras dependencias gubernamentales que se ocupaban de los bosques y de los suelos y también de la generación hidroeléctrica, pero ellas actuaban directamente pudiendo desarrollar una acción integral muy efectiva.

Los especialistas mexicanos no están unánimemente de acuerdo de si fue acertado o no disminuir las atribuciones de esas Comisiones, hasta reducirlas considerablemente. Actualmente, son dependencias que estudian, hasta cierto punto en forma integral, el aprovechamiento de todos los recursos en una cuenca, estando encargadas, a veces en cooperación con otros entes públicos, de ejecutar los aprovechamientos hidráulicos. México no recibió asistencia técnica en esta materia.

En México existen varios casos que ilustran con toda claridad la interdependencia entre los cursos superficiales y los recursos subterráneos de agua. Tal es el valle de Guaymas (Estado de Sonora) zona de riego con aguas subterráneas, parte de las cuales se destinan también para el abastecimiento de poblaciones. El uso incontrolado del agua del subsuelo produjo una intrusión salina que avanza dentro del valle, auxiliada por el represamiento de un pequeño río que recarga el acuífero.

La ciudad de Tijuana (en Baja California Norte) recibe su dotación de agua desde el acuífero de la Misión, situado a 40 kilómetros de la misma. Este se halla ligado hidrológicamente con el valle de Guadalupe, aguas arriba en la cuenca, donde existe una floreciente explotación agrícola. El creciente déficit de abastecimiento de agua de Tijuana podría encararse con mayores extracciones del Guadalupe o trayendo agua de muchos centenares de kilómetros de distancia. La ligazón entre ese conjunto de problemas es evidente, así como su importancia económica.

El abastecimiento de la propia ciudad de México plantea problemas de envergadura, ya que la excesiva extracción de agua subsuperficial provoca hundimientos y graves problemas de drenaje, cuya solución podría representar el recurrir a fuentes situadas fuera de la divisoria del valle de México.

Problemas similares a los que se apuntan más arriba se encuentran también en cursos como los del río Bravo, Fuertes, Lerma y Balsas.

Panamá. Se indican algunos casos en los que por falta de un planeamiento integral previo resultará más costoso y difícil el posterior aprovechamiento total de algunos ríos. Como ejemplo pueden citarse dos aprovechamientos hidroeléctricos - el de la Chorrera y de Caldera - sobre el río Caimito. Actualmente el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación inicia investigaciones de aguas subterráneas y el Ministerio de Agricultura, Comercio e Industrias, de materias primas y suelos; la suma de esos esfuerzos se espera que mejore el conocimiento muy incompleto de esos recursos. Algunos de esos estudios se han concentrado en el suroeste de la provincia de Chiriquí y en los llanos de Coclé.

En el río Chico en Natá, en el Río La Villa en Los Santos y en el Chiriquí Viejo, existen muy buenas perspectivas para incrementar los beneficios que producen los recursos naturales de sus cuencas, pero no se adoptan aún las medidas necesarias para iniciar los estudios y proyectos. En el río San Juan, afluente del Santa María, se ha proyectado la central hidroeléctrica de La Yeguada. La cuenca alta de ese río ha sido sometida a la tala desmedida del bosque, quemas y pastoreo excesivos, prácticas de cultivo agrícola irracionales, etc., en tal grado, que se observan trastornos graves en el régimen de los cursos lo que perjudica el proyecto hidroeléctrico mencionado. El informe elaborado sobre "Las actividades de los moradores de El Satro, jurisdicción de Calobre, y su efecto en el rendimiento de la futura planta hidroeléctrica de Yeguada" recomienda: a) trasladar los habitantes de la cuenca a tierras colonizadas para hacer posible la ordenación de las vertientes del río; b) responsabilizar al servicio forestal para que se haga cargo de los trabajos; c) iniciar la preparación de una política nacional que establezca las pautas para dar alcance más general a esta medida. Este estudio es el único realizado en forma conjunta por tres servicios diferentes. La coordinación entre los organismos a cargo de los recursos interrelacionados se hace a través del Departamento de Planificación de la Presidencia. Panamá no ha recibido asistencia técnica en este campo.

Uruguay. La cuenca del río Santa Lucía, con casi 10 000 kilómetros cuadrados es una de las más densamente pobladas del país, pues sobrepasa los 30 habitantes por kilómetro cuadrado. Además, la ciudad de Montevideo que alberga a 1 200 000 habitantes encuentra en ella su principal fuente de abastecimientos agrícolas. Su producción está orientada a cultivos de alto valor: frutales, hortalizas (25 por ciento), tabaco, granza, de las que representa fuertes proporciones del país. Además se cría ganado vacuno y lanar en gran escala.

Por otra parte, esta cuenca además de abastecer las necesidades de agua potable de los centros demográficos que en ella se encuentran, proporciona toda la requerida por Montevideo. Al respecto, conviene tener presente que la respectiva planta de tratamiento que emplea por ahora, 2.5 m³/segundo, tiene una capacidad superior a 5 m³/segundo, en tanto que los caudales de estiaje del río son de 2 m³/segundo, más o menos, aunque en alguna oportunidad hayan bajado a 1 m³/segundo. Existe actualmente en un afluente del

Santa Lucía (Canelón Grande) un embalse de 20 millones de metros cúbicos de capacidad que complementa en estiaje el abastecimiento de la capital, sin embargo, debe señalarse que ese embalse que fue proyectado con fines de riego, aunque no se lo emplea con ese objeto, asegurará aquel servicio sólo por unos años más. También debe tenerse presente que el mismo río Santa Lucía arriba de la bocatoma para agua potable de Montevideo recibe las aguas servidas tratadas de las ciudades de Canelones y Florida que incluyen pequeños establecimientos industriales. Pronto se sumará a ellas la descarga del alcantarillado de la ciudad de Santa Lucía. La distribución muy irregular de las lluvias provoca inundaciones y períodos de sequía alternativos que restringen apreciablemente el desarrollo económico y social de la región e influyen, junto con otros factores, en el proceso destructivo de la erosión.

Tal enumeración de antecedentes, pone en claro la importancia que reviste para la cuenca y el país entero, el manejo equilibrado del agua, en los distintos usos, que por su magnitud creciente la convierten en el factor escaso y limitante.

Autorizadas opiniones promueven la formación de una Comisión integrada por delegados de los organismos públicos, con participación más directa en los problemas de la cuenca, que planifique integralmente su desarrollo poniendo el acento en el uso óptimo del agua.

El aprovechamiento del río Negro que se inició en gran escala con la construcción del embalse de Rincón del Bonete terminado en 1945, lo realiza el ente estatal Usinas y Teléfonos del Estado (UTE), orientado exclusivamente a la producción de energía eléctrica. Sólo en los últimos años se realizaron labores de forestación en las inmediaciones del embalse, y se piensa encarar el aprovechamiento de esta cuenca con fines múltiples y en forma más integral considerando simultáneamente los recursos relacionados con el agua. Destacarían en este sentido las posibilidades de crear una industria de papel y celulosa a base de bosques cultivados y de la abundante disponibilidad de agua que ofrecen los ríos Negro y Uruguay, así como el control más efectivo de las inundaciones no sólo mediante el empleo de nuevos embalses reguladores sino, adicionalmente, los demás factores señalados en la ordenación de vertientes: mejor manejo del bosque, de los pastizales y de la tierra de cultivo.

4. CONCLUSIONES

El panorama expuesto precedentemente permite extraer las siguientes conclusiones:

4.1 La vastedad de los problemas creados por la mala administración de las tierras altas de las cuencas, obliga a calificar de crítica la situación general del continente con relación a estas cuestiones y se justificaría una acción mucho más enérgica para lograr una efectiva protección

de la vida y los bienes de los habitantes en numerosas comunidades, regular el régimen de las aguas en general (y de los manantiales en particular) para la conservación de este elemento y de importantes obras hidráulicas, evitar la erosión de los suelos y proteger cultivos agrícolas, etc.

4.2 La gran similitud de los problemas que deben resolver distintos países y la necesidad de obtener información básica sobre las influencias recíprocas de los recursos interdependientes, facilitaría la instalación de una red de estaciones o institutos con el fin de obtener los datos para ambientes ecológicos diferentes. Desde el punto de vista científico y técnico resultarán del mayor provecho las investigaciones sobre manejo del bosque, de la tierra agrícola y de la tierra de pastos y la influencia que ejercen en el escurrimiento, la infiltración, la evapotranspiración, la reducción del caudal sólido de las avenidas, etc. Dado el costo de esas investigaciones resultará de la mayor conveniencia, por lo menos en los próximos años, iniciarlas en los países con mayores recursos económicos y en sitios con una gran área de influencia regional. La acción internacional de asistencia técnica en este punto prácticamente no se ha hecho notar en el continente.

4.3 Aunque en muchos casos no se tenga la posibilidad de evaluar los daños que originan los problemas a que se refiere la encuesta, por las respuestas recibidas se puede afirmar que existe conciencia de la importancia que ellos tienen, por lo menos entre los responsables de los sectores técnicos interesados. Los países, por su cuenta o solicitando asistencia técnica, deberían realizar esta evaluación aunque sea únicamente para los daños directos, ya que un mejor conocimiento de la importancia económica del problema, permitirá acelerar la sanción legislativa de aquellas normas destinadas a hacer más efectivas las disposiciones vigentes para conservar el equilibrio agro-silvo-pastoral, evitando o controlando con mayor energía los incendios, el pastoreo abusivo, la agricultura migratoria y todos los demás factores que se oponen al mantenimiento de tal equilibrio. Dada la importancia técnico-económica que tiene para el sector hidráulico el problema de los dezolves, convendría dar énfasis a los trabajos de evaluación tendientes a determinar las correlaciones entre el mal uso de las tierras altas y la disminución de la vida útil de las obras de ingeniería de mayor importancia.

La interdependencia de los recursos exige que esas normas legales respondan a la concepción actual de cómo resulta más beneficioso usarlos. En muchos casos existen muy buenas disposiciones relativas a un sector determinado, pero son muy pocos aquellos en que la legislación es global y facilita la administración de la totalidad de un área, bajo principios de política que armonice el aprovechamiento con fines múltiples del conjunto de sus recursos naturales. También es común que se disponga de leyes muy bien concebidas pero que por no prever fondos suficientes para mantener los organismos que las apliquen, jamás tienen real vigencia. Por último, en otros países lamentablemente aún no se han dictado las leyes necesarias o mantienen su vigencia disposiciones que no responden a las necesidades de

la hora actual. De todos modos, en la mayoría de los países resulta imprescindible hacer una revisión a fondo para actualizar las normas legales en esta materia, tarea que debe pasar a constituir una preocupación permanente de las legislaturas nacionales y provinciales.

4.4 Las condiciones económicas generales predominantes en muchas áreas de la región hacen imposible pensar en la recuperación de tierras de valor hidrológico aunque ésta fuera posible desde el punto de vista técnico. Esta circunstancia debe respaldar enérgicas medidas preventivas, tendientes a evitar la iniciación de nuevos procesos de degradación mediante normas que sean tenidas en cuenta por los organismos políticos y respetadas por los particulares. No resulta fácil aplicar estas medidas preventivas ya que para lograrlo se deben armonizar los intereses particulares con los de la comunidad en general. Normalmente, ambos intereses son contrapuestos. Las dificultades suelen aumentar en los casos de ríos interprovinciales o internacionales. Por esa razón, la búsqueda de fórmulas que faciliten la cooperación en los planos regional y nacional entre todos los grupos con intereses contrapuestos en la explotación de los distintos recursos de las tierras altas de una cuenca, constituye una necesidad primordial para muchos países latinoamericanos.

4.5 Cualquier acción enérgica que se quiera emprender en los países de la región con respecto al desarrollo de los recursos interrelacionados, tendrá que resolver previamente el déficit de especialistas suficientemente adiestrados para proyectar y dirigir programas de alguna envergadura en esta materia. Existen varios documentos que señalan la magnitud de tal déficit para cada sector que interesa al desarrollo integrado de cuencas, indicando en muchos casos el hecho paradójico de que la región exporta al mismo tiempo los mejores especialistas por varias razones que aún no pueden ser superadas. De todos modos, es necesario señalar que para resolver los problemas técnicos que se presentan en el caso que nos ocupa, habrá que iniciar la capacitación interdisciplinaria para postgraduados, según lo aconseja la experiencia obtenida al poner en ejecución los proyectos que desarrollan distintos países. Podría ser de gran interés que esa capacitación se hiciera también en algunos Centros Regionales.

4.6 Los gastos por lo general elevados que demandan las obras de ordenación de vertientes habrán de justificarse sólo cuando los beneficios en un determinado período superen los costos actualizados (valor presente) de las inversiones previstas, lo cual no podrá ocurrir habitualmente sin una acción coordinada con otros sectores interesados en el desarrollo integral de la cuenca. Por tal motivo los programas tendrán que abarcar necesariamente a más de un organismo de manera que los aspectos institucionales cobren entonces una importancia fundamental cada vez que se decida comenzar un proyecto. Esto es particularmente cierto en América Latina, en que casi todos los países han tenido serias dificultades para organizar convenientemente los servicios responsables del manejo de los recursos naturales. Este hecho, ya analizado anteriormente, (12) queda ratificado a través de los datos que suministra la encuesta de donde también se puede extraer la conclusión de que para avanzar en el campo de la ordenación de cuencas habrá que idear fórmulas

(12) Documento E/CN.12/670.

nuevas que permitan resolver con éxito los aspectos institucionales. Actualmente, la diseminación de las investigaciones y de los trabajos provoca una dispersión de esfuerzos e inversiones que si se suma al hecho de que en las pocas áreas donde se inicia una acción, distintos organismos superponen su labor, el resultado es generalmente negativo para el interés general. Se da el contrasentido de que, mientras en la naturaleza los recursos que analizamos presentan la característica de ser interdependientes debido a múltiples influencias recíprocas, el hombre pretende manejar ese conjunto de elementos mediante servicios que constituyen verdaderos compartimentos estancos sin la posibilidad de establecer una fácil comunicación que les permita interpretar la verdadera naturaleza de los problemas que deben resolver. Será del mayor interés aprovechar la experiencia de los países que, en la región o fuera de ella, alcanzaron un mayor desarrollo en el uso de los distintos recursos de una cuenca y que lo lograron siempre después de vencer los choques de intereses antagónicos entre todos los sectores de la administración, cada uno interesado en preservar para sí la máxima influencia posible. Aun en los casos en que se logró constituir como entidad autónoma una Autoridad por cuenca. Todavía deben resolverse problemas institucionales para coordinar labores locales y con los organismos superiores de planeamiento nacional.

En el caso de los países con organización federal, lo común en la región es que se presenten dificultades para coordinar la acción de los servicios que actúan en el orden provincial y nacional, con relación a un mismo recurso. Salvo algunas pocas y muy ponderables excepciones, no se realizan trabajos conjuntos, correspondientes a la administración de distintos recursos interdependientes dentro de una misma área. Quizás, si se comprendiera con mayor facilidad que la ordenación de vertientes está englobada en las tareas que debe propiciar el desarrollo integrado de cuencas resultará más fácil encontrar soluciones para los problemas institucionales que comentamos.

También en el caso de las cuencas y lagos internacionales que interesan desarrollar a dos o más países de la región, resulta importante analizar las posibilidades de iniciar labores interdisciplinarias conjuntas y prever la solución de los aspectos institucionales que permitan materializar programas de esa naturaleza. Por la complejidad de esas tareas multinacionales es aconsejable la iniciación temprana y anticipada de las gestiones técnicas preliminares, con el objeto de que ellas puedan dar fruto sin excesivas demoras en el plano institucional.

Los presupuestos que las reparticiones públicas y paraestatales destinan a las investigaciones sobre el manejo y conservación de los recursos naturales renovables de una cuenca, son en general muy exiguos y totalmente insuficientes para abordar el estudio de su aprovechamiento de una manera racional dentro de las necesidades nacionales.

Pero el problema no es sólo financiero. En el plano institucional y administrativo existen serias fallas que conspiran contra la eficiencia de una estructura capaz de funcionar con rapidez y oportunidad para dar solución a los múltiples y complejos problemas que necesariamente surgen en ese campo. Esas prácticas no sólo repercuten menguando la eficiencia de la acción sino que pueden provocar además efectos nocivos en los recursos asociados, directa e indirectamente. La ubicación de los órganos correspondientes en la jerarquía administrativa es en los niveles mediano y bajo, sin contar con la suficiente autoridad. Además están dispersos en diferentes ministerios y órganos descentralizados y autárquicos.

En primer término, debe mencionarse la frecuente y lamentable desconexión, en el plano nacional, de sectores específicos, como la administración del agua, del bosque, de los suelos. Generalmente, esos servicios siguen políticas independientes para cada uno de los recursos que son de su incumbencia, sin consultar la vinculación con los otros recursos interrelacionados ni los efectos que una determinada obra o acción puede tener fuera de su esfera.

A lo anterior se suma la desconexión funcional entre el aparato administrativo nacional y al de los estados provinciales a que ya se hizo referencia. La dispareja dotación de fondos, las inevitables superposiciones y lagunas, se agravan por las rivalidades que surgen en el desempeño de sus funciones.

La todavía escasa experiencia latinoamericana, abonada por la que puede extraerse de la que se ha obtenido en otros países, demuestra que esas dificultades no se subsanan completamente ni siquiera en los casos en que se ha establecido una estructura administrativa coherente para las cuencas. A menudo la autoridad allí centralizada no logra enfrentar con éxito sus gestiones sectoriales con los correspondientes servicios nacionales y provinciales, si bien pueden señalarse significativos avances en algunos casos.

En resumen, no cabe duda que para obtener resultados positivos en el desarrollo integrado de cuencas hidráulicas es urgente establecer una racional coordinación administrativa en los sectores interrelacionados o reforzarla en aquellos casos en que ya existe en forma incipiente. Para ese efecto, será aconsejable reorganizar con ese criterio rector los respectivos servicios, dotando de suficiente autonomía y respaldo financiero a los organismos regionales que se ocupan de ese desarrollo. En los casos en que no existen tales autoridades, que es lo más frecuente en América Latina, debe proponerse a establecer una política común, discutida en todos los planos y compartida en las etapas ejecutivas.

4.7 A pesar de que, en su conjunto, el cuadro que presenta América Latina con relación a los temas tratados no resulta nada halagüeño, debemos advertir que se han logrado avances significativos en muchos campos y que todos los países cuentan con especialistas conocedores de la magnitud de los problemas y de las acciones que deberían adoptarse para buscar soluciones

/radicalmente definitivas.

radicalmente definitivas. Una de las causas principales del por qué resulta tan difícil actuar, radica casi siempre en la falta de apoyo financiero que tienen los programas. Se ha comenzado un análisis que permitirá conocer el porcentaje de las inversiones públicas totales que se destina a la evaluación y administración de los recursos naturales. Los primeros datos obtenidos revelan lo exiguo de esos aportes. Pero si en la mayoría de los países no se vuelcan suficientes aportes para los recursos naturales en su conjunto, es necesario tener en cuenta, además, que hay un desarrollo muy desarmonico entre distintos sectores. El origen de esa desarmonía radica en que la distribución de las inversiones se basa, generalmente, en intereses circunstanciales y no en las necesidades que exige la programación a largo plazo, que siempre implica la ordenación de vertiente dentro de los proyectos de desarrollo integrado de una cuenca. Para resolver esas cuestiones hace falta una mayor conexión entre el planeamiento del desarrollo de recursos interdependientes y el planeamiento de la economía general, aunque todavía se está en plena búsqueda de las fórmulas que permitan racionalizar los aspectos técnicos que facilite esa conexión. La CEPAL atribuye la mayor importancia a los esfuerzos que se hacen en este campo.

4.8 Entre los medios que se cuentan para aspirar a un cambio favorable del panorama expuesto en el presente documento puede señalarse como de singular importancia la experiencia adquirida por diferentes organismos internacionales a raíz de la asistencia técnica que han prestado en esta materia a los países de la región. Aunque las perspectivas de acción en los variados campos que ofrecen la ordenación de vertientes y el desarrollo integrado de cuencas, resultan amplias y atrayentes porque permiten concretar programas de indiscutible eficacia, quizá sea prudente aprovechar la experiencia acumulada por las Naciones Unidas en éste y otros campos y procurar que la labor coordinada de los organismos especializados, sea un ejemplo de trabajo conjunto que estimule el mejoramiento de los problemas institucionales que se señalaron para los países.

ANEXO

ENCUESTA SOBRE PROBLEMAS VINCULADOS CON EL USO
DE RECURSOS NATURALES INTERRELACIONADOSIntroducción

A raíz del documento preparado por la secretaría de CEPAL sobre los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual y las investigaciones que se requieren en este campo, la Comisión Económica en su Décimo Período de Sesiones, resolvió que se ahondaran los estudios sobre estos temas, prestando especial interés a la realización de aquellos de carácter integral que impliquen la acción conjunta de varios países y organismos.

Respondiendo a lo solicitado por dicha resolución, se consideró oportuno redactar un documento que analice los temas vinculados al desarrollo eficiente y la conservación de los recursos naturales renovables interrelacionados entre sí, teniendo en cuenta particularmente su influencia en la ordenación de cuencas hidrográficas. La selección de este tema se ha basado en las conclusiones a que arribaron los estudios sobre el recurso agua, realizados por misiones hidráulicas enviadas a ocho países latinoamericanos diferentes, y también en las informaciones preliminares que evidencian la necesidad de contar con estudios integrales que permitan planear con la máxima eficiencia el aprovechamiento total de los recursos de una región. Sin lugar a dudas, esta necesidad se manifiesta en mayor grado con relación a aquellos recursos que se presentan en la naturaleza en forma tal que el uso que se haga de uno de ellos puede influir positiva o negativamente en los otros, como ocurre con el suelo, el agua y el bosque.

Además de la falta de investigaciones interdisciplinarias que proporcionen mayores conocimientos sobre estos temas, uno de los principales escollos que se oponen a un aprovechamiento integrado y más racional de este tipo de recursos reside en la falta de una vinculación efectiva entre los organismos y especialistas encargados de su manejo y de todos estos, a su vez, con los encargados de conducir las economías nacionales, quienes excepcionalmente otorgan a los servicios responsables del manejo de los recursos renovables, la prioridad necesaria.

Recientemente, CEPAL y FAO iniciaron tareas conjuntas tendientes a estimular los estudios y programas interdisciplinarios que conduzcan a coordinar en todos los órdenes las labores que se realizan en cada uno de los campos especializados. Por otra parte, el Comité Regional de Corrección de Torrentes, creado por la Comisión Forestal Latinoamericana, ya ha empezado a actuar con jiras a facilitar la adopción por los países interesados, de técnicas hidrológico-forestales que se aplican, con éxito singular para la conservación del suelo y del agua, tanto en Europa como en otras regiones del mundo.

Sobre la base de las respuestas a las preguntas formuladas en la presente encuesta, el documento que se proyecta redactar proporcionará una idea más concreta acerca de la necesidad de ordenar el uso de los recursos interrelacionados, para evitar los desequilibrios físicos y biológicos y las pérdidas económicas consecuentes, especialmente en cuencas imbríferas y tierras de valor hidrológico. Una descripción y análisis realista de los problemas existentes en cada uno de los países de la región y el conocimiento de los estudios y proyectos más avanzados en este campo, resultarán básicos para la formulación de programas nacionales y de asistencia técnica por parte de organismos internacionales, como también para los propósitos del Comité Regional de Corrección de Torrentes.

Se ha preferido redactar las preguntas con la mayor amplitud posible, agregando algún comentario o ejemplo explicativo con el fin de facilitar su respuesta. Por tratarse de un tema interdisciplinario, se consideró necesario consultar a distintos especialistas, a través de tres cuestionarios básicos dirigidos respectivamente a distintos organismos y personas vinculados con el aprovechamiento del agua; a los responsables del manejo del bosque y del pastoreo en los montes y a quienes tienen a su cargo el desarrollo agropecuuario. Cuando la totalidad de estas tareas están coordinadas por una sola agencia, como ocurre por ejemplo con las autoridades para el desarrollo integral de algunas cuencas hidrográficas, aun cuando ciertas preguntas puedan considerarse repetidas, se ha preferido enviar los tres cuestionarios y no uno que los compendie, con la finalidad de que los sectores encargados de cada uno de los recursos puedan expresar su propia experiencia, ya que ésta será de gran interés para los países que aún no comenzaron proyectos de desarrollo integral con la participación de distintos organismos.

En todos los casos, debe tenerse en cuenta que no se pretende lograr por medio de esta encuesta una evaluación completa de los distintos problemas que se plantean y, por lo tanto, se ruega remitir la información disponible aun en los casos en que ésta sea parcial.

Questionario N° 1BOSQUES PROTECTORES EN CUENCAS IMBRIFERAS O
TIERRAS DE VALOR HIDROLOGICO

Información suministrada por: (nombre y cargo)

País y dirección:

1. ¿Existe una clasificación de las masas forestales del país que delimite los bosques protectores? ¿Los bosques protectores están sometidos a un régimen de aprovechamiento especial? En caso afirmativo adjuntar copia de la ley y su reglamentación correspondiente e información sobre la labor efectivamente realizada en su aplicación.
2. Sírvase indicar los principales factores que inciden en la degradación de los bosques protectores, dando el mayor número posible de ejemplos de la acción devastadora que provocan los incendios, el pastoreo, la falta de ordenación forestal adecuada, etc. y los correspondientes perjuicios económicos.
3. En caso de que no exista una política destinada a conservar los bosques protectores, ¿puede usted señalar ejemplos en su país que avalen la necesidad de dictarla? Describir casos referidos a pequeñas o grandes cuencas hidrográficas donde la degradación o eliminación de bosques protectores (incluyendo al matorral), haya originado el siguiente tipo de problemas: disminución del caudal de los cursos de agua o inundaciones torrenciales; destrucción de tierras de cultivo; atarquinamiento de embalses u obras de riego; disminución de la navegabilidad de ríos; "cortes" u obstrucción de carreteras y vías férreas, aluviones que afecten ciudades o pueblos, etc. En los casos en que hayan sido evaluados los daños que provocan estos problemas o que los mismos puedan ser estimados, sírvase dar las referencias por separado para cada cuenca que se mencione.
4. ¿Existe un servicio técnico encargado de la restauración de terrenos forestales degradados? ¿Se rige por una legislación especial? ¿Con cuánto personal especializado cuenta? ¿Cuál es su presupuesto anual?

5. ¿Se realizan en el país investigaciones sobre la influencia del bosque en la conservación del suelo y del agua? En caso afirmativo adjuntar las publicaciones o informes sobre resultados obtenidos. Mencionar las obras de corrección de torrentes que se hayan realizado, sus costos y beneficios.
6. Para la administración de los bosques protectores, ¿se ha establecido alguna coordinación con los servicios: agrícola, de pasturas, hidráulico, de colonización, etc.? En caso afirmativo señale la modalidad con que se efectúa dicha coordinación, remitiendo, si existiera, los instrumentos legales en que se respalda.
7. Si el servicio forestal o una agencia forestal especializada interviene junto con otros sectores en estudios de tipo integral o en la ejecución de proyectos regionales, mencione las dificultades y ventajas de esa labor conjunta. Remita toda la información y experiencias que a su juicio puedan ser aprovechadas por otros países.
8. Si el país ha solicitado o recibido asistencia técnica del exterior (bilateral o internacional) con relación a alguno de los temas a que se refieren las preguntas anteriores, sírvase comentar los resultados de la misma o enviar los documentos que haya originado.
9. Otros comentarios sobre el tema.

Nota: Al responder a las preguntas que se formulan, se ruega referirse a la Introducción, en particular a los dos párrafos finales.

Cuestionario N° 2

TIERRAS DE CULTIVO Y PASTOREO EN CUENCAS IMBRIFERAS

Información suministrada por: (nombre y cargo)

País y dirección:

1. ¿Las tierras de cultivo y de pastoreo en cuencas imbríferas, están clasificadas según sus características (pendiente, tipos de suelos, exposición, precipitaciones, etc.) para determinar en qué terrenos deben tomarse precauciones a fin de evitar la erosión? Sírvase remitir copia de las leyes y reglamentaciones vigentes en su país con relación a este tema.
2. En el caso de no existir una política dirigida a conservar los terrenos agrícolas y de pastoreo fácilmente erosionables, sírvase dar ejemplos de la disminución periódica de áreas cultivables, del incremento de materiales sólidos de arrastre en los cursos de agua debido a las malas prácticas agropecuarias, y otros problemas que indiquen la urgencia con que debería adoptarse tal política. En lo posible estime los perjuicios económicos que originan.
3. ¿Existen cuencas en su país donde la actividad torrencial provoca pérdidas de áreas cultivables por el atarquinamiento que sufren los terrenos? ¿Puede atribuirse esa actividad torrencial al mal uso del bosque o las tierras de pastoreo y cultivo situadas en las partes altas de la cuenca imbrífera? Suministre la mayor información posible sobre este tema, incluyendo la evaluación de los daños y posibles costos de las obras protectoras, toda vez que sea posible.
4. ¿Existen servicios técnicos que presten especial interés al uso del suelo agrícola o de pastoreo en terrenos no idóneos? ¿Se rige por una legislación especial? ¿Con cuánto personal especializado cuenta? ¿Cuál es su presupuesto anual?
5. ¿Se realizan en su país investigaciones sobre la influencia del manejo de las tierras agrícolas, de bosque y de pastoreo en la conservación del suelo? En caso afirmativo adjuntar las publicaciones o informes sobre resultados obtenidos.

6. Para la conservación de suelos, ¿se trabaja en forma coordinada con los servicios: forestal, hidráulico, de colonización, etc.? En caso afirmativo, señale la modalidad con que se efectúa dicha coordinación, remitiendo, si existieran, los instrumentos legales en que se respalda.
7. Si los servicios de conservación de suelos y manejo de pasturas intervienen junto con otros sectores en estudios de tipo integral o en la ejecución de proyectos regionales, mencione las dificultades y ventajas de esa labor conjunta. Remita toda la información y experiencias que a su juicio puedan ser aprovechadas por otros países.
8. Si el país ha solicitado o recibido asistencia técnica del exterior (bilateral o internacional) con relación a algunos de los temas a que se refieren las preguntas anteriores, sírvase comentar los resultados de la misma o enviar los documentos que haya originado.
9. Otros comentarios sobre el tema.

Nota: Al responder a las preguntas que se formulan, se ruega referirse a la Introducción, en particular a los dos párrafos finales.

Cuestionario N° 3APROVECHAMIENTO DEL AGUA EN VINCULACION CON OTROS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Información suministrada por: (nombre y cargo)

País y dirección:

1. Los ríos presentan múltiples posibilidades para el aprovechamiento del agua, razón por la cual deben analizarse las distintas alternativas de uso salvo en el caso de pequeñas obras que, naturalmente, casi siempre se proyectan para satisfacer un propósito único. ¿Podrían citarse para su país ejemplos demostrativos de los inconvenientes o pérdidas originados por haber desarrollado un uso singular del agua en casos donde resultaba aconsejable por su mayor eficacia proyectos de uso múltiple?

Al programarse el desarrollo integral de una cuenca existen dificultades para decidir la prioridad que debe adjudicarse a cada uno de los posibles usos del agua. Tales dificultades, en la mayoría de los casos, se vinculan con el escaso conocimiento que se tiene de las posibilidades de aprovechamiento que ofrecen las aguas subterráneas y otros recursos naturales de la cuenca, por ejemplo materias primas para industrias, reservas de suelos agrícolas, etc. Según la experiencia de su país, sírvase describir casos demostrativos de estas vinculaciones, incluyendo ejemplos de cómo los beneficios de algunas obras ya construidas podrían incrementarse si mediara una acción más enérgica de otros sectores técnicos encargados de la colonización, del desarrollo agrícola, etc. Sería muy valioso que también incluya ejemplos de cómo el mal manejo del agua influye negativamente en la conservación del suelo (casos importantes de revenimiento, erosión hidráulica y, si fuera oportuno, de contaminación del agua). En lo posible cite estimaciones económicas.

2. El uso inadecuado del bosque, pastizales y tierras de cultivo en las áreas más altas de las cuencas imbríferas activan la erosión de los terrenos y provocan otra serie de trastornos capaces, incluso, de llegar a alterar el ciclo hidrológico. Según las experiencias recogidas en su país, sírvase

/describir casos

describir casos referidos a pequeñas o grandes cuencas cuyo estado de degradación origina el siguiente tipo de problemas: atarquinamiento de embalses con incidencia apreciable en la disminución de la vida útil de los mismos; merma del caudal en los cursos de agua, particularmente donde es crítica la provisión de este elemento a ciudades; disminución de la navegabilidad de ríos; etc. En los casos en que hayan sido evaluados los daños que provocan estos problemas, o que los mismos puedan ser estimados, sírvase dar las referencias por separado para cada cuenca que se mencione, y los posibles costos de las obras que podrían haberlos prevenido.

3. Los servicios hidráulicos de casi todos los países latinoamericanos deben actuar en la defensa contra aluviones e inundaciones torrenciales, tanto de ciudades como de tierras de cultivo situadas en cuencas imbríferas. En otros casos deben intervenir para evitar que los torrentes provoquen "cortes" a carreteras y vías férreas. Interesa una descripción de los principales problemas de esta naturaleza que se presentan en el país y la medida en que el origen de éstos puede correlacionarse, por una parte, con la falta de obras de defensa y, por la otra, con el mal uso del bosque, pastizales y tierras de cultivo en las partes altas de la cuenca.

4. ¿Se realizan en el país investigaciones sobre la influencia del manejo del suelo y del bosque en la conservación del agua? En caso afirmativo, sírvase remitir las publicaciones o informes sobre resultados obtenidos.

5. Para la atención de los problemas mencionados anteriormente, ¿existen servicios especializados? ¿Cuánto personal trabaja en ellos? ¿Cuál es el presupuesto anual que disponen? ¿Se cuenta con instrumentos legales que faciliten los trabajos?

6. Cuando se proyectan aprovechamientos hidráulicos, ¿se consulta los servicios especializados en otros recursos (bosques, suelos, pastos, colonización, etc.) acerca de las posibilidades de racionalizar los aprovechamientos que se realizan en las cuencas? En caso afirmativo señale la modalidad con que establece la coordinación de las distintas labores y si está regida por alguna legislación especial.

7. En el caso de los estudios y proyectos para el desarrollo integrado de cuencas hidrográficas actualmente en ejecución, sírvase detallar la forma en que coordinan su labor las distintas agencias especializadas con acción en la zona. Será muy valioso que remita toda la información y experiencias que a su juicio puedan ser aprovechadas por otros países.
8. Si el país ha solicitado o recibido asistencia técnica del exterior (bilateral o internacional) con relación a algunos de los temas a que se refieren las preguntas anteriores, sírvase comentar los resultados de la misma o enviar los documentos que haya originado.
9. Otros comentarios sobre el tema.

Nota: Al responder a las preguntas que se formulan, se ruega referirse a la Introducción, en particular a los dos párrafos finales.

Indice

	<u>Página</u>
1. RESUMEN.....	1
2. LA ORDENACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LAS AREAS DE CAPTACION DE AGUAS.....	4
2.1 Principales interrelaciones entre la vegetación, el suelo y el agua: su importancia para determinar el uso óptimo de la tierra.....	4
2.2 La ordenación de vertientes: su vinculación con las grandes obras necesarias para el desarrollo integrado de cuencas.....	6
3. ANALISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL Y LATINOAMERICANA EN LA ORDENACION DE VERTIENTES.....	9
3.1 Los bosques y tierras forestales en la ordenación de vertientes.....	9
3.2 Las tierras de cultivo y pastoreo en la ordenación de vertientes.....	16
3.3 Las grandes obras hidráulicas y la ordenación de vertientes.....	20
4. CONCLUSIONES.....	29
ANEXO.....	35

1871

1871

Received of the Treasurer of the
County of ... the sum of ...
for ...

1871



C A S T A L A

Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina
organizada por la Unesco en cooperación con la Comisión Económica para América Latina,
Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965

Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine
organisée par l'Unesco avec la coopération de la Commission économique pour l'Amérique latine
Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965

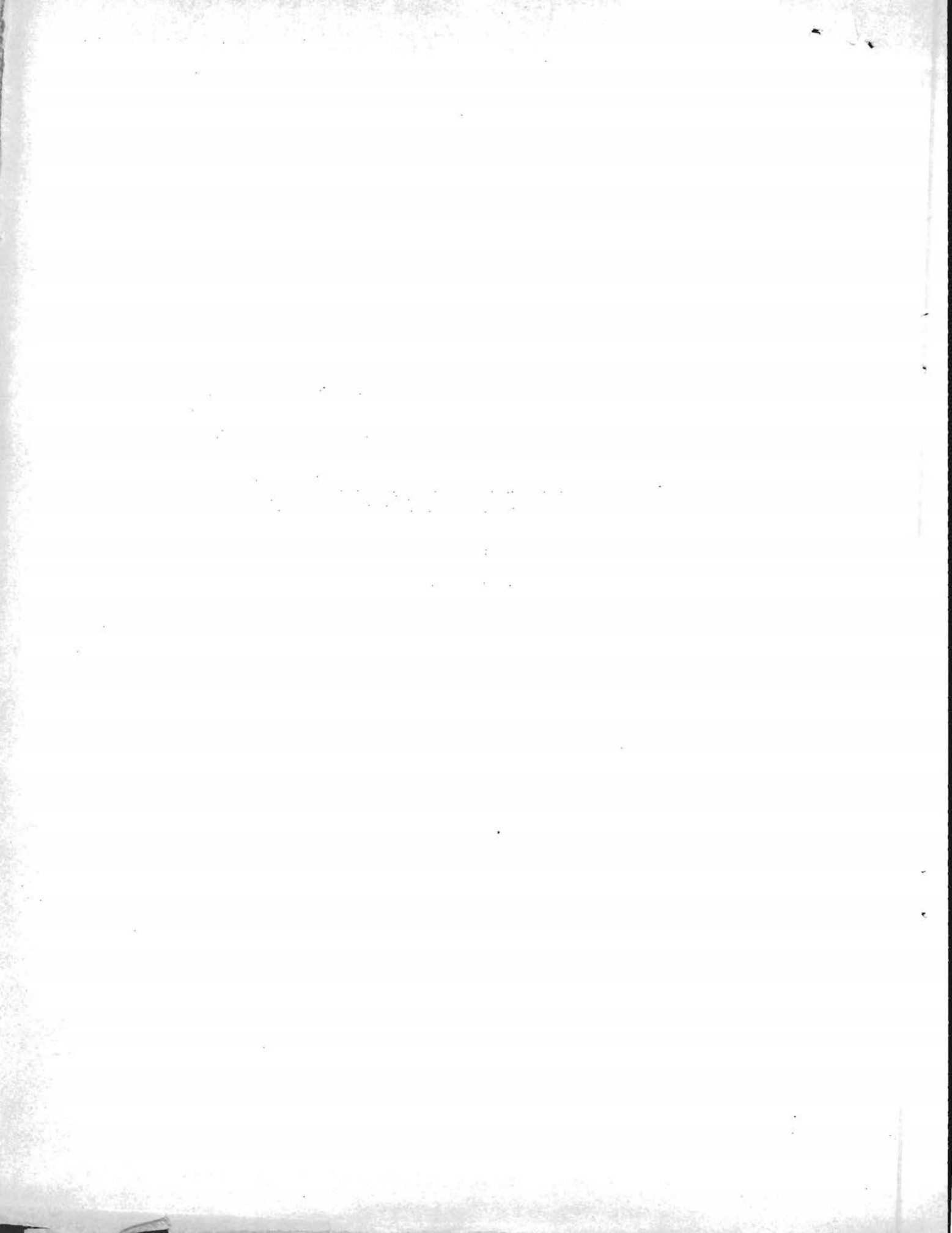
Conference on the Application of Science and Technology to the Development of Latin America
organized by Unesco with the co-operation of the Economic Commission for Latin America
Santiago, Chile, 13-22 September 1965

UNESCO/CASTALA/2.1.7
PARIS, 23 de julio de 1965
Traducido del inglés

2.1.7 - Tendencias de la tecnología relativas
a la utilización de los recursos naturales

por

G.H.P. Aymans



SUMARIO

La transformación de los recursos naturales de los países latinoamericanos en productos primarios requeridos por los mercados mundiales, ha constituido por muchos años una parte considerable del ingreso nacional para los países. La exportación de dichos productos les ha sido de importancia vital, ya que permitían adquirir los bienes de consumo y de inversión que por variadas razones no podían provenir de fuentes domésticas. En época reciente, las condiciones en que este cambio toma lugar han deteriorado rápidamente. Una de las muchas y complejas causas es el rápido progreso de la tecnología, que devalúa rápidamente la producción primaria, con respecto a las otras formas de la actividad económica.

Las técnicas de mejor aprovechamiento de los materiales es una de esas causas. Al utilizarse más eficientemente las materias primas, sus precios bajan, algunas son mismo desplazadas de los mercados. Esto último ocurre cuando el precio de la materia prima en cuestión ha subido tanto como para hacer económica la aplicación de substitutos. Las técnicas de ahorro de mano de obra pueden ejercer una influencia semejante, aunque ellas se desarrollan no para reemplazar los materiales sino para disminuir la mano de obra en su procesamiento. A menudo la eficiencia en el trabajo puede aumentar sólo cambiando las materias primas naturales por substitutos manufacturados, y entonces aun las técnicas de ahorro de mano de obra pueden resultar en el reemplazo de materias primas naturales. Esto puede ocurrir aun en casos de que éstas son mucho más baratas que aquéllos.

El efecto combinado de estos y otros desarrollos de la técnica, es que la producción de materiales primarios para exportación pierde terreno. Sin embargo, los mismos principios involucrados en ese proceso pueden utilizarse también en favor de los productores de materias primas tradicionales. El resultado en esto depende en gran parte de la aplicación práctica del conocimiento: la técnica más avanzada no es necesariamente la mejor adaptada para producir un bien determinado, sino aquélla mejor armonizada a las condiciones prevalentes.

2.1 Problemas actuales de la utilización de los recursos naturales en América Latina

En los últimos años, si bien con cierto retraso, se ha desarrollado de más en más la convicción de que los medios tradicionales de utilización de los recursos naturales desempeñarán en lo sucesivo una función mucho menor en el desenvolvimiento económico de la que asumieron hasta ahora. Esta creencia se basa en la comprobación de que el valor total de las materias primas utilizadas en el mercado y la producción mundiales decrece de manera constante si se compara con el valor total de los productos manufacturados empleados en el mismo proceso.¹⁾ En realidad hace ya largo tiempo que se ha ido ampliando la zanja existente entre ambas ramas de la actividad económica²⁾, y existen serios motivos para creer que las diferencias observadas en el pasado irán creciendo en lugar de disminuir en el porvenir.

Esta experiencia ha llegado a ser un motivo de seria preocupación para muchos países en vías de desarrollo, especialmente para los países de América Latina. Todos ellos han dedicado durante muchos años parte considerable de su renta nacional a transformar los recursos naturales a su disposición en los productos básicos exigidos por el mercado mundial³⁾, y muchos de ellos han invertido una proporción aún mayor de su capital de inversión total en esta sección de su economía⁴⁾. En la actualidad en que los ingresos obtenidos de esas fuentes van derritiéndose poco a poco, los países de América Latina se encuentran situados ante la difícil alternativa de seguir adelante con su tradicional política de recursos o de abandonarla.

Esta decisión es vigorosamente controvertida. Muchos de los que abogan por la continuación de la política tradicional están persuadidos de que la deterioración del mercado de productos de primera necesidad es un resultado directo del monopolio que disfrutaban las naciones industrializadas. De ahí que aleguen que la solución a sus problemas depende en gran parte de la voluntad de las naciones industrializadas de reducir sus medidas restrictivas. Afirman que esas naciones deben estar preparadas a pagar un precio más elevado por los productos básicos que importan, en la misma forma que están dispuestas, por ejemplo, a aceptar las demandas de aumento de salarios de su propia mano de obra. Algunos interesados, van aún más allá en su argumentación y piden que las naciones industrializadas concedan un subsidio no sólo a su propia producción de productos básicos, sino asimismo a la de otros países que las proveen de artículos de primera necesidad.⁵⁾ De no poder conseguirse esto, debieran renunciar completamente al sistema de pago de subsidios, ya que ello perjudica a la economía de todas las naciones más pobres.

Sea este razonamiento, como otros similares, válido o no, lo cierto es que el problema está así planteado. El argumento se basa en todo caso en algo muy convincente, a saber, que el valor económico de los recursos naturales no debiera poco o nada depender de los caudales físicos de los productos de que se trata y que, en virtud de una complicada red de fuerzas, conducen a la utilización de dichos productos. En los capítulos que siguen se examinarán con mayor detalle las consecuencias económicas y tecnológicas de este principio. Aquí parece conveniente echar al menos una breve ojeada al comercio latinoamericano de exportación de productos básicos ya que da una impresión de la forma en que se utilizan los recursos naturales de esos países (véase el cuadro 1).

CUADRO 1 - Valor total de las exportaciones de las Repúblicas Latinoamericanas y valor de los tres principales productos de exportación en 1962

País	Valor total de exportaciones en millones de dólares	por orden de importancia			Tres productos principales exportación								
		1°	2°	3°	Valor en millones dólares				Valor en porcentajes de total exportaciones				
					1°	2°	3°	los 3	1°	2°	3°	los 3	
Argentina	1.210	carne	trigo	lana	256	175	147	598	21	14	12	47	
Bolivia	75	mineral estaño	plata	mineral plomo	49	4	3	56	65	5	4	74	
Brasil	1.214	café	algodón	mineral hierro	634	115	70	819	53	9	6	68	
Colombia	464	café	petróleo	algodón	332	68	16	416	72	15	3	90	
Costa Rica	85	café	bananas	cacao	48	21	5	74	56	25	6	87	
Chile	534	cobre	mineral hierro	salitre	360	49	30	439	67	9	6	82	
R. Dominicana	173	azúcar	café	bananas	93	20	12	125	54	12	7	73	
Ecuador	140	bananas	café	cacao	83	21	16	120	59	15	11	73	
El Salvador	136	café	algodón	crustáceos	80	32	5	117	59	24	4	87	
Guatemala	91	café	algodón	bananas	67	15	9	91	61	15	8	83	
Haití	42	café	sisal	azúcar	22	3	3	28	52	7	7	66	
Honduras	77	bananas	café	madera	36	11	6	53	47	14	8	69	
México	937	algodón	carnes	café	220	76	74	370	23	8	8	39	
Nicaragua	80	café	algodón	semillas oleaginosas	26	24	7	57	33	30	9	72	
Panamá	46	bananas	petróleo	pesca	18	17	8	43	39	37	17	93	
Paraguay	34	carne	madera	tabaco	8	7	3	18	24	21	9	54	
Perú	538	cobre	algodón	azúcar	97	54	33	184	20	18	10	48	
Uruguay	153	lana	carnes	cueros	58	32	7	97	38	21	5	64	
Venezuela	2.585	petróleo	mineral hierro	café	2.398	119	19	2.536	93	4	1	98	
Total Repúblicas Latinoamericanas	9.180				5.914	873	473	6.260	54	10	5	68	

Procedencia: United Nations: Year Book of International Trade Statistics 1962, New York, 1964 (Publicación de las Naciones Unidas: N° de venta: 63.XVIII.8)

Si bien en el Cuadro 1 se tienen en cuenta exclusivamente los tres principales artículos de exportación de cada país, se aprecia en él que el comercio exterior de América Latina depende principalmente de muy pocos productos. En realidad, de los 19 países indicados en el cuadro, 11 obtienen mucho más de la mitad del total de sus exportaciones de sólo un producto básico; 14 de sólo 2 y 16 de tres productos.

En resumen, la valía de las exportaciones de los tres artículos más importantes de cada país asciende a más del 68 % del valor de todas las exportaciones latinoamericanas. Existen motivos para suponer que dicho porcentaje se acercaría al 75 % si se tuviesen en cuenta diversos artículos de menor importancia que se alinean junto con los principales indicados como, por ejemplo, cueros de ganado, y, en algunos casos, papel, los cuales pueden considerarse como subproductos de la carne y de la industria azucarera respectivamente. Estas pocas palabras de comentario al Cuadro 1 bastan para mostrar que la producción destinada a la exportación en América Latina es no sólo esencialmente una producción primaria, sino una producción primaria limitada a muy pocos artículos. Esa falta de diversificación explica la extrema sensibilidad de la economía latinoamericana a las contingencias mundiales y, en particular, a las derivadas del desarrollo tecnológico. Las dificultades que de ello surgen se agravan debido a diversos otros factores, uno de los cuales es que en los países latinoamericanos la exportación absorbe una parte mucho más importante de la producción total de lo que prácticamente es de regla en los países industrializados.

La marcada dependencia de América Latina de las exportaciones de productos primarios se ha definido a veces con cierto embozo como resultado de la división internacional del trabajo producida por la industrialización de Europa y de América del Norte. Entre los diversos factores que contribuyen a esta división se cuenta con evidente aunque relativa importancia la lentitud del desenvolvimiento tecnológico aplicado a la producción básica. Esto es particularmente cierto con respecto al sector agrícola. En ese terreno, el progreso realizado por los países industrializados fue efectivamente muy lento, tan lento que durante muchas décadas no pudieron llegar a nutrir su población, en aumento, y sus industrias, con sus propios productos agrícolas.

Con los años, esa situación ha cambiado de manera considerable. El ulterior desarrollo de la tecnología agrícola, el número cada vez mayor de regiones abiertas a los medios modernos de transporte, la creación de técnicas eficaces de conservación de los alimentos, la substitución de las materias primas naturales por otras manufacturadas, así como otros múltiples factores diversos se han combinado para reforzar la producción agrícola de los países industrializados en un grado considerable. Esos países probablemente nunca podrán prescindir por completo de las importaciones agrícolas, pero no hay duda de que su capacidad de importación de muchos productos básicos no crecerá tan rápidamente como sería necesario que creciera para que esas fuentes lleguen a constituir por sí solas un factor decisivo en el desarrollo de América Latina, al mismo tiempo que de los otros países en vías de desarrollo.

Ello no obstante, no es el progreso tecnológico de los países industrializados lo que puede llegar a dañar el desarrollo de los países productores

de materias primas. Existen otros muchos factores tales como, por ejemplo, la política económica, los cuales no están necesariamente dirigidos contra los países menos favorecidos que con frecuencia actúan en ese sentido de manera accidental. Un ejemplo a este respecto lo constituye la reciente creación de la Comunidad Económica Europea. Sobre la base del progreso técnico que han alcanzado y que ha de permitirles independizarse de nuevas importaciones de alimentos de consumo general, los países que la componen han comenzado a compartir sus productos naturales con ventaja mutua. En lo que respecta al azúcar ya han llegado a no necesitar importar ese producto y probablemente conseguirán prescindir de las importaciones con relación a otros productos principales, en el lapso previsto para ese fin. Más aún, se ha iniciado una serie de arreglos preferenciales entre los 6 países miembros y los muchos países asociados, principalmente en Africa, que comienzan a incrementar su producción de frutos, que pueden desempeñar una función vital de ese tipo en la economía de los diversos países latinoamericanos. En relación con esos arreglos, desde el punto de vista latinoamericano, es depresivo que las exportaciones agrícolas hacia el mercado europeo tendrán un carácter ampliamente residual, es decir que tendrán entrada en ese mercado sólo después que haya sido colocada la propia producción de los miembros de la comunidad. Este hecho, junto con las tarifas aduaneras que gravan las importaciones de aquella procedencia, puede desalentar a los productores de América Latina.

De estas observaciones más bien someras cabe extraer dos conclusiones. La primera es que muchas formas de utilización de los recursos naturales en América Latina tal cual se han practicado hasta ahora, serán menos factibles en el futuro por muy adecuados que puedan ser dichos recursos naturales. La segunda es que las dificultades que se plantean no podrán superarse con medidas tecnológicas, visto que por su mismo carácter las desbordan. Por supuesto, ambas conclusiones son válidas solamente en la medida en que se refieren a la influencia previsible de la Comunidad Económica Europea, o más exactamente de la parte que de ella gravite sobre la economía de América Latina. Pueden bien darse en los mercados europeos y de otras regiones, otras fuerzas favorables a las medidas que se han aplicado hasta ahora. Parece sin embargo poco probable que consigan detener el declive relativo en importancia de los recursos naturales explotados hasta el presente.

2.2 Algunas consecuencias del desarrollo de los recursos

El hecho de que los países industrializados dependan cada vez menos de determinados recursos naturales y, por consecuencia, de la menor importancia de los recursos naturales en la vida económica, en general, es al menos en parte resultado de una tecnología sumamente desarrollada y que continúa perfeccionándose. Para comprender en qué medida lo está, preciso es recordar que la tecnología se halla ligada por una relación de dependencia a otros varios factores de producción, tales como, mano de obra, capital, espíritu de empresa, propiedad, etc., que tienen que cooperar para llegar a la transformación de los recursos naturales en mercancías o servicios.

Todos estos factores de producción tienen algunas importantes cualidades en común: son en cierta medida intercambiables y de suma movilidad. El que puedan

ser empleados económicamente en la explotación de determinados bienes depende no sólo de los precios que se obtienen por los productos finales de los mismos, sino asimismo de los precios practicados para todos los otros productos que se obtienen en condiciones similares. El que merezca la pena, por ejemplo, explotar una mina de cobre depende no sólo del precio del cobre, sino asimismo de los precios de otros bienes de sustitución utilizables en lugar de cobre. Se concibe v.g., que los mineros se vean atraídos por mejores condiciones de trabajo o por salarios más elevados en fundiciones de acero, por ejemplo. Ese hecho eventualmente conduciría a mejorar las condiciones de trabajo o a aumentar los salarios para los mineros de la mina de cobre y, en idénticas condiciones, a disminuir la ganancia. Otro tanto se aplica al factor capital que, contrariamente a una concepción errónea común, es en todas partes de limitada disponibilidad y, por consiguiente, tiene tendencia, mayor aún que la mano de obra, a desplazarse para encontrar empleo más remunerador.

En realidad existen múltiples casos en que se dan oportunidades alternativas de empleo sea de la mano de obra, sea del capital, lo cual conduce a no emplear otros recursos utilizables. Por otra parte, se dan también casos en que recursos técnicamente muy inferiores se sigan utilizando con ventajas económicas debido a que las normas de las fuerzas productivas permiten hacerlo en tales casos.

El valor de los recursos naturales que depende de los factores de producción supone un alto grado de diversidad regional, incluso para los recursos naturales que prácticamente son los mismos en vastas regiones. Por numerosos estudios regionales, sobre todo los descritos por geógrafos, sabemos que realmente existe una marcada diversidad de ese tipo. Una encuesta de las futuras perspectivas de determinado recurso, debería incluir, por consiguiente, además de un inventario técnico del recurso en sí, un estudio de la existencia local de factores que permitan su producción o que la dificulten. Si no se tiene este hecho en cuenta incluso el inventario técnicamente más completo no pasaría de ser un ejercicio de puro valor académico.

2.3 El progreso tecnológico y el valor de los recursos naturales

Con frecuencia es difícil descubrir la influencia del progreso tecnológico en las perspectivas futuras de un recurso determinado, debido a que los otros factores implicados, aunque a menudo sean menos aparentes, pueden contrapesar por completo la influencia ejercida por el progreso tecnológico. En otras palabras, no puede darse una respuesta general a la pregunta de si el progreso tecnológico en un país afectará o no a la utilización de un recurso natural en otro país. En algunos casos, la respuesta dependerá en gran parte de si el producto bruto se exporta principalmente a los países muy industrializados o bien si en el país menos desarrollado de donde se saca, se lo elabora localmente para consumo en su propio mercado. En el primer caso, el valor del recurso puede verse rápidamente reducido, ya que existe una tendencia creciente en todos los países industrializados a descubrir y a emplear técnicas que economizan materiales, es decir, a utilizar menos materia prima para producir la misma cantidad de mercancía. En el segundo caso, el valor del recurso puede permanecer estabilizado durante largo tiempo, ya que los avances tecnológicos en los países menos desarrollados tienden a ser lentos, particularmente si los recursos son amplios o renovables.

Un ejemplo demostrativo lo constituye la industria de la pulpa y del papel. Existen países con un posible o, incluso, real excedente de producción de pulpa que puede obtenerse de diversas procedencias como, por ejemplo, del bagazo. Por lo general, este producto de deshecho de la industria azucarera no suele plantear problemas de transporte ya que en casi todas las regiones de cañaverales existen ferrocarriles para el transporte del azúcar. Por tanto, se hacen esfuerzos crecientes para exportar el bagazo en forma de pulpa a los países que carecen de esa materia prima. Ahora bien, la competencia en el mercado es violenta y los principales importadores tienen dificultad para implantar técnicas que economicen material, tales como el repulpamiento de los desperdicios de papel. Tan pronto como se llevan a la práctica esas tecnologías más avanzadas, el precio de la pulpa disminuye, a menos que el mercado para los productos acabados esté en alza en su conjunto, o a menos que se encuentren otros empleos para la materia bruta, como, por ejemplo, en la industria de los tejidos artificiales que está en rápida expansión. Eventualmente, el precio de la pulpa puede disminuir a tal punto que ya no compense los gastos de preparación y de transporte de la materia bruta. Puede haber razones importantes, que no sean necesariamente económicas, para continuar la producción pero, por lo general, llega un momento en que debe finalmente suspenderse. En otras palabras, el progreso tecnológico ha disminuído el valor del recurso y finalmente lo ha convertido en una "sustancia neutra".⁶⁾

Sin embargo, el progreso tecnológico no conduce necesariamente a la devaluación de la producción básica. Si, continuando con el ejemplo anterior, como consecuencia del empleo de técnicas que, en los países industrializados, economizan material, deja de ser viable la producción de pulpa de bagazo para exportación, puede seguir siendo valioso para los productores de la misma continuarla para alimentar una industria nacional del papel. En los países de América Latina, debido a las crecientes importaciones de papel y de cartón⁷⁾ que en ellos se hace, la producción de bagazo podría seguir siendo remuneradora, sobre todo si se tiene en cuenta que técnicamente se las puede substituir por productos fabricados en el país. El éxito de una empresa de ese carácter, que, no sólo revalorizaría la "sustancia neutra", sino que asimismo crearía nuevos empleos, dependería en parte de la técnica empleada. En circunstancias como esta la tecnología más adecuada no suele consistir en emplear los procedimientos óptimos de los países técnicamente más avanzados, sino más bien aplicar una forma de producción convencional y de maquinaria de tipo antiguo pero en buenas condiciones, si se la puede adquirir a precio ventajoso. La superioridad de plantas industriales de ese tipo sobre las ultramodernas consiste en su mejor adaptación a los factores existentes de producción y, particularmente, en la relativa abundancia de mano de obra y en la relativa escasez de capitales. De todo lo anterior se desprende que el progreso técnico de los países industrializados no tiene por qué disminuir necesariamente el valor de los recursos naturales. No sería así, si los derivados de los recursos de que se trata no pudieran extenderse al mercado internacional.

2.4 Algunas consecuencias generales de la aplicación de las técnicas de ahorro de material

En la mayoría de los países latinoamericanos se sigue asignando gran importancia a la producción de artículos primarios destinados a la exportación, por más que las perspectivas en ese sentido disten mucho de ser brillantes.

Este insistente empeño en mantener por todos los medios posibles las industrias existentes se explica principalmente por la necesidad de hacer frente a múltiples obligaciones que por ahora no podrían satisfacerse de otra manera. Sin embargo, también influye en esta actitud la suposición de que las tendencias adversas que han prevalecido durante largo lapso se modifiquen más adelante. Esta actitud, basada en la ilusión de que los deseos se han de convertir en realidades, es alentada a menudo por el convencimiento general de que el consumo de casi todas las materias primas en los países desarrollados aumenta constantemente y de que cada día son más numerosos los artículos de valor, de tipos muy diferentes, que se elaboran a partir de una materia prima única. Por cierto que, si sólo se tienen en cuenta estos hechos, es difícil comprender cual es la razón que determina la reducción del valor relativo de los productos básicos.

La explicación de esta discrepancia cada vez más pronunciada reside principalmente en la incidencia del desarrollo tecnológico y, especialmente, de la rápida evolución de las técnicas de ahorro de material. Es cierto que, como sostienen los productores de artículos primarios, el consumo mundial de la mayoría de las materias primas se incrementa constantemente, pero - cosa que se olvida generalmente - más rápidamente aún aumenta la proporción de actividades tecnológicas que intervienen en el proceso económico. Esta proporción de actividad económica en rápido crecimiento, cuyo precio debe pagarse, tanto en los países de economía a base de libre empresa, como en los países de economía centralmente planificada, explica en gran parte la creciente disparidad señalada más arriba.

Por desgracia, se ha estudiado poco esta cuestión, de manera que es prácticamente imposible averiguar con exactitud la proporción en que el desarrollo tecnológico interviene en el logro de que las materias primas actualmente disponibles se utilicen más económicamente. Sin embargo, es fácil encontrar algunos ejemplos. Uno de ellos es la difusión del moderno envase de hojalata. En un momento dado, las latas de conserva se hacían efectivamente de hojalata, es decir, de lámina de acero bañada en estaño fundido; más tarde, se inventó el enchapado electrolítico al estaño, que permitió economizar mucho estaño al reducir el espesor de la capa que recubre la lámina de acero; actualmente, muchos envases que se llaman de hojalata están revestidos por fuera de una delgada capa de estaño y forrados de plástico por dentro.⁸⁾ De este modo, poco a poco, la lata de hojalata se convirtió en una simple "lata", es decir, que cada vez fue menor la cantidad de estaño necesaria para producir el artículo que pedía el mercado, pero al mismo tiempo aumentó la incidencia tecnológica. Quizá haya aumentado la cantidad total de estaño utilizada a este fin, pero la cantidad relativa y, por tanto, su valor relativo, ha disminuído sin lugar a dudas.

Lo mismo ocurre con casi todos los derivados inmediatos de los recursos naturales. Cuanto más "naturales", es decir, cuanto menos elaborados son, más susceptibles son de desvalorizarse gradualmente. Hoy en día se usa mucho menos acero que hace treinta o cuarenta años para construir un puente de determinada capacidad de tránsito, pero esa economía se obtiene a cambio de mucho más trabajo de cálculo y de una tecnología mucho más desarrollada. Asimismo, el valor

sumado de todas las materias primas que se utilizan actualmente en la fabricación de automóviles es mucho menor, en comparación con el coste de las operaciones tecnológicas y de los demás factores de producción, que hace pocos años.

Lo mismo está ocurriendo en lo que respecta al suministro de energía. En la Gran Bretaña, el continuo aumento del rendimiento de la combustión de la hulla ha permitido acrecentar constantemente la producción industrial y la renta nacional sin aumentar apreciablemente el consumo global de los recursos energéticos primarios.⁹⁾ En Alemania, el motor de combustión inventado recientemente por Wankel tendrá análogos efectos en lo que respecta al petróleo, cuando la industria del automóvil comience a producir este motor en gran escala. Del mismo modo progresa la ingeniería electrotécnica. Por ejemplo, el mero hecho de reemplazar las centrales anticuadas - cuyo rendimiento en cuanto a la utilización de la fuerza motriz es a menudo inferior al 25 % - por generadores de nuevo modelo, cuyo rendimiento alcanza actualmente, en promedio, a más de 30 %, permitirá seguir realizando apreciables economías de combustible en el próximo decenio, sin contar otras posibles mejoras.¹⁰⁾

Estos ejemplos, y otros que podrían añadirse fácilmente, bastan para demostrar que en los países industrializados se tiende a emplear cada vez más las técnicas de ahorro de material. Este hecho no es nuevo en sí, pero lo que es nuevo es el ritmo con que se difunde.¹¹⁾ Como es natural, el aumento absoluto del consumo de materias primas compensa en parte los efectos de esa tendencia, pero generalmente su valor parece ser inferior al valor de los factores de producción empleados en aprovechar ese aumento.

El efecto total de estas innovaciones tecnológicas se acentúa debido a las recientes modificaciones observadas en la composición de la renta nacional de los países industrializados. Las industrias a base de servicios, como el turismo, progresan constantemente, y esto rebaja aún más la posición relativa de los productores de artículos primarios, porque la expansión de aquellas industrias no está acompañada de un aumento comparable del consumo de materias primas. Sin embargo, por más que los cambios que se registran en estas esferas están relacionados con las tendencias observadas en tecnología, no corresponde examinarlos en este trabajo.

Conviene señalar otro punto más, a saber la relación entre la tecnología y el precio de los artículos primarios. Al parecer, las innovaciones tecnológicas, particularmente en la esfera de las técnicas de ahorro y de sustitución de materiales, son provocadas sobre todo por la tendencia al alza de los precios de las materias primas pertinentes. A tal punto que hay casos en los que los propios productores de artículos primarios han hecho todo lo posible para que no suban los precios de sus productos, porque se han ido percatando de que el alza de precios puede ser motivo de que se emprendan nuevas investigaciones tecnológicas para encontrar posibles sucedáneos¹²⁾. Ocurre muchas veces que ya se ha encontrado un sucedáneo o se ha inventado una técnica de ahorro de material pero no se aplican mientras el precio del producto natural no suba tanto como para justificar el empleo del nuevo producto o la nueva técnica. En otras palabras, el hecho de que una materia prima escasee o de que su precio suba no significa que se le ofrezcan mejores perspectivas. Al contrario, cuanto

más falte y mas cara se torne, mayor es el riesgo de que se la reemplace enteramente. Una vez que se ha empleado un sucedáneo, es muy difícil que el producto reemplazado recupere su posición en el mercado, porque en general el sucedáneo es más barato y más fácil de producir que el artículo natural. El aumento gradual de rendimiento del procedimiento Haber-Bosch para fijar el nitrógeno del aire, que desalojó al procedimiento de Guggenheim, basado en la utilización de los nitratos chilenos, es dentro de muchos otros uno de los ejemplos más conocidos.

De lo que antecede se deduce que el rápido desarrollo de las técnicas de ahorro de material y de la producción de sucedáneos tiene graves consecuencias para todos aquellos países cuya renta nacional deriva principalmente de la transformación de los recursos naturales en materias primas. Esto no significa que la producción de artículos primarios no tenga importancia en el desarrollo de las economías atrasadas, pero sí que esa producción no bastará por sí sola, en general, para elevar el nivel de vida hasta un valor comparable con el de los países más afortunados.

2.5 Algunas consecuencias de la aplicación de las técnicas de ahorro de mano de obra

No solamente se recurre a la tecnología para encontrar nuevos medios de economizar las materias primas más caras o de buscarles sucedáneos, sino también para encontrar dispositivos que aumenten el rendimiento de los procedimientos de producción en su conjunto. En algunos países, o dentro de ciertos sectores industriales, las materias primas son relativamente abundantes y baratas; en cambio, la mano de obra escasea y es cara. En tales circunstancias, las investigaciones tecnológicas se encaminan hacia el ahorro o la sustitución de la mano de obra más bien que de otros factores de la producción. Sin embargo, las técnicas de ahorro de mano de obra obran, no solamente sobre el proceso global de producción, sino también sobre algunos de los restantes factores de la misma, igual que ocurre con las técnicas de ahorro de material que, generalmente, no sólo aumentan el rendimiento que se saca de la materia prima, sino también el de la mano de obra. Como ejemplo de los efectos que puede tener un dispositivo esencialmente destinado a ahorrar mano de obra sobre el consumo de materias primas naturales, cabe mencionar el caso de la producción del cuero.¹³⁾

Desde hace varios decenios, las ganancias de los exportadores de cueros han venido disminuyendo a causa del creciente exceso de producción de este artículo, lo que se explica, puesto que el cuero es un subproducto inevitable de la producción de carne, por el constante aumento del consumo de ésta. Hacia fines de 1963 el precio del cuero bajó al valor mínimo registrado desde 1930. Por lo tanto, desde el punto de vista de la oferta de materia prima, la industria del calzado se encuentra en una situación óptima. En cambio, la mano de obra sigue siendo bastante cara porque es muy difícil elevar el rendimiento del trabajo de los cortadores y seleccionadores. La principal razón de esta dificultad estriba en la variedad de los tamaños y espesores de los cueros.

Esta falta de uniformidad obliga a hacer a mano muchas operaciones que pueden facilitarse con el uso de máquinas pero nunca reemplazarse totalmente por operaciones mecánicas. Ocurre, pues, que, a medida que suben los salarios en esta industria, la producción del calzado se hace cada vez más cara.

Se han hecho muchos intentos de reemplazar a los cortadores o a los clasificadores de cuero, o preferiblemente a ambos, especialmente en los países donde la mano de obra es muy escasa. Hasta ahora no se ha adelantado mayormente en ese propósito, porque no es posible elaborar la materia prima utilizada sin recurrir a un mínimo de mano de obra, mínimo que puede ser apreciable. De ahí que los tecnólogos hayan llegado a la conclusión de que la única solución del problema consistiría en encontrar un sucedáneo sintético del cuero, que pueda producirse en gran escala, porque así se evitarían por completo las operaciones manuales. La empresa Dupont consiguió hallar recientemente ese sucedáneo que ofrece las cualidades principales del cuero y se presta al mismo tiempo para la producción en gran escala. Se trata de un material poroso e impermeable, pero al mismo tiempo uniforme y mucho más liviano que el cuero. Su producción es todavía muy costosa, mientras que el cuero es muy barato, pero si los precios del cuero y la mano de obra siguen subiendo, como a la larga tendrá que suceder, el sucedáneo podrá rivalizar fácilmente con el producto natural y desalojarlo por completo del mercado.

Es indudable que estos hechos han de tener repercusiones en varios países latinoamericanos. En 1962, la Argentina, el Uruguay y el Paraguay, que son los principales productores de carne de América Latina, tuvieron en conjunto un ingreso de 107 millones de dólares, gracias a la exportación de sus subproductos, los "cueros y pieles".¹⁴⁾ Estos ingresos procedentes de las exportaciones se verán afectados en su mayor parte, directa o indirectamente, porque en general los países que importan cueros de América Latina son al mismo tiempo importantes productores. Por ejemplo, los Estados Unidos que importaron en 1962 "cueros y pieles" por un valor de 66,5 millones de dólares, exportaron alrededor de la tercera parte de su propia producción de estos artículos, por un valor de 108,6 millones de dólares.¹⁵⁾ La única excepción importante entre los países industrializados es el Japón, que por haberse dedicado anteriormente a la agricultura produce solamente una fracción de la cantidad de cuero de ganado que necesita su industria. Por la misma razón, el Japón es el principal importador de "cueros y pieles". En 1961 adquirió cueros por un valor de 58,28 millones de dólares.¹⁶⁾ Sin embargo, no hay duda de que el Japón figurará entre los primeros países en que se pondrán en práctica las técnicas de ahorro de mano de obra y de material indicadas más arriba. En cuanto convenga, creará su propia técnica al efecto, porque su industria está perfectamente capacitada para adaptarse a tales cambios, por rápidos que sean.

En ciertos casos, ha acontecido que los productos a base de materias primas naturales han adquirido un "valor de prestigio" mucho después de haber perdido sus mercados tradicionales. Como ejemplo, cabe mencionar la recuperación del valor de la seda observada recientemente. Después de la guerra, los sericultores japoneses volvieron a cultivar las moreras y a criar gusano de

seda, sin hacer caso de las advertencias de su gobierno. Se comprobó después que habían acertado: no es que hubieran previsto el futuro; simplemente tuvieron suerte porque la demanda aumentó, en contra de las previsiones de todos o casi todos los expertos.

Naturalmente, podría ocurrir del mismo modo que mucha gente esté dispuesta a pagar mucho más por los zapatos de cuero que por los fabricados con el sucedáneo, porque así lo exija la moda. Sea como fuere, la producción de los países industrializados bastará, con creces, para satisfacer esa nueva demanda. En otras palabras, una eventual revalorización del cuero no beneficiaría a los productores de la América Latina, aún suponiendo que la moda haga duplicar o triplicar el precio de los productos de cuero. Los productores de seda japoneses aprovecharon su situación excepcional de principales proveedores de un artículo que no se produce en ninguno de los grandes países industriales. La industria del calzado no es más que una de aquéllas, muy numerosas todavía, cuyo mayor problema consiste en encontrar máquinas que permitan elaborar las materias primas del pasado de manera que con ellas se puedan fabricar los productos del porvenir. Este problema es tan urgente que parecería que, desde el punto de vista económico, lo más juicioso es abandonar la materia prima natural y recurrir a un sucedáneo, porque es mucho más fácil transformar a este último en el artículo que el mercado reclama.

La falta de uniformidad no es más que una de las múltiples desventajas de las materias primas naturales.¹⁷⁾ Otra desventaja frecuente es la dificultad de ajustar rápida y exactamente el volumen de producción a la demanda. Esto vale particularmente en el caso de los árboles perennes, que antes de empezar a dar frutos exigen una prolongada espera, durante la cual no rinden ningún provecho. El ejemplo de la industria del caucho natural sirve para ilustrar brevemente la variedad de problemas que derivan de la dificultad de ajustar la producción a la demanda.

Hasta hace poco, hacía falta esperar unos siete años para obtener alguna producción de los nuevos árboles, aun en las plantaciones de caucho (hevea) donde se aplican los procedimientos más modernos, y hasta doce años antes de que dichos árboles alcanzaran su máxima rendimiento. Ultimamente ese periodo de espera se ha reducido (solamente en el caso de los productores progresistas) a unos 5 y 10 años, respectivamente¹⁸⁾, pero aún así este lapso es demasiado largo para hacer frente a las rápidas mudanzas del mercado. En este momento nadie puede predecir qué ocurrirá con el mercado del caucho natural en 1970 o 1975, pero los productores de caucho deben actuar como si lo supieran perfectamente. En cambio, los productores de caucho sintético no tienen ningún problema. Como la capacidad de sus establecimientos es relativamente elevada pueden duplicar su producción o reducirla a la mitad de un día para el otro, por lo menos en lo que se refiere al aspecto técnico.

Además del problema mencionado, hay otros varios que se originan o se relacionan con el prolongado periodo de espera que necesitan las plantaciones de caucho. Uno de ellos consiste en la dificultad de difundir rápidamente las innovaciones técnicas. Por ejemplo, el tiempo que transcurre antes de que

una mejora de los árboles se traduzca en un aumento de producción equivale, por lo menos, al período improductivo de las plantaciones mejoradas. Sin embargo, la producción total de caucho natural aumentará mucho más lentamente porque no es posible reemplazar de una vez todos los árboles menos productivos, no mejorados, que todavía siguen en explotación y ocupan los terrenos más apropiados. Los motivos son más bien económicos que técnicos. Uno de ellos es que los cultivadores no obtendrían ningún provecho de sus plantaciones durante todo el período de espera. Otro es que si hicieran que escaseara el caucho durante tanto tiempo, estarían provocando la rigurosa competencia de la industria del caucho sintético. Por lo tanto, sólo se podrá reemplazar los árboles viejos por los árboles mejorados algún tiempo después de alcanzada la producción máxima. Esto no ocurrirá necesariamente al finalizar su período productivo, sino en un momento que quedará determinado por la duración de ese período productivo. Por estas razones y otras análogas, podrían transcurrir hasta veinte años antes de que una especie decididamente mejor haya suplantado por completo a la inferior.

A pesar de estas trabas, la industria del caucho natural ha marchado notablemente bien. Las innovaciones técnicas y biológicas de los últimos treinta años¹⁹⁾, tales como la selección de semillas, el injerto de escudete y el empleo de las semillas clonales han permitido aumentar considerablemente la producción por árbol, por hectárea y por obrero. Antes de la guerra, el injerto por escudete bastó para elevar el rendimiento anual medio de látex, que era de unas 5 libras para las especies no seleccionadas, hasta 16 libras y más para las plantas injertadas por escudete²⁰⁾. Después de la guerra, las mejoras permitieron aumentar el rendimiento de estas plantas de alta producción en grado no superado por ningún otro producto primario tropical.²¹⁾ Sin embargo, las posibilidades de competencia del caucho natural en los mercados internacionales se atenúan cada año, como se observa en el Cuadro 2.

CUADRO 2 - Producción mundial de caucho natural, sintético y regenerado y cantidades entregadas de las reservas, en 1950-1964 (expresadas en miles de toneladas)

Año	Caucho natural	Caucho sintético	Caucho regenerado	Entrega de las reservas	Proporción de caucho natural en el total (%)
1950	1.860	535	378	-	67,1
1951	1.885	908	448	-	58,2
1952	1.790	878	340	-	59,5
1953	1.730	936	368	-	57,0
1954	1.810	716	343	-	63,1
1955	1.920	1.085	422	-	52,3
1956	1.888	1.211	380	-	51,4

Año	Caucho natural	Caucho sintético	Caucho regenerado	Entrega de las reservas	Proporción de caucho natural en el total (%)
1957	1.903	1.263	371	-	53,8
1958	1.940	1.243	363	-	54,7
1959	2.040	1.633	413	13	49,9
1960	1.985	1.880	416	157	44,9
1961	2.088	1.975	381	29	47,5
1962	2.120	2.240	400	66	44,4
1963	2.055	2.440	401	93	41,1
1964	2.233	2.803	393	102	40,3

Fuente: Rubber statistical Bulletin, vols. 16 y 19. Londres, 1962 y 1965.

Antes de 1950, excepto durante el periodo de la guerra, el caucho natural constituía más de los dos tercios de la totalidad del caucho consumido. A partir de entonces la situación fue empeorando, más o menos constantemente, y hay motivos para creer que las consideraciones políticas intervinieron decisivamente para evitar que el descenso relativo de la producción se convirtiera en una casi total eliminación.

El hecho de que los productores accedan a poner en el mercado las reservas de caucho natural es prueba de que temen al sucedáneo sintético y, al mismo tiempo, de que se percatan de que sólo se podrá a la larga asegurar la demanda, si se mantienen bajos los precios.²²⁾ Los debates de la reciente reunión del Grupo Internacional de Estudio del Caucho, realizada en Tokio, son otra elocuente demostración en el mismo sentido.²³⁾

En este orden de ideas es imposible, y enteramente innecesario, por otra parte, extenderse sobre las ventajas técnicas del caucho sintético sobre el caucho natural o viceversa, ya que por ahora y al parecer en todos los aspectos ninguno de los dos productos supera al otro excepto si se trata de una aplicación determinada. Además, la situación varía rápidamente. Sin embargo, cada vez se hace más evidente que el caucho sintético ha de reemplazar eventualmente al caucho natural, por más que este último siga siendo mejor que el primero para ciertas aplicaciones. En parte, esto es consecuencia de la producción en masa, que tiende a buscar materias primas seguras más bien que de óptima calidad, a menos que estas últimas sean realmente baratas. Y aún la baratura, suponiendo que sea dable lograrla, no va ser a la larga una gran ventaja, porque el costo de las materias primas, sean naturales, o bien sintéticas, representará cada vez una proporción menor del coste total de producción de un artículo terminado.

La calidad también es algo bastante relativo. El hecho de que un material sea técnicamente superior a otro no significa necesariamente que el industrial utilice el mejor para producir los artículos pedidos. Puede tener motivos muy válidos para utilizar el menos bueno. Por ejemplo, supóngase que los neumáticos de caucho natural se desgasten menos que los de caucho sintético, de modo que los primeros duren en promedio el doble que los segundos. Esta relación no inducirá automáticamente a la industria del neumático a utilizar la materia prima natural, por más que técnicamente sea superior. Empezará por preguntarse cuánto cuesta fabricar neumáticos, partiendo respectivamente de cada uno de los dos materiales. Si resulta que los neumáticos de caucho sintético cuestan mucho menos de la mitad que los de caucho natural, en beneficio de sus clientes - y en el suyo propio -, elegirá naturalmente el material sintético, porque aun a igualdad de precios, dos de caucho artificial durarán más que uno de caucho natural. En otras palabras, lo que interesa no son las cualidades técnicas en sí de los artículos sino las cualidades técnicas referidas al precio.

Los problemas examinados se complican aún más por la influencia de un importante factor no mencionado aún, que es la existencia de una producción "antieconómica". En los párrafos anteriores se ha supuesto tácitamente que las fuerzas económicas que gobiernan la producción actúan recíprocamente con entera libertad, por lo menos en la esfera de las economías llamadas de libre empresa. En realidad, esta suposición no es universalmente válida porque en todos los países hay muchos artículos que se producen a un costo bastante elevado, por más que se podrían adquirir a precio mucho menor en el mercado mundial. Las razones de que esto ocurra, por más que varíen en sus aspectos secundarios, estriban generalmente en el deseo de alcanzar, conservar o reforzar la independencia y la influencia del país, sea en el aspecto económico, el político, o en ambos. En algunos casos intervienen decisivamente consideraciones estratégicas; sin embargo, en general, la necesidad de proteger la fabricación nacional de los artículos en cuestión, o de proteger la balanza de pagos del país, es el motivo más importante de que en todo el mundo se produzcan "antieconómicamente" muchos artículos y, por lo tanto, de que muchos artículos estén tan mal distribuidos en el mercado mundial. Esta tendencia podría influir desfavorablemente en la situación del caucho natural que en forma bruta circula todavía libremente desde los países productores a los consumidores, aun en caso de que la producción de caucho sintético resultase "antieconómica" para muchos países.

Todo lo que antecede indica que es francamente imposible formular una respuesta universalmente válida a la pregunta de si la tecnología influirá en la utilización de los recursos naturales y en qué medida lo hará. En definitiva, todo dependerá de la combinación de los factores que actúen en el caso particular de que se trate.

2.6 Políticas que se derivan del conocimiento del desarrollo tecnológico

En los capítulos anteriores no se trataba tanto de enumerar como de estudiar de qué manera el desarrollo tecnológico influye en la utilización de los recursos naturales. Se llegó a la conclusión de que la mera transformación de

los recursos naturales en productos primarios no basta para elevar el nivel económico de un país hasta el nivel de bienestar material de que gozan los países de mayor desarrollo industrial, porque debido a la evolución de la tecnología en el mundo en general, se ha venido afirmando la tendencia a la desvalorización de los productos primarios en relación con las demás formas de actividad económica.

No obstante, ello no significa que la evolución tecnológica se oponga necesariamente al desarrollo económico de los países menos favorecidos hasta el presente. Mucho dependerá de las conclusiones prácticas que se saquen de los conocimientos disponibles. Sería sumamente importante volver a efectuar un examen del papel que desempeñan los recursos naturales en la vida económica de un país. En efecto, el éxito o el fracaso del proceso de desarrollo económico de cualquier país no depende exclusivamente de la abundancia o de la carencia de recursos naturales. La abundancia de recursos naturales de cuyos productos derivados hay fuerte demanda, constituye una ventaja indudable para ese país, por ejemplo el petróleo de Venezuela. Pero se dan muy pocos casos semejantes. Hay muchos países poco dotados por la naturaleza que, no obstante, gozan de un nivel de vida elevado. Uno de los ejemplos más típicos es el del Japón que no sólo se encuentra muy distante de los países de donde proceden las materias primas que en su territorio se transforman, sino también de los mercados a los cuales se destinan muchos de sus productos elaborados.

Por tanto, el éxito del desarrollo económico no depende tanto de la abundancia de los recursos naturales como de la posibilidad de utilizar los factores de producción disponibles y de atraer los que faltan. Entre estos últimos, la tecnología ocupa una posición única ya que, por lo general, es el único que se debe importar íntegramente. En otras palabras, la tecnología suele ser el factor más "extraño" a la producción en todos los países en vías de desarrollo. De allí surge una de las dificultades más grandes que plantean los planes de desarrollo, a saber la elección de la técnica más adecuada.

No hay una norma general que indique cuáles son las técnicas más adecuadas porque ello depende evidentemente de cada proyecto en sí. No obstante, se deducen algunos resultados del examen de la evolución tecnológica en los capítulos anteriores. Por ejemplo, una técnica algo atrasada es superior a una avanzada si se armoniza con los demás factores de la producción. Así, una empresa hondureña que desee producir tejidos de algodón para el consumo interno no se equivocará si elige telares que técnicamente se consideran anticuados en los países industrializados. Esas máquinas concebidas para un proceso de producción que requiere más mano de obra de la que las naciones industrializadas pueden emplear hoy, no son necesariamente anticuadas en Honduras. Si esas máquinas pueden adquirirse a bajo precio y si el costo de la mano de obra no aumenta a un ritmo demasiado rápido, esa empresa podrá vender durante mucho tiempo a un precio inferior al de los importadores del mismo producto. Además, en esas determinadas circunstancias, cabe indicar otras ventajas económicas relacionadas con las técnicas del empleo intensivo de la mano de obra como, por ejemplo, una mejor adaptabilidad a las recesiones económicas. La ventaja más importante de las técnicas "atrasadas" es de índole social; crea más empleos y permite distribuir los ingresos de la industria de un modo más uniforme que un sistema moderno con predominio del capital.

Quizá convenga ahora recordar que los términos "atrasados" y "avanzados" nunca implican una valoración económica. Como ya se ha señalado²⁴⁾, las "llamadas técnicas avanzadas" se denominan así simplemente porque la práctica general parece indicar que se califique así a todo sistema de producción que se traduzca en un aumento del rendimiento (o del valor añadido) por cabeza, del factor trabajo asociado al mismo. Habitualmente el elevado rendimiento por cabeza es una consecuencia de la mayor cantidad de capital empleado por trabajador y no de la superioridad tecnológica o económica respecto a otros métodos". Naturalmente, cabe preguntarse, si una técnica "avanzada" no es tecnológicamente superior a una "atrasada", pero es evidente que no puede decirse que sea económicamente superior.

Desafortunadamente, hay un cierto número de obstáculos que se oponen a la introducción de las técnicas "atrasadas" en la mayoría de los países en vías de desarrollo. Ello se explica por varios motivos; por el hecho, por ejemplo, de que muchos de los técnicos de los países en vías de desarrollo se han perfeccionado en países altamente industrializados. Si habitualmente, en esos países tienen la oportunidad de llegar a conocer los procedimientos técnicos más modernos, en cambio raramente estudian las condiciones económicas y sociales que los originaron. Con demasiada frecuencia se parte del supuesto de que tales condiciones son muy semejantes en todo el mundo. De tal modo, los estudiantes adquieren conocimientos perfectamente adecuados para un empleo en el país que les acoge, pero no adaptado a la labor que les espera en sus países de origen. Evidentemente, las mismas dificultades pueden plantearseles a los expertos extranjeros que trabajan en los países en vías de desarrollo. Por grande que sea su capacitación para actuar en su propio país, el trabajo de un experto extranjero en un país en vías de desarrollo será necesariamente inferior al que hubiese realizado en aquél, a menos que conozca la técnica que le permitirá aprovechar al máximo los factores de producción disponibles en el país que lo emplea.²⁵⁾

Hay muchos mercados para los procedimientos más modernos, pero prácticamente ninguno para los materiales que han caído en desuso o para técnicas más antiguas. Su aprovechamiento es quizá un problema que se plantea a la colaboración internacional.

Poco a poco se va reconociendo, en muchos casos, la superioridad de las técnicas "atrasadas" sobre las "avanzadas".²⁶⁾ Según el autor, los campos de aplicación más favorables en América Latina se encuentran en aquellas industrias que tienen por objeto substituir los más corrientes bienes de consumo importados, especialmente en la agricultura y en algunas industrias más antiguas, como la textil y la del papel.

Sin embargo, el deducir que solamente florecerán en los países en vías de desarrollo aquellas industrias que utilicen técnicas "atrasadas" sería cometer un gran error. Es indudable que, en ciertos casos, el empleo de la técnica más moderna es absolutamente necesario. Uno de los ejemplos es la metalurgia del aluminio que, por razones tecnológicas, tan sólo muy recientemente, ha podido implantarse en América Latina.

Hasta el presente, América Latina exportaba a los países industrializados toda la bauxita que extraía, cerca de la mitad de la producción mundial²⁷⁾, o la alúmina, extraída de la misma, porque carecía de las enormes cantidades de electricidad a precio reducido que requiere el proceso de reducción. Parece haberse vencido esta dificultad debido a la mayor eficacia con que trabajan las generadoras modernas de electricidad con combustibles convencionales y con el empleo quizá próximo de la energía nuclear.²⁸⁾

Desde el punto de vista tecnológico, puede decirse que el problema de la producción del aluminio en la América Latina está resuelto, o que se resolverá en un futuro no muy lejano. El problema que se le planteará entonces será el de vender el aluminio producido en el mercado internacional. Cabe señalar que en los países de mayor consumo, la importación de aluminio y de alúmina está sometida a derechos de importación, mientras que la importación de bauxita es más libre. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, que es el mayor importador de bauxita, los derechos de aduana que deben abonarse sobre la alúmina son mucho más elevados que el coste del transporte de la bauxita.²⁹⁾ Es de ahí evidente que el problema de cómo utilizar los recursos naturales debe enfocarse desde varios ángulos a la vez.

De todos modos, no convendría - e incluso sería imposible hacerlo - fomentar la industria del aluminio en América Latina con arreglo a una tecnología "atrasada". El equipo que se utiliza para la producción del aluminio en los países industrializados es fijo y queda definitivamente rezagado en cuanto se atrasa. Es un tipo de equipo prácticamente intransferible. Por tanto, no queda otra solución que la de adoptar el procedimiento más avanzado que además es el más barato. En un caso como el de la industria del aluminio, es preciso elegir la técnica más moderna debido a su superioridad sobre las técnicas empleadas por los productores existentes. El aluminio que se consume hoy se produce en fábricas, muchas de las cuales son anticuadas. Tales fábricas siguen produciendo, aunque los costos de producción sean algo más elevados, porque la construcción de esas fábricas supone la inversión de capitales tan elevados que materialmente es imposible adoptar una técnica más eficaz. Ello ofrece, pues, una auténtica posibilidad a las jóvenes industrias, sobre todo si están favorecidas, como es el caso en distintos países de América Latina, por la existencia de grandes reservas de bauxita de alto grado de rendimiento.

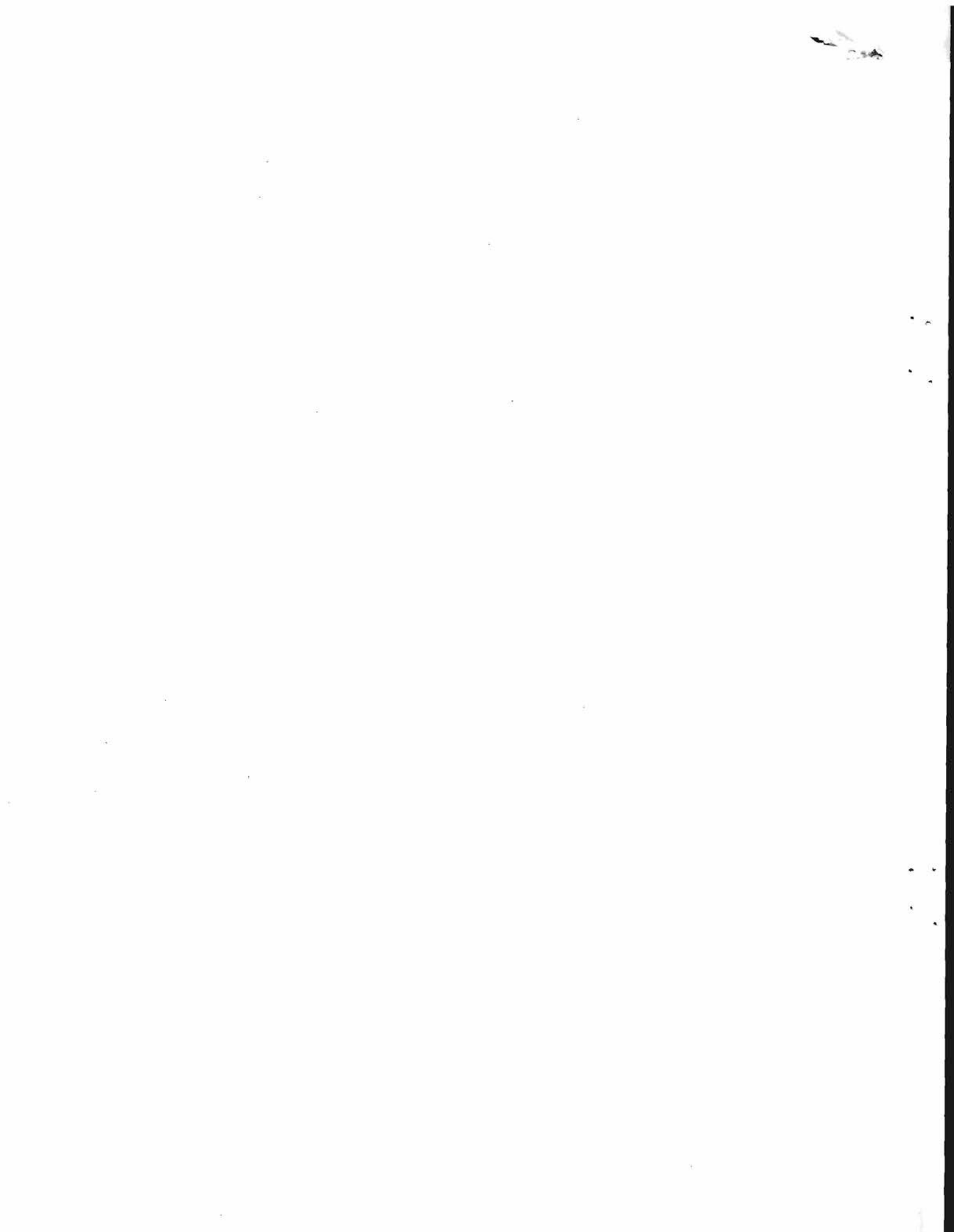
Por último, se puede decir que la evolución tecnológica tiende a desvalorizar la mayoría de los recursos naturales, cuya utilización ha sido hasta el día de hoy, sumamente beneficiosa para los países de América Latina. No obstante, esa evolución de la técnica también puede ser beneficiosa para esos países si todos los factores de producción disponibles o asequibles se conjugan con las técnicas más apropiadas.

Notas

1. NACIONES UNIDAS: Estudio Económico Mundial 1962, Parte 1, Los países en vías de desarrollo y el comercio mundial, New York, 1963 (Publicación de las Naciones Unidas, Número de venta: 63. II. c.1), p. 11-65.
2. Raúl Prebisch, uno de los economistas latinoamericanos más eminentes, calculó que los precios de los productos manufacturados en los años 1930-1939 eran superiores en un 58,6% a los de los años 1850-1859, tomando como base el precio de los productos primarios. Véase: Withers, William. The Economic Crisis in America Latina. Toronto, 1964, p. 145.
3. Uno de los principales problemas de la economía de los países de América Latina es su dependencia del mercado mundial. En esos países, la producción destinada a la exportación representa una parte mucho más importante de la actividad económica que en las naciones industrializadas. Por lo tanto, las más leves bajas en los cursos mundiales pueden tener en ella efectos desastrosos.
4. Resulta muy difícil evaluar las inversiones latinoamericanas en la producción primaria debido a las diversas formas de ayuda del extranjero, empréstitos e inversiones de carácter privado.
5. El discurso pronunciado por el Sr. Jorge Mejía Palacio, Ministro de Hacienda de Colombia en Buenos Aires, con motivo de la conferencia del Banco Interamericano de Desarrollo, en abril de 1962, es una de las muchas declaraciones recientes al respecto.
6. La expresión "neutral stuff" del Sr. E.W. Zimmermann conviene perfectamente para ilustrar que los recursos naturales como tales no tienen valor económico alguno mientras no están elaborados. Véanse los puntos Zimmermann, E.W. World Resources and Industries. New York, 1951.
7. CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL DE LAS NACIONES UNIDAS: Estudio Económico de América Latina. 1963, Volumen 2. (E/CN.12/696/Add. 1) 1964, p. 58 a 61 del texto inglés.
8. Ginsburg, Norton. "Natural Resources and Economic Development", in Annals of the Association of American Geographers, vol. 47, n° 3, 1957.
9. Brown, J.G. and J.K. Hunter. "Energy : Resources and Utilization", in Natural Resources in Scotland. Edinburgh, 1961. p. 430.
10. NACIONES UNIDAS: Estudio Económico Mundial, 1962, Parte 1: Los países en vías de desarrollo y el comercio mundial, New York, 1963 (Publicaciones de las Naciones Unidas n° 63. II. c.1), p. 22.
11. Una de las consecuencias de la difusión de los sistemas que consisten en ahorrar material y métodos análogos, se traduce por una gran demanda de capital, que tiende a escasear a medida que la técnica evoluciona. Véase: Myrdal, Gunnar. Economic Theory and Underdeveloped Regions. London, 1957. Capítulos 1 y 2.

12. Este punto se estudiará más a fondo en el ESTUDIO ECONOMICO MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS, 1962, Parte 1, op. cit., p. 22-23.
13. Lo que sigue se basa en las informaciones contenidas en un informe sobre las innovaciones en la industria del cuero, publicado en la Frankfurter Allegemeine Zeitung del 29 de marzo de 1961.
14. UNITED NATIONS: Year Book of International Trade Statistics. New York, 1963, p. 53, 546 y 728 respectivamente.
15. Ibid. p. 715 y 717.
16. Ibid. p. 377.
17. Este inconveniente, naturalmente, varía según la técnica empleada en la elaboración de las materias primas. Se puede decir que, en general, las materias primas naturales tienen tendencia a desvalorizarse a medida que se perfeccionan las técnicas de elaboración. Las materias primas naturales serán tanto menos convenientes cuanto más automática sea la elaboración.
18. International Rubber Study Group: Summary of Proceedings of the Seventeenth Meeting (Tokyo, 1964). London, 1964. p. 71.
19. En las plantaciones de caucho se ha generalizado el empleo de especies cuidadosamente seleccionadas, sobre todo la Hevea brasiliensis, que dan una cantidad de caucho varias veces superior a la que se obtiene de la planta silvestre.
20. Zimmermann, op. cit. p. 395.
21. International Rubber Study Group: op. cit., p. 102.
22. Estudio Económico Mundial de las Naciones Unidas, 1962, Parte 1, op. cit., p. 23.
23. International Rubber Study Group: op. cit., p.
24. Brozen, Yale. "Invention, innovation and imitation", in The American Econ. Rev., vol. 41, 1951, p. 241.
25. Amuzegar, Jahengir. "Foreign Technical Assistance: Sense and Nonsense, in Social Research", vol. 26, 1959, p. 259-265.
26. Véase, por ejemplo: Baster, A. "A Second Look at Point Four" in the American Econ. Rev., vol. 41, 1951, p. 401-403 and Degraaff, H. "Some Problems involved in Transferring Technology to Underdeveloped Areas", in Journal of Farm Economics, vol. 33, 1951, p. 697-710.
27. NACIONES UNIDAS (Consejo Económico y Social): "Los recursos naturales en América Latina, su conocimiento actual e investigaciones necesarias en este campo. 1963. (E/CN.12/670/Add. 1), p. 37-41.

28. Para un resumen de la cantidad de recursos en electricidad en América Latina, véase en el Estudio Económico de América Latina del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, 1963, vol. 2, 1964 (E/CN.12/696/Add. 1) p. 174-217 del texto inglés. Future Prospects are discussed in UNITED NATIONS "Science and Technology for Development", vol. 2, New York, 1963 (E/CONF. 39.1 vol. 2), p. 151-192 del texto inglés.
29. Goodwin William. "Outlook for aluminium", in Focus, vol. 11, 1961, p. 2.





C A S T A L A

Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina
organizada por la Unesco en cooperación con la Comisión Económica para América Latina,
Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965

Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine
organisée par l'Unesco avec la coopération de la Commission économique pour l'Amérique latine
Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965

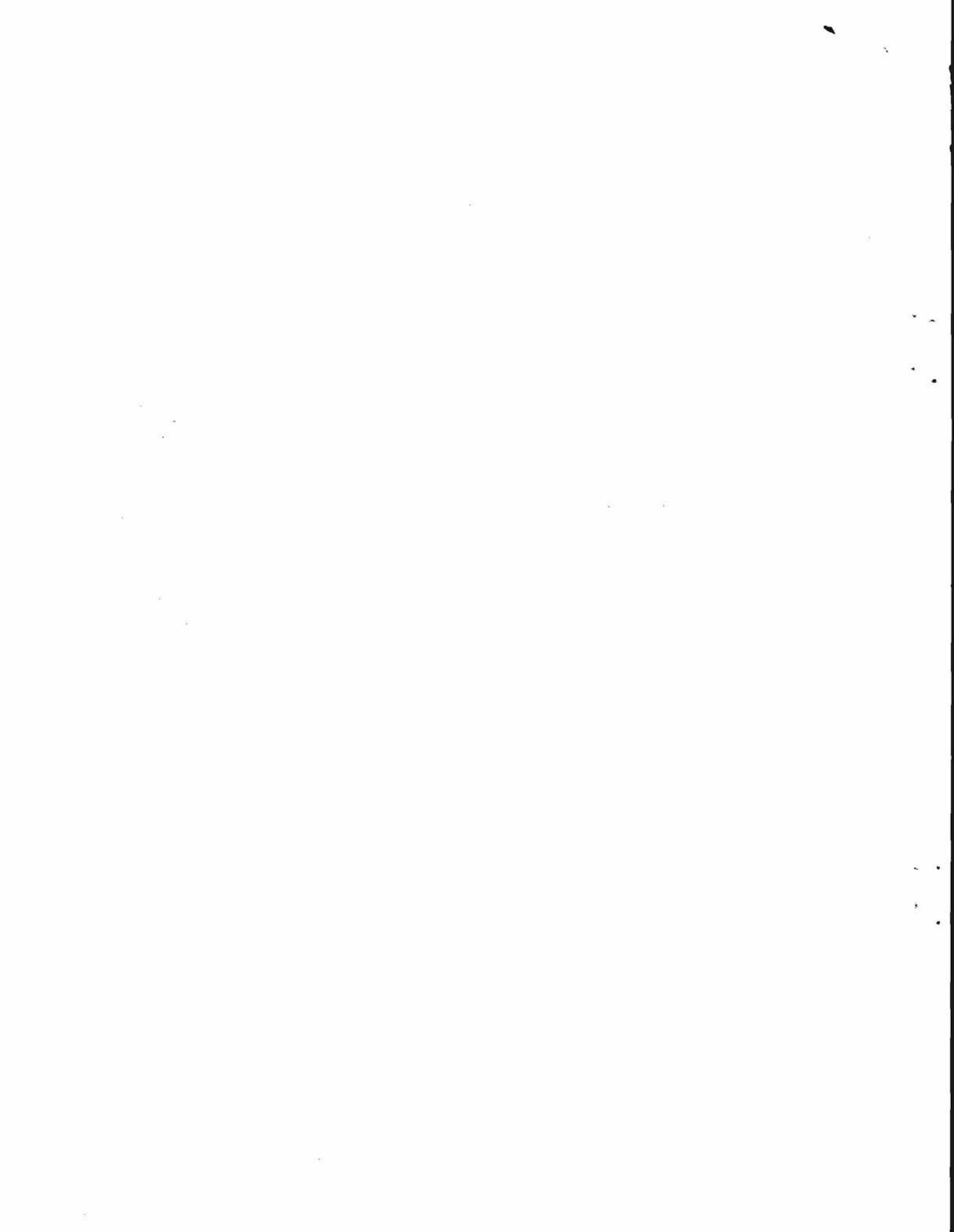
Conference on the Application of Science and Technology to the Development of Latin America
organized by Unesco with the co-operation of the Economic Commission for Latin America
Santiago, Chile, 13-22 September 1965

UNESCO/CASTALA/2.1.8
París, 13 de agosto de 1965
Traducido del inglés

2.1.8 LA EXPERIENCIA RECOGIDA EN LAS ACTIVIDADES DE LAS NACIONES UNIDAS EN AMERICA LATINA EN CUANTO A RECURSOS NATURALES

por la

División de Recursos Naturales y Transportes del Departamento
de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas



S U M A R I O

El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas desarrolla una gran actividad en materia de fomento de los recursos naturales no agrícolas de América Latina, y actualmente se ocupa de la ejecución de unos veinte proyectos del Fondo Especial además de la función que le incumbe de proporcionar asistencia técnica, sobre todo en forma de servicios de expertos por conducto de la Dirección de Programas de Asistencia Técnica. Dentro del Departamento, la División de Recursos Naturales y Transportes se encarga de todas las materias importantes relacionadas con esos proyectos y programas, aplicando los enfoques pragmáticos que combinan las técnicas más modernas y reconocidas en materia de exploración de los minerales, agua y energía, con los sanos principios de la economía de los recursos.

Hasta hoy los resultados obtenidos con los proyectos del Fondo Especial han justificado con creces las inversiones realizadas. Se han hecho descubrimientos importantes de minerales en varios países; gracias a los estudios hidrológicos, se ha visto que era posible construir presas para la obtención de energía eléctrica, de agua potable y de agua para el riego. Esos proyectos han sido también de un valor incalculable para fortalecer determinadas instituciones y aumentar la madurez profesional del personal homólogo nacional.

La experiencia recogida en las actividades de las Naciones Unidas
en América Latina en cuanto a recursos naturales

1. Introducción

Desde el principio aclararemos la nomenclatura utilizada corrientemente, que puede resultar confusa para algunos. En el presente documento al decir "las Naciones Unidas" hay que entender el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales que funciona en la Sede de la Organización en Nueva York.

En la división de funciones y en las esferas de actividades correspondientes a las Naciones Unidas y a sus organismos especializados, corresponde al Departamento de Asuntos Económicos y Sociales la elaboración de planes y la realización de investigaciones conducentes al desarrollo de los recursos naturales no agrícolas, es decir, de los minerales, del agua y de la energía. Tal como se pondrá de manifiesto a lo largo del presente documento, la función es predominantemente de carácter práctico dada la constante necesidad de relacionar la ciencia aplicada con los principios y prácticas de la economía de los recursos.

En cuanto a la primera, digamos que después de la guerra hubo como una explosión en el progreso de la tecnología destinada a descubrir y a descifrar los secretos más profundamente ocultos de la Tierra. Aun cuando los nuevos conceptos e instrumentos no ofrecen en modo alguno atajos infalibles para descubrir nuevas riquezas minerales, constituyen no obstante un progreso revolucionario respecto de las técnicas puramente empíricas de antaño, la eficacia de las cuales se limitaba a zonas donde los afloramientos eran frecuentes. Como la gran mayoría de la superficie de la tierra se halla oculta bajo terrenos de cobertura o sedimentos recientes, se han aplicado nuevas técnicas para localizar los yacimientos de minerales -fotogeología, geofísica terrestre y aérea, geoquímica, geobotánica y geomorfología aplicadas a la prospección de minerales. Desde luego, a este respecto debe decirse que algunas de esas técnicas se han venido utilizando durante siglos (por ejemplo, algunas variedades de la brújula de inclinación que fue el primer magnetómetro conocido). Sin embargo, sólo la presión debida al consumo siempre creciente y al hecho de que dentro de poco quizá no sea posible efectuar descubrimientos "superficiales" se pasó en los últimos años de la teoría a los principios de prospección práctica y a la construcción del equipo necesario. Los primeros aparatos para la aeroprospección geofísica derivan de la detección submarina utilizada en la segunda guerra mundial, luego vino la polarización inducida, el equipo electromagnético basado en las corrientes inducidas, la precesión nuclear, los magnetómetros de vapor de rubidio, los eficaces gravímetros, etc. El perfeccionamiento de los transistores permitió la construcción de instrumentos portátiles que pueden utilizarse en lugares antes virtualmente inaccesibles. Con los progresos realizados en materia de instrumentos y con una mejor comprensión de las relaciones entre la física-matemática y la geología, la interpretación de datos fue adquiriendo cada vez mayor precisión, incluso la de aquéllos que estaban aún muy lejos de haber sido cualitativamente definidos. Los progresos realizados por la fotografía aérea durante la guerra en materia de operaciones y de planeamiento tácticos, se tradujo en un gran mejoramiento de la calidad y en un reconocimiento mucho mayor de lo que una fotografía puede revelar a un observador experto. Así nació la fotogeología como disciplina, y a medida que los especialistas

fueron adquiriendo experiencia, la cantidad de datos útiles que pudo obtenerse para orientar la búsqueda de minerales aumentó casi en progresión geométrica. La geoquímica que hasta hace 15 años era básicamente un ejercicio de laboratorio se empezó a utilizar en la práctica y los progresos constantes la han convertido en un instrumento más preciso para la localización de minerales.

Al igual que en la exploración para la búsqueda de metales y metaloides, los conocimientos y los instrumentos para localizar y evaluar las aguas subterráneas progresan constantemente. En vez de buscar el agua al azar, perforando pozos poco profundos, se estudia ahora el conjunto de las cuencas hidrogeológicas haciendo intervenir, de un modo sistemático, varias disciplinas. Constantemente se aplican nuevas técnicas para constituir y reponer los depósitos de aguas subterráneas y para extraerlas de modo que se impida la contaminación causada por las capas salinas.

Análogamente, el aprovechamiento de las aguas superficiales progresa rápidamente con el empleo de un material perfeccionado (excavadoras, nuevos métodos para voladura y transporte de rocas, nuevas técnicas para la construcción de embalses y de esclusas). La aparición del nuevo concepto del desarrollo de una cuenca fluvial integrada, que abarca los aspectos económicos, sociales, administrativos y jurídicos de esos planes, ha ampliado profundamente su alcance y sus beneficios sociales.

En el desarrollo de los recursos naturales, los factores económicos van siendo cada día más complejos. Cuando ese desarrollo apenas si suponía algo más que la utilización de la tierra, los problemas eran relativamente sencillos. En una moderna economía diversificada, la situación es muy distinta. Como la variedad de recursos naturales no agrícolas y la diversidad de tecnologías aplicables son grandes, son también numerosos los medios de que se dispone para satisfacer una necesidad determinada -ya se trate de obtener más kilovatios-hora, u otros recursos naturales en forma de productos finales. Sólo después de un detenido análisis económico basado en estudios tecnológicos serios puede determinarse cuál es el método mejor. En efecto, el análisis económico es decisivo, y condición indispensable, en todas las etapas del desarrollo de los recursos naturales, desde la exploración preliminar hasta la plena utilización.

Por ello, dentro del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales se ha ido creando durante más de un decenio un servicio, la División de Recursos Naturales y Transportes, que está, por todos conceptos, perfectamente capacitada para planear y dirigir el desarrollo de los recursos naturales, combinando los conocimientos técnicos y la experiencia sobre los factores económicos que condicionan el valor y el empleo de los recursos naturales. La División tiene plenas facultades en materia de operaciones del Fondo Especial de la Oficina de Asistencia Técnica, operaciones que administra el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales en lo que se refiere a minerales, agua superficial y subterránea, producción de energía, tanto clásica como geotérmica, cartografía y transporte.

2. Actividades del Fondo Especial

Para dar cierta idea de la importancia de la División de Recursos Naturales y Transportes diremos que, sólo para América Latina, se encarga normalmente de unos veinte proyectos del Fondo Especial. Puede verse fácilmente que la División de Recursos Naturales y Transportes se ocupa no sólo de descubrir y de evaluar

los recursos naturales, sino también de desarrollar la infraestructura que permite una eficaz explotación de esos recursos. Se trata, como si dijéramos, de abordar el problema en su totalidad.

- a) Energía - Centro de Fomento de la Producción Petrolera, en Bolivia.
Estudio del desarrollo geotérmico, en Chile septentrional.
Estudio de los recursos geotérmicos, en El Salvador.
- b) Agua superficial - Estudio de los recursos hidrológicos del río Manibi, en Ecuador.
Estudio de los recursos hidráulicos de las cuencas de los ríos Chiriqui y Chico, en Panamá.
- c) Agua subterránea - Investigaciones en materia de agua subterránea en el noroeste de Argentina.
Estudio de las aguas subterráneas de la zona metropolitana de San Salvador.
- d) Transporte - Estudio de la navegación del río Paraguay al Sur de Asunción (Paraguay).
- e) Geología y minería - Estudio de los recursos minerales de la Cordillera de los Andes, en Argentina.
Proyecto experimental de estudio de los recursos minerales de la Cordillera y Altiplano, en Bolivia.
Instituto de Investigaciones Mineras y metalúrgicas, en Bolivia.
Estudio de los depósitos de sal gema, en Brasil.
Estudio de los recursos minerales de la Provincia de Coquimbo, en Chile.
Estudio de los recursos minerales en el noroeste de Costa Rica.
Estudio de los minerales metálicos y no metálicos en Ecuador.
Evaluación de los depósitos minerales en el Norte de El Salvador.
Estudios mineralógicos en dos zonas seleccionadas, en Guatemala.
Estudio de los depósitos minerales metálicos en México.
Proyecto de estudio de los recursos minerales, en Nicaragua.
Estudio de los recursos minerales de la zona de Azuero, en Panamá.

Aun cuando la moneda es un patrón de medida imperfecto, a falta de otro mejor diremos que el total de los gastos previstos para esos distintos proyectos permite hacerse una idea de la magnitud de los trabajos a que se refieren: 15.796.000 dólares EE.UU, como contribución del Fondo Especial y el equivalente de 12.599.000 dólares EE.UU como contribuciones en contrapartida de los gobiernos interesados.

Veamos ahora cuáles son las tareas y funciones de la División de Recursos Naturales y Transportes en relación con los proyectos del Fondo Especial. Por orden cronológico, son las siguientes:

a) Evaluar las peticiones de los gobiernos. Al principio resultaba un trabajo arduo. Analizar una petición generalmente nada bien formulada en una oficina situada a miles de kilómetros de distancia de la región correspondiente, era no sólo difícil, sino que exigía además mucho tiempo. Rara vez llegaban peticiones en que no hubiera algunos cabos sueltos. En los casos en que el proyecto propuesto era de poca importancia no se tropezaba con graves problemas al no aceptarlo. Sin embargo, no sucedía así cuando la idea fundamental era esencialmente buena pero no estaba clara ni sistemáticamente expuesta, ni contenía, en su apoyo, los datos necesarios. Con demasiada frecuencia en proyectos que tenían posibilidades interesantes, era preciso dedicar una gran cantidad de tiempo y de esfuerzos a rehacer la propuesta para formular un plan eficaz que se ajustara a los criterios del Fondo Especial. Muy a menudo, este trabajo no podía realizarse en una oficina y, en consecuencia, las personas interesadas por él se veían obligadas a examinar de nuevo la cuestión sobre el terreno. Debido a la frecuencia de esas misiones y al hecho de que a menudo es más difícil dar una nueva orientación a un proyecto que formularlo por completo desde un principio, cada vez hay más personal de la División que se ocupa directamente de ayudar a los gobiernos a preparar las peticiones destinadas al Fondo Especial. En realidad, en la mayor parte de los casos, cuando los gobiernos vieran una posibilidad práctica de formular una petición de créditos al Fondo Especial, convendría que después de reunir los datos fundamentales pidieran a la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica que financiara el envío de una misión preparatoria de uno o más expertos en la materia de que se trate.

De lo que antecede no debe deducirse que el personal de las Naciones Unidas y de sus organismos especializados posea ningún monopolio de competencia técnica. Sin embargo, tiene la gran ventaja de haber estado estrechamente relacionado con muchos proyectos desde sus comienzos hasta su terminación, de haber podido comprobar en muchos países qué criterios y técnicas son aplicables, de estar muy al corriente de la tecnología en evolución, y sobre todo, de conocer a fondo los criterios del Fondo Especial.

b) Una vez aprobado el proyecto empieza el trabajo de preparación de las secciones técnica y financiera del Plan de Operaciones. Con frecuencia, debido al conocimiento de los trámites ulteriores, el experto colabora en la preparación del proyecto en el país interesado. Al propio tiempo, la División especifica generalmente las actividades del proyecto que han de subcontratarse y prepara las listas del material básico, sobre todo en los casos en que el nombramiento del director del proyecto sufre retrasos.

c) En todos los casos -antes y durante la ejecución del proyecto- se dedica una gran parte del trabajo a reunir un equipo eficaz contratado internacionalmente. Todos los candidatos para los puestos que han de proveerse deben ser aprobados por la división correspondiente. De todos modos, no es tarea fácil encontrar la persona idónea ni en todo tiempo ni en cualquier lugar. Por ello, se está constantemente al acecho de personal. En todas las misiones, el Asesor Técnico de la División se interesa por las personas que poseen conocimientos técnicos. Aquéllas que reúnen las condiciones y causan buena impresión son objeto

de una entrevista para saber si podría interesarles trabajar para las Naciones Unidas. Además, como los funcionarios de la División de Recursos Naturales y Transportes poseen numerosas relaciones internacionales, es muy frecuente de que cuando alguien queda disponible en una profesión determinada se tenga rápidamente noticia de ello en Nueva York. Y, desde luego, existe también la gran ventaja de la situación geográfica, ya que Nueva York es un lugar por el que pasan una gran parte de todos los expertos técnicos del mundo. Así se ven constantemente colegas, es posible enterarse de dónde y en qué trabaja cada cual, de quién desea cambiar de destino, y de la especialización de cada uno; esto acaba por dar, aunque sólo sea aproximadamente, una visión de conjunto del personal técnico internacional.

d) El aspecto logístico plantea grandes dificultades. Es una tarea ardua y compleja lograr que un proyecto del Fondo Especial llegue a una etapa operativa en que funcione normalmente. En ocasiones los gobiernos se impacientan por la lentitud de ejecución, sin darse plenamente cuenta de las grandes dificultades con que se tropieza para combinar las capacidades técnicas necesarias, instalar millares de unidades de material adecuado a las condiciones y finalidades del proyecto, y encuadrar el conjunto dentro del marco institucional del país interesado. Sobre todo al principio, el personal que trabaja en la realización del proyecto se encuentra con una multitud de problemas que requieren la orientación y dirección de la Sede de las Naciones Unidas. En general, se sigue la política de aligerar la ya pesada tarea del Director del proyecto. La gran experiencia que ha ido acumulando la División al correr de los años se utiliza constantemente para guiar, dirigir y reorientar al personal que trabaja sobre el terreno.

e) Para los estudios sobre recursos naturales que realiza la División y que suponen muchos millones de dólares de gastos cada año, es preciso establecer programas de inspección. Una parte considerable de esos trabajos puede llevarla a cabo el personal de fiscalización y administración, sobre todo al principio, cuando los problemas técnicos no son sino un elemento secundario de la totalidad del proyecto. Sin embargo, una vez que el proyecto entra plenamente en su fase operativa, son necesarias las visitas de inspección para asegurarse de que el camino que se sigue lleva a los objetivos fijados, de que el planeamiento y los procedimientos son eficaces y de que la flexibilidad de la organización y de los métodos permitirán reaccionar adecuadamente ante los nuevos factores que entren en juego durante la ejecución del proyecto. En esas misiones de inspección, el papel del experto no se limita a observar e informar. Entraña también una función asesora y el establecimiento de relaciones más estrechas. Cuando la ejecución del proyecto se acerca a su fin, el examen sobre el terreno es de una importancia vital para evaluar los resultados conseguidos y ayudar a establecer la política que haya de seguirse ulteriormente, cuestión de la que normalmente se ocupa el gobierno interesado, pero que en ocasiones podrá dar lugar a que continúe la ayuda de las Naciones Unidas.

f) Evidentemente, la inspección técnica de los proyectos tiene que ser continua. Por ello, todos los informes de las misiones se estudian y analizan cuidadosamente en Nueva York, lo que sirve de base para los planes y las actividades futuras. Frecuentemente, donde existen problemas no resueltos, la División de Recursos Naturales y Transportes pide informes especiales para aclarar la situación hasta un grado que permita el desarrollo de una acción juiciosa.

3. Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica

Además de ocuparse de las actividades relativas a los proyectos del Fondo Especial, la División de Recursos Naturales y Transportes está íntimamente relacionada con la selección y dirección de expertos facilitados por la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica. Las tareas que ello implica se ven complicadas por las numerosas especialidades que hay en cualquier disciplina. Cuando se trata de minería y geología, deben hallarse sobre el terreno, y en cualquier momento, uno o casi todos los especialistas en las materias siguientes: geología económica, tectónica, paleontología, geofísica de la "roca dura", geofísica petrolera, geoquímica, análisis químico, espectroscopia, glaciología, geomorfología, perforación al diamante, ingeniería minera (con experiencia en la minería de extracción en gran escala), ingeniería minera (laboreo a cielo abierto), especialistas en sales, en aleaciones no ferrosas, en amianto, en mineralogía, metalurgia, tratamiento de minerales, etc.

Además, la variedad de estudios tiende a ser muy grande. Por ejemplo, en los últimos años, sólo en la esfera relacionada con el transporte, las Naciones Unidas han emprendido en América Latina las siguientes investigaciones: navegación fluvial, salvamento marítimo, emplazamiento de puertos, transporte fluvial, estudios hidrográficos, legislación portuaria, estudios sobre carreteras y puentes y desarrollo integrado de los medios de transporte.

4. Nota sobre los métodos de trabajo

El número de personas que se dedican por entero a la realización de las tareas y funciones antes mencionadas no se ajusta a ninguna de las leyes de Parkinson. La plantilla total del cuadro orgánico en la División de Recursos Naturales y Transporte es sólo de 43 puestos. Sin embargo, en su conjunto ha continuado satisfactoriamente la tarea que tiene por objeto ayudar eficazmente al personal que trabaja sobre el terreno y conseguir que los gastos correspondientes a la asistencia se apliquen de un modo funcional, por las siguientes razones:

a) Como en todo momento han estado en funciones varios centenares de expertos de recursos naturales no agrícolas contratados internacionalmente, se ha contado con una amplia diversidad de especialistas entre los cuales se han nombrado los asesores técnicos de la División.

b) Por la naturaleza de su función, el asesor técnico tiene que dedicar del tercio a la mitad de su tiempo al trabajo sobre el terreno. Eso le permite evitar la rutina del trabajo burocrático, comprobar si son o no acertados los conceptos y medios que se aplican y darse cuenta de la eficacia de las personas encargadas de las operaciones; con frecuencia, incluso antes de que haya una decisión gubernamental, encuentra situaciones que justifican la asistencia técnica.

c) Se ha subrayado la importancia de las nuevas técnicas. Por ejemplo, hace ya tiempo que se comprobó que los métodos clásicos no servían para la prospección de minerales en las zonas de yacimientos cubiertos; que el transporte de los sólidos no dependía necesariamente de las carreteras ni de las vías férreas; que la energía hidráulica y los combustibles líquidos no constituyen las únicas fuentes de energía a bajo costo. En la búsqueda constante de métodos para encontrar soluciones ha habido naturalmente contratiempos y fracasos; pero de cada uno de ellos se han sacado datos y experiencias que han redundado en un aumento de la eficacia.

d) Como Nueva York es un lugar "céntrico" desde el punto de vista científico, se mantiene relación constante con los fabricantes de nuevo material. Un instrumento geofísico utilizado unos cuantos años antes en un proyecto del Fondo Especial puede ser considerado hoy día como inaceptable. El que quiera vender una perforadora de punta de diamante a las Naciones Unidas no debe ignorar que éstas han reunido y estudiado informes sobre los resultados de docenas de distintos tipos de máquinas.

e) Es totalmente imposible mantener al día una lista de todos los especialistas en materia de investigaciones sobre los recursos naturales. Únicamente puede hacerse con aquellas especialidades que tienen una aplicación frecuente -cartografía, geología, económica, geofísica, economía mineral, transporte, hidrología, hidrogeología, desarrollo de la energía geotérmica, etc. Sin embargo, de cuando en cuando, surge la necesidad de utilizar conocimientos más bien inusuales -peritaje en la producción y comercialización de un metaloide determinado, prospección geoquímica aplicada a un medio particular, extracción de sales de las aguas madres, etc. En esos casos, se consulta una lista de asesores realmente experimentados que se ha ido estableciendo con los años.

5. Resultados obtenidos

Es extremadamente difícil, y con frecuencia imposible, evaluar los resultados prácticos obtenidos por un experto en una misión de una oficina operativa de Asistencia Técnica. Su capacidad, la energía y el resultado general pueden juzgarse tomando como base sus informes y las apreciaciones de colegas, jefes y funcionarios del país. Sin embargo, el índice más importante reside en la medida en que se ejecutan los planes y las recomendaciones que haya propuesto al Gobierno. A veces hay una prueba concreta de que los esfuerzos de un experto se han traducido en una acción positiva y práctica. Sin embargo, lo que ocurre con mayor frecuencia es que transcurre un plazo tan largo entre la fecha en que se formularon las propuestas y aquella en que se llevaron a la práctica, si es que se llevaron, que resulta imposible evaluar los resultados de una misión. Con arreglo a lo expuesto al examinar el valor de la ayuda de las Naciones Unidas para el desarrollo de los recursos naturales en América Latina, se escogerán ejemplos de los resultados obtenidos merced a proyectos del Fondo Especial.

Hasta hoy se han obtenido resultados suficientes como para declarar sin equívocos que el programa se ha desarrollado muy satisfactoriamente. En la etapa actual, nunca se recalcará bastante que cuando se apunta muy alto -por ejemplo, el descubrimiento de una nueva mina importante- un éxito puede contar más que veinte fracasos. Tampoco debe dejarse de tener en cuenta que las operaciones del Fondo Especial son una actividad muy nueva, ya que los primeros proyectos tomaron carácter operativo hace sólo unos cinco años. En ese corto lapso de tiempo los conocimientos que pueden adquirirse sobre los recursos naturales en los campos de que se trata, no pueden llegar a tal punto que permitan tener la seguridad de éxito.

Tendrán que pasar decenios antes de que pueda hacerse el análisis definitivo de los datos reunidos hasta hoy gracias a los proyectos del Fondo Especial en América Latina. En lo que se refiere a la exploración mineral, por ejemplo, la historia está llena de casos en que un informe de una página o una sola observación

hecha al azar dio la clave a generaciones futuras para la explotación de una mina. Sin embargo, nos limitaremos aquí a los casos en que los resultados obtenidos son tan claramente manifiestos que justifiquen su inclusión en la categoría de lo "probable" más bien que en la de lo "posible".

a) Mineral de hierro en las proximidades de Vallenar (Chile). Merced a una aeroprospección realizada con un magnetómetro, se descubrió bajo una espesa capa de terrenos de recubrimiento, una gran cantidad de mineral de hierro, cuyo contenido podía calcularse casi con certeza en miles de millones. La Corporación de Fomento realizó los sondeos y las perforaciones. Los resultados obtenidos hasta hoy son tan alentadores que existe una importante oferta de capital para explotar ese yacimiento mineral de calidad superior tan bien situado cerca de la costa.

b) En México, varios años de aeroprospecciones geofísicas han permitido entender considerablemente las zonas conocidas de depósitos de mineral de hierro.

c) Análogamente, en Bolivia los trabajos de aeroprospección geofísica completados luego sobre el terreno se efectuaron principalmente en zonas donde en el pasado se había extraído mineral. Se estimó que la superficie del país había sido objeto de estudios tan completos que era preferible dejar de lado las zonas de producción conocidas y ocuparse de aquellas partes que están bajo terrenos de recubrimiento. Esto ha permitido dar algunos indicios interesantes de zonas probablemente mineralizadas hasta ahora desconocidas.

d) Las palabras "cobre porfídico" equivalen fundamentalmente a una definición de magnitud. De pórfidos están constituidos los inmensos depósitos de Chucquicamatas, y de los cañones de Bradens y Bingham, que son los colosos de la industria mineral del cobre. Y a diferencia de lo que sucede en la mayor parte de otros yacimientos minerales, cuando se encuentran todos los elementos característicos del "cobre porfídico" son también muchas las posibilidades de encontrar zonas económicas de gran extensión. Por ello, tiene un interés más que pasajero el hecho de que en Argentina, país donde hasta ahora no se conocían zonas de mineralización metálica, gracias a un estudio realizado por el Fondo Especial sobre minerales en Mendoza se ha podido descubrir la existencia de una zona de "cobre porfídico". Con el sondeo y la perforación de ese depósito, se han obtenido indicaciones muy netas de que hay otras 15 ó 20 zonas descubiertas durante el proyecto, donde probablemente se encuentran también yacimientos porfídicos de cobre.

e) Un estudio de dos valles fluviales, realizado en Panamá, demuestra la posibilidad de hacer instalaciones para la obtención de energía hidroeléctrica de una capacidad total de 280.000 megawattios. No se necesita mucha imaginación para darse cuenta de las repercusiones económicas de lo que eso supone, aún en su primera fase, por modesta que sea, para un país que no dispone casi en absoluto de combustibles minerales. Además, hay la posibilidad de encontrar salida en la vecina Costa Rica para los kilowattios sobrantes. Del mismo modo, gracias a ese proyecto pudieron obtenerse datos muy útiles sobre las posibilidades de riego, lo que servirá de estímulo a las actividades agrícolas.

f) El estudio de los recursos hidrológicos de la provincia de Manabí ilustra los progresos que pueden realizarse merced a esos proyectos.

- i) Se comprobó la posibilidad de construir una presa para hacer un embalse y una instalación de tratamiento de agua para suministrar en condiciones de rentabilidad 20 millones de metros cúbicos de agua potable anualmente a las ciudades y aldeas de la zona interesada y 30 millones de metros cúbicos más de agua para riegos. La seguridad de este suministro de agua, en una zona que sufrió durante largo tiempo de escasez y que vivía en la incertidumbre a ese respecto tendrá consecuencias muy importantes.
- ii) Como resultado de cinco estudios de reconocimiento merced a los cuales se llegó a la conclusión de que estaba justificado efectuar determinados estudios hidrológicos en dos cuencas fluviales como mínimo.
- iii) Las perforaciones en busca de agua subterránea revelaron en muchas partes de la Provincia la existencia de manantiales tanto superficiales como profundos. Al propio tiempo se obtuvieron indicaciones que permiten comprender los factores que influyen en la existencia y distribución de agua salina subterránea en la región.
- iv) Es casi seguro que el proyecto ha servido de catalizador para la formulación de una política nacional y de acción en lo que se refiere a las aguas superficiales y profundas.

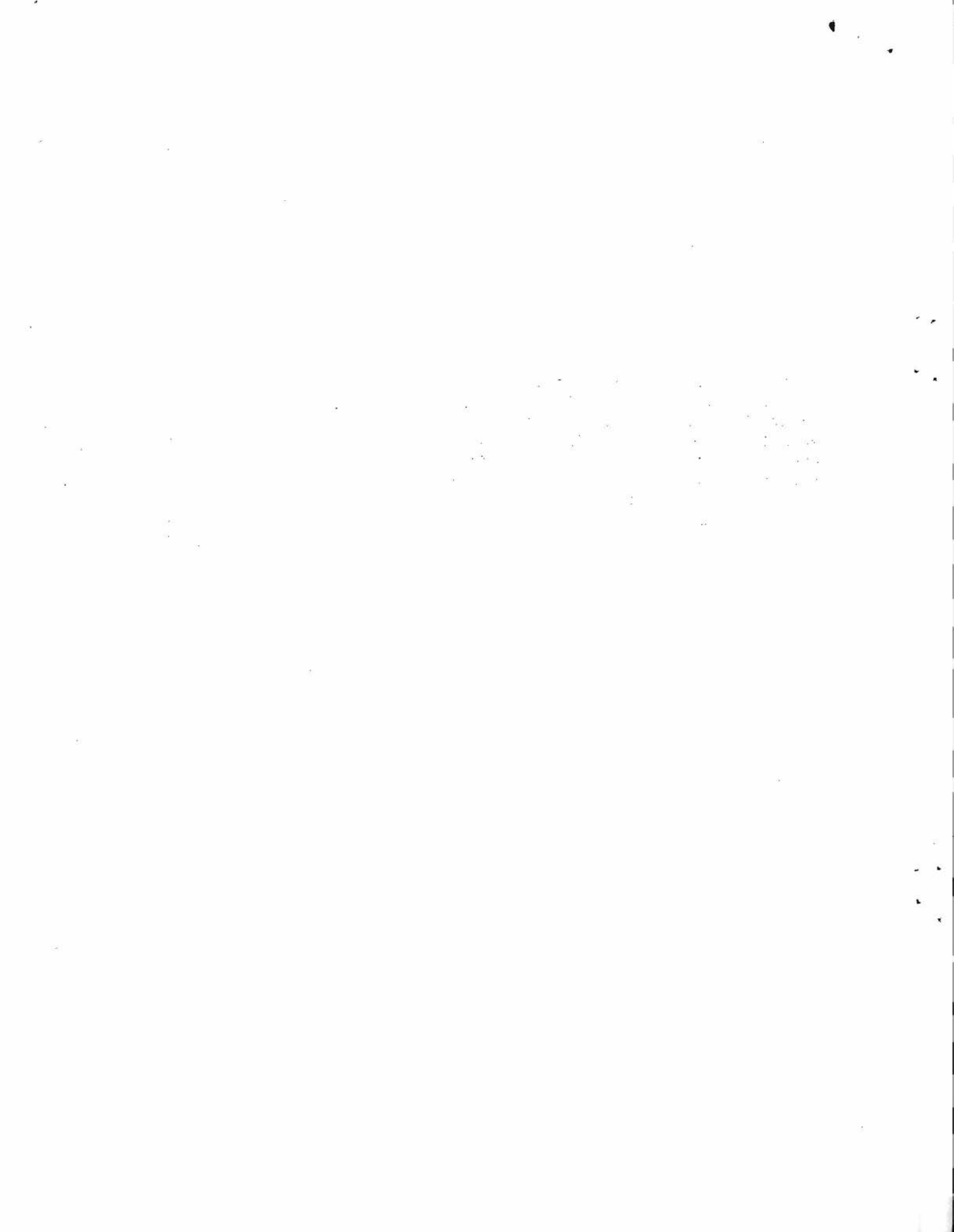
Los ejemplos anteriores no constituyen sino una vaga indicación de los resultados obtenidos. Hay decenas y decenas de estudios en ejecución, de los que cabe esperar más adelante resultados positivos. Así en los casos en que las investigaciones han dado un resultado negativo, si se han hecho detenidamente, constituyen una base útil. Tiene no poco valor el saber lo que no se puede hacer, y lo que no existe. Esos datos permiten concentrarse en el futuro en regiones más prometedoras.

Otra ventaja indudable es que gracias a los proyectos del Fondo Especial se pueden reforzar las instituciones asociadas en la ejecución de esos proyectos. Desde el punto de vista material, esas organizaciones obtienen un equipo moderno y perfeccionado que normalmente no estaría a su alcance por razones económicas. Con el suministro de equipo se desarrollan paralelamente la capacidad para utilizarlo. La reunión de un grupo de especialistas muy diversos permite siempre una comunicación de nuevas ideas. Sin esos contactos casi ninguna organización podría ensanchar sus horizontes.

Una de las contribuciones importantes de los proyectos del Fondo Especial es que proporcionan a los profesionales locales la oportunidad de adquirir una nueva orientación. Sobre todo en las ciencias del suelo, el latinoamericano no ha disfrutado de un medio muy favorable para la formación profesional. Las principales explotaciones mineras han sido controladas generalmente por capitales extranjeros que con excesiva frecuencia establecían límites de carrera muy bajos para los profesionales nacionales, sistema inicuo y miope, que desanimaba en extremo a los jóvenes de esos países a estudiar una carrera de geología o minería. La posibilidad de tener un empleo quedaba limitada en su mayor parte al ingreso en la administración pública, pero también aquí la frustración era más bien la norma que la excepción. Un hombre aplicado podía estudiar los últimos descubrimientos en materia de espectrógrafos o de métodos de polarización inducida, pero rara vez contaba con el dinero necesario para adquirir esos instrumentos. Cuando no se dispone

de suficientes recursos para mantener un servicio moderno es inevitable que decaigan el ánimo y la eficacia. Si en una situación así hace su aparición un proyecto del Fondo Especial se produce un resurgimiento que contribuye mucho a la madurez profesional del técnico nacional. Y no se trata en ningún modo de un proceso en sentido único. Del mismo modo que los miembros del equipo internacional es probable que estén mucho más al corriente de las técnicas modernas, el especialista nacional podrá hacer su aportación personal dado que posee un conocimiento mucho más profundo de la distribución de los recursos naturales del país.

En conclusión puede afirmarse que las Naciones Unidas han creado un instrumento poderoso para estimular el desarrollo de los recursos naturales no agrícolas. Tanto en los proyectos de carácter operativo como de investigación, el enfoque es pragmático. Los puntos de partida son los problemas concretos existentes y las necesidades de los países en vías de desarrollo. Por ejemplo, las investigaciones en materia de prospección de minerales y de aguas subterráneas, y los estudios para poner en práctica su explotación tienen por objeto poner de manifiesto las posibilidades prácticas en un lugar determinado, más bien que la mera acumulación de información científica. Se selecciona cuidadosamente las regiones que deben estudiarse, haciéndose hincapié no sólo en la clase y en la calidad del recurso natural de que se trate sino también en los numerosos factores físicos y económicos que determinan si el recurso es utilizable y, en caso de serlo, cuál es el modo mejor de conseguir un desarrollo óptimo. Luego es preciso relacionar el conjunto a las necesidades, objetivos y posibilidades industriales del país interesado.





C A S T A L A

Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina
organizada por la Unesco en cooperación con la Comisión Económica para América Latina,
Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965

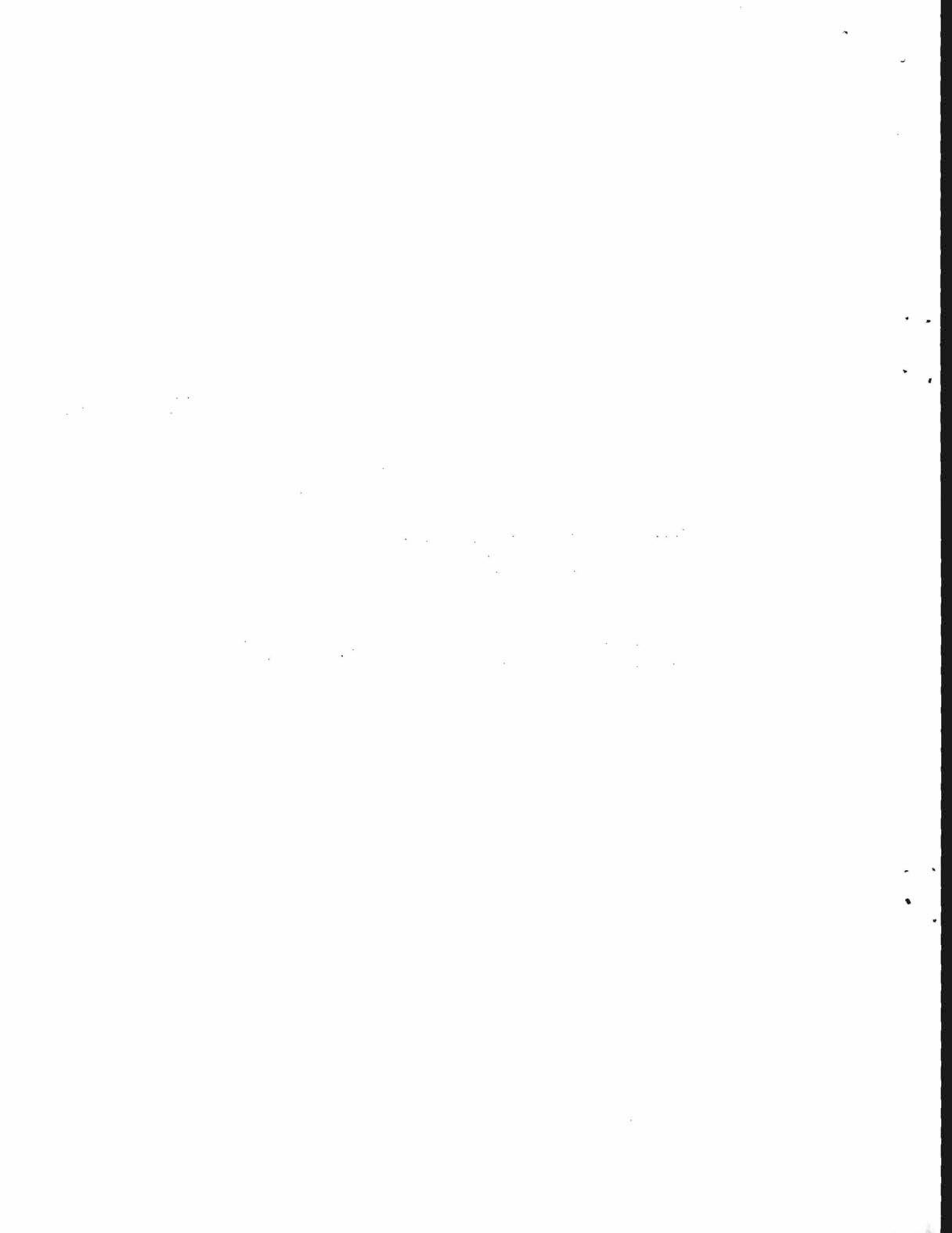
Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine
organisée par l'Unesco avec la coopération de la Commission économique pour l'Amérique latine
Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965

Conference on the Application of Science and Technology to the Development of Latin America
organized by Unesco with the co-operation of the Economic Commission for Latin America
Santiago, Chile, 13-22 September 1965

UNESCO/CASTALA/2.1.10
PARIS, 3 de septiembre de 1965
Original español

2.1.10 Problemas humanos que pueden afectar la
utilización de los recursos naturales

preparado por Carlos FILGUEIRA y Adolfo GURRIERI,
Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social



1. Resumen

1.1 El objetivo del trabajo es analizar algunos problemas sociales que se plantean cuando se produce la modernización técnico-económica de la hacienda tradicional;

1.2 Para un planteo adecuado del problema se comienza por la presentación de dos conclusiones ampliamente reconocidas sobre el proceso de modernización de los países latinoamericanos, a saber: a) que si bien ha habido cambios en la estructura social de los países del área, estos no han reportado las consecuencias esperadas; b) que el proceso de cambio tiene carácter asincrónico lo que provoca profundas ambigüedades en esas estructuras sociales.

1.3 Se esboza un principio unificador de ambas conclusiones presentando algunos de los rasgos del proceso de modernización en América Latina, enfatizando varios ^{de estos} diferenciales con el proceso de desarrollo de los países considerados desarrollados: específicamente se hace hincapié en la naturaleza capitalista, no feudal, de la sociedad tradicional; en la capacidad de esta estructura para asimilar cambios modernizantes y en los factores externos como fuente del dinamismo del proceso.

1.4 Se sostiene posteriormente que estos rasgos del proceso de modernización dejan su impronta en todos los sectores de la estructura social haciéndolos aparecer como ambiguos e incoherentes en la medida en que siempre combinan aspectos tradicionales con modernos, propios de una estructura social "tradicional modernizada".

1.5 Luego se intenta aplicar estas hipótesis al estudio de la hacienda, esbozando en un principio, en forma típico-ideal, los rasgos salientes de la hacienda tradicional y señalando someramente las causas que llevaron a su transformación.

1.6 El mantenimiento del sistema de inquilinaje en haciendas que, sin embargo, han tenido un proceso de modernización técnico-económico es estudiado como un ejemplo de estructura social ambigua; esta discusión se realiza a partir de un análisis secundario de datos de una investigación que pese a tener objetivos parcialmente distintos sirvió para poner a prueba algunas de nuestras hipótesis.

1.7 Finalmente, y en forma de conclusión, se plantea la necesidad de una evaluación adecuada y realista de las consecuencias de la "intervención" técnico-científica en una sociedad y sobre todo se enfatiza que la potencialidad de cambio de la ciencia y de la técnica estará condicionada por la naturaleza del proceso de modernización en el cual estas se incluyan.

2. Introducción

El éxito de la explotación y utilización creciente de los recursos naturales de América Latina es dependiente del grado de tecnificación, racionalidad y, en general, de la modernización que los sistemas productivos puedan experimentar.

Si bien parece indiscutible la correlación necesaria entre tecnología y desarrollo no es menos cierto que, en general, al enfocar el problema se ha descuidado la peculiaridad que presenta este proceso en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo. La interrogante más importante que no ha sido despejada puede sintetizarse en cuáles son las formas de organización social que resultan de la introducción de sistemas o técnicas modernas en contextos poco desarrollados, y si estas formas constituyen puntos de partida adecuados para "el despegue" de un proceso de desarrollo autónomo o autosustentado.

El tema que nos preocupa en el presente trabajo se refiere a la modernización de explotaciones de recursos naturales, las formas de organización que adopta y las consecuencias sociales de los cambios introducidos.

Este tipo de explotación presenta características diferentes a las encontradas en los sectores manufactureros urbanos, en primer lugar está constituida por grupos humanos relativamente aislados geográficamente, en segundo lugar, el reclutamiento de la masa obrera ~~■~~ proviene de sectores marginales (campesinos, mineros, etc.) y atrasados con respecto a los sectores urbano-industriales, en tercer término los niveles de la estratificación internos son generalmente pocos y extremos - no existen niveles medios - este tipo de

polarización de la sociedad se halla reforzado, al producirse la modernización, por la superposición de grupos de diferente procedencia y calificación (urbano-rural en el primer caso y técnicos especialistas y obreros sin calificación en el segundo).

Nos interesa diferenciar dos tipos de explotación:

- a) aquellas en que se implanta una forma de explotación (minería, pesca, colonización agropecuaria, etc.) y que requiere el asentamiento de una población o grupos humanos nuevos sin una tradición de vida en común;
- b) explotaciones existentes (agrícolas, mineras, por ejemplo) que se tecnifican o modernizan sin que esto signifique un nuevo asentamiento de grupos humanos dispersos.

Sin desconocer el interés del primer caso, el presente trabajo estudiará la situación b. Más en particular: el cambio producido por el proceso de modernización de la empresa agrícola tradicional - caracterizada en términos típico-ideales como hacienda.

2.1 El problema de modernización en América Latina

Cuando se analiza el proceso de modernización de los países latinoamericanos se arriba, regularmente, a dos conclusiones fundamentales:

- a) que si bien es cierto que ha habido cambios importantes en muchos de los países del área (procesos de urbanización e industrialización, surgimiento ~~de~~ sectores medios, etc.) estos no han reportado las consecuencias esperadas, básicamente una tasa de crecimiento económico sostenida y un grado razonable de igualdad social, política y económica;^{1/}
- b) que este proceso de cambio tiene un carácter asincrónico,^{2/} es decir, que ha actuado con diferente velocidad y dirección en los distintos sectores o partes de la estructura social. Esto significa que en una misma estructura social encontraremos sectores que han entrado en el proceso de modernización junto a otros que permanecieron con sus rasgos tradicionales relativamente intocados. Se produce lo que se

^{1/} Ver CEPAL, El Desarrollo social de América Latina en la postguerra, Buenos Aires, Solar-Hachette, 1963.

^{2/} Ver Germani, G. Política y sociedad en una época de transición, Buenos Aires, Editorial Paidós, 1965. Capítulo I.

ha denominado la "coexistencia de lo no contemporáneo", es decir, que desde un punto de vista descriptivo y juzgadas a partir de un modelo "equilibrado", la estructura social de un país dado presenta profundas incoherencias y desajustes internos.

No ha surgido todavía una teoría general que permita englobar ambas proposiciones, aunque sin duda alguna, ellas representan tanto un reto a la acción de los sectores dinámicos de nuestros países por su indiscutible carga valorativa, como un dilema desafiante a los estudiosos del proceso de desarrollo latinoamericano. No pretendemos, en este modesto trabajo, dar una respuesta acabada al problema. Mas bien indicaremos una perspectiva que podría servir de base para investigaciones futuras.

Cualquiera sea la hipótesis que se proponga, ella debe intentar caracterizar los rasgos básicos y específicos del proceso de modernización y no detenerse en una mera comparación de las estructuras sociales de los países "en desarrollo" con los desarrollados. Nuestra hipótesis fundamental es la siguiente: que el proceso de modernización de los países latinoamericanos, a diferencia del europeo, no resulta de un cambio dirigido por las clases industrializantes que dinamizan el proceso quebrando la estructura feudal preexistente y ampliando el ámbito del mercado nacional. Antes bien, sería en principio peligroso caracterizar la estructura tradicional latinoamericana como feudal ya que presenta desde un principio indudables rasgos capitalistas. En segundo lugar, el proceso de modernización de nuestros países, en la mayoría de los casos, no implica una modificación sustancial de la estructura tradicional, e incluso no es raro observar que el proceso mismo es comandado por los sectores que ocupan las posiciones más destacadas en la estructura de poder tradicional. En casos extremos, el mantenimiento de la situación tradicional en vastos sectores de la estructura, es una condición necesaria para la modernización de otras dimensiones de la misma. Por lo tanto, no se produce una quiebra de la estructura social preexistente, sino que más bien ésta se adapta y asimila los cambios que en ella se introducen. En tercer lugar, el dinamismo del proceso no proviene de la ampliación del mercado nacional sino de la vinculación al mercado externo que puede dar lugar a cambios en la estructura social lo suficientemente importantes como para generar un mercado interno considerable. O sea, las modificaciones que se producen en la estructura social derivan de este "crecimiento hacia afuera" y los rasgos significativos de las mismas están marcadas por la peculiaridad de ese proceso.

Por lo tanto, el proceso de modernización no debe ser entendido como "necesario" históricamente ni como el producto de fuerzas ciegas ya sean económicas o sociales, ni como siguiendo pautas preestablecidas. Su comprensión debe ser hecha tomando en cuenta tanto los actores sociales o políticos que actuaron en su favor o en su contra como los rasgos específicos que lo caracterizan. Todos los instrumentos, muy en especial la ciencia y la técnica, que el hombre pueda usar para impulsar el desarrollo deberán ser juzgados, en cuanto a su utilidad potencial, en relación a las consideraciones

De acuerdo con las proposiciones anteriores creemos que tanto la reducida tasa de avance del proceso de desarrollo como las incoherencias en la estructura social pueden tener un principio de explicación en la naturaleza del proceso mismo: una estructura tradicional que se moderniza parcialmente - presentando por lo tanto evidentes incoherencias juzgadas a partir de una estructura "equilibrada" - y que encuentra sus limitaciones en el proceso de absorción de modernidad. Ahora bien, nuestra segunda hipótesis es que la ambigüedad básica de la "estructura tradicional modernizada" permea todas las dimensiones o partes en que pueda dividirse la estructura social de un país dado. En este trabajo trataremos de analizar someramente uno de los aspectos de la estructura social: el sistema de la hacienda. Comenzaremos por una descripción típico-ideal de la hacienda tradicional, presentaremos luego las causas fundamentales por las cuales ese sistema de explotación se moderniza y la ambigüedad que presenta esa modernización. Finalmente, haremos referencia a algunos de los problemas humanos que se crean en ese contexto social y sus repercusiones en el proceso de desarrollo.

2.2 Hacienda y sociedad tradicional

Será imposible analizar el proceso de cambio de la estructura tradicional sin prestar íntima atención a la unidad económico social que conforma la hacienda. Su relación es tan estrecha que se ha sostenido que "... el relato del ocaso de la estructura tradicional se confunde por consiguiente con la del lento declinar de esa vieja organización."^{3/} En términos generales, los rasgos salientes de esa unidad económico-social serían los siguientes:

^{3/} Medina Echavarría, J. Consideraciones sociológicas sobre el desarrollo económico de América Latina, Buenos Aires, Solar-Hachette, 1964.

Es el tipo de tenencia más difundido en América Latina; se trata de grandes unidades de explotación que en muchos casos remontan sus orígenes hasta la colonia y encuentran sus antecedentes en los sistemas de tenencia típicos en esa época. Regularmente, se establecieron en zonas donde, además de contar con los recursos naturales y las vías de comunicación adecuados, existía una gran oferta de mano de obra proporcionada por los asentamientos indígenas previos; un buen ejemplo es la zona serrana en Perú y Ecuador. Hacienda y minifundio suelen ir unidos formando lo que se ha denominado "complejo hacienda-minifundio" encontrándose una doble orientación de la producción: a) la producción de la hacienda orientada hacia el mercado, y b) la producción del minifundio como subsistencia del campesino.

Estos últimos viven en pequeños retazos de terreno cercanos a la hacienda o situados dentro de ella y reciben por su trabajo en la hacienda remuneraciones en especie, y a veces, un porcentaje en dinero. El propietario de la explotación suele tener una "doble vivienda", por un lado en la misma hacienda y por otro en la ciudad y esta doble vivienda del propietario tiene gran importancia como indicador que permite establecer la relación entre la distribución de la propiedad de la tierra y la del poder dentro de una sociedad y los mecanismos sociales que ligan a ambas. Por lo tanto, el control y en algunos casos la administración directa está en manos de un patrón, un "señor". Entre él y el resto (administrador, capataz, peones de distintos tipos) existe una línea de autoridad unidireccional e inmodificable. El sistema de estratificación es rígido y en raras ocasiones se posibilitará un ascenso de peón a capataz, en muchos casos impedido por consideraciones de tipo étnico racial. A veces las relaciones entre el señor y los peones son de verdadera servidumbre, incluyendo la prestación de servicios personales en la casa del señor, baste recordar la institución de la huasicamfa en la zona serrana del Ecuador. La ligazón de los campesinos a la hacienda llega a ser muy estrecha por razones de endeudamiento, por presiones directas, por falta de otras oportunidades o por conformismo con una situación que suponen como la única posible.

Para el propietario la hacienda tiene una significación que va mucho más allá de una consideración puramente económica; es la base del prestigio de una familia y el fundamento de su poder tanto a nivel local como nacional. Las haciendas forman, por lo tanto, la base de una "estructura familística" que se extiende no sólo por las zonas rurales sino también por las urbanas. Los hacendados ejercen su dominio en su propio predio sobre su amplia "clientela" y, a través de sus relaciones familísticas, extienden su poder sobre amplias zonas del país.^{4/}

De ninguna manera la hacienda es el único sistema de tenencia en América Latina, aunque creemos que es el predominante. Junto a él se alistan la plantación, las comunidades indígenas, el minifundio puro (o sea el no relacionado directamente con una hacienda), los nuevos sistemas de tenencia surgidos de reformas agrarias, las explotaciones más modernizadas, etc.^{5/}

El sistema de inquilinaje es característico de la hacienda chilena: con algunas variantes, en general, el inquilino recibe una pequeña parcela y vivienda dentro de la hacienda y algunas regalías tales como alimentos y leña; a cambio de esto está obligado a trabajar como obrero en la hacienda. Este tipo de contrato - deberes y obligaciones de ambas partes - es verbal y no especifica con precisión horarios ni tipo de trabajo. Generalmente están incluidos entre los deberes del inquilino la participación de la familia en alguna forma de producción de la hacienda.

El tipo de relación establecida entre patrón e inquilino tiene como base "la confianza" en el sistema de lealtades mutuas, es decir la confianza en que la otra parte cumplirá con las obligaciones establecidas. El inquilinaje puede ser asimilado al "complejo hacienda minifundio" si se tiene en cuenta que el minifundio es considerado como una unidad de explotación y no como un tipo de propiedad. Aunque la dependencia del inquilino con respecto al "patrón" suele ser muy grande, esta no asume las características extremas que pueden encontrarse en otros países.

4/ Ver Medina Echavarría, J. op.cit. II parte.

5/ Sobre tipología de sistemas de tenencia ver la elaboración hecha por Edmundo Flores y Solon Barraclough que aparece en el Tomo I del "Curso de capacitación para profesionales en Reforma Agraria", Santiago de Chile, 1963.

2.3 Las formas de modernización de la organización

El tipo de situación que caracterizamos como tradicional en la hacienda o unidad de producción basada en las características antes mencionadas, se transforma siguiendo una dinámica que - tal como lo señaláramos anteriormente - lejos de repetir las formas de modernización ocurridas históricamente en los países desarrollados, adquiere formas peculiares.

La existencia de centros más desarrollados (urbanos) y de áreas rezagadas (rurales) determina dos aspectos sustantivos del cambio; el primero lo constituye la dirección de éste - desde las áreas urbanas a las rurales - el segundo está determinado por la existencia de grupos sociales que ocupan las posiciones estratégicas que relacionan el mundo tradicional o atrasado al mundo moderno y desarrollado, en nuestro caso los empresarios agrícolas.^{6/}

La dimensión más importante para el cambio la constituye el grado de relación de la empresa agrícola con el mercado capitalista, de esta forma queda determinado el nexo o puente que sensibiliza la organización rural a factores externos a ella, es decir a aspectos exteriores al campo de interacción de los individuos que componen la organización.

Es difícil establecer con precisión el punto exacto en que el sistema comienza a ser influido por el mercado - puesto que la hacienda nunca fue un sistema cerrado y excluido del mercado - sin embargo, admitiendo que existe un continuo de vinculación al mercado, puede considerarse como decisiva la participación en mercados nacionales e internacionales más allá de las fronteras regionales o zonales.

Sin embargo, las consecuencias que estas modificaciones producen en las formas de organización económico-social internas a la empresa, no parecen guardar correspondencia con la participación creciente - definida como un rasgo de modernismo - en el mercado capitalista.

En efecto, si consideramos otras dos dimensiones relevantes para el análisis - modernización técnico-económica y de relaciones sociales - podemos analizar la dinámica interna del cambio de la organización.

^{6/} Este aspecto fue considerado en el punto anterior al referirnos a la posición que ocupa el empresario dentro del sistema de poder económico político y social.

Entendemos por modernización técnico-económica el grado de racionalidad y eficacia de la producción como vía de maximización de ganancias del empresario o dueño. Está presente en este concepto de modernización técnico-económica, el modelo típico ideal del "capitalismo moderno"^{7/} e incluye dimensiones tales como, planeamiento, calculabilidad de ganancias, mecanización, control de rendimientos, etc.^{8/}

Entendemos por relaciones sociales las formas de participación del elemento humano de la organización a través de determinadas disposiciones normativas, en su relación con el trabajo y de los individuos entre sí. Es posible distinguir un continuo que va desde un tipo de relaciones sociales tradicionales hasta relaciones de tipo moderno. Así por ejemplo el contractualismo constituye una forma moderna que reemplaza el tipo de relación sobre la base de "la confianza" propia del sistema de la hacienda; de la misma forma, la definición específica de tareas propias de cada papel económico de la organización, se corresponde más con formas modernas que con la difusividad del rol tradicional. Desde la perspectiva económica el salario pagado en regalías o especies (propio del sistema de inquilinaje) establece determinadas relaciones sociales (deberes y derechos) que, a diferencia del salario pagado en dinero, involucra áreas no económicas y genera formas de dependencia de tipo tradicional.^{9/}

Definidas entonces las dimensiones principales del análisis, podemos explicitar sus relaciones.

Las posibilidades de participación creciente y exitosa en el mercado (determinado por niveles de competencia) parece depender en mayor grado de los factores constitutivos de la dimensión técnico-económica que de la dimensión social. Por otra parte, los primeros aparecen como factores de más fácil manipulación y más controlables en vista a la racionalidad requerida. Por el contrario la transformación de las relaciones

7/ Schumpeter, J. Teoría del Desarrollo Económico, Fondo de Cultura Económica, México, 1957.

8/ La construcción operacional de esta dimensión se detalla en el Apéndice Metodológico. Ver al final.

9/ Un estudio que analiza las características tradicionales y modernas en la relación industrial y que puede servir como ilustración, lo constituye el trabajo de Alex Inkeles "Industrial Man", American Journal of Sociology, July 1960. Consultar también El Desarrollo Social de América Latina en la Postguerra, CEPAL, Solar-Hachette, 1963. pág. 52.

sociales no aparece con carácter de "imperiosa necesidad" ni es tan fácilmente manipulable por el "decision maker" de la organización. A la vez, en la medida en que este sistema soporte la ambigüedad sin perder el equilibrio mínimo que le permita funcionar, se cuenta con las ventajas del sistema moderno sin perder aquellas propias del sistema tradicional.

La empresa comercial moderna, entendida como la evolución de la hacienda tradicional, no aparece siempre como un todo transicionalmente homogéneo sino que se caracteriza por las asincronías propias de los sistemas subdesarrollados. Esta perspectiva la creemos más adecuada puesto que permite interpretar muchos de los callejones sin salida a que se han llegado al tratar de interpretar el retraso agrícola y lo que se ha llamado "el problema" rural.

A un nivel más general este aspecto no hace sino reiterar el carácter particular que adopta, en medios desarrollados, el cambio social y la introducción de la modernización por la vía de la tecnología y la ciencia, es decir, la transformación de fuerzas de cambio externas al sistema en la dinámica interna de cambio, efectuada a través del "filtro" de los sectores modernizantes situados en los niveles altos de la estructura de poder. O de otra forma, mientras cambian algunos aspectos - en particular los técnico-económicos - es posible mantener relativamente incambiados los aspectos sociales en base a una redefinición de aquellos factores tal como se expresan en otras áreas desarrolladas.

Desde la perspectiva del obrero, el cambio técnico transforma indirectamente algunas expectativas de la relación social, por ejemplo la introducción de máquinas establece ciertos niveles de calificación (mecánico, maquinista) a la vez que la racionalización introduce más niveles jerárquicos a través de los cuales se canalizan las órdenes. Sin embargo, la falta de redefinición explícita de las relaciones sociales mediante el mantenimiento del sistema de expectativas anterior tiende a aumentar gradualmente la tensión entre ambas solicitaciones (técnico-económica y social).

Una ejemplificación de esta incoherencia es la permanencia del sistema de inquilinaje en "fundos" donde, sin embargo, se ha producido una modernización en sentido técnico. Tal como se señaló anteriormente, es posible que el mantenimiento de aspectos tradicionales en la organización social de la empresa sea una condición importante para el funcionamiento del sistema total, sobre todo si recordamos la

relación existente entre la estructura de poder local y nacional y la estructura de poder generada a partir de la hacienda misma tanto hacia adentro (sistema de poder dentro de la hacienda) como hacia afuera (relación de los hacendados con subsistemas urbanos). Asimismo es dable pensar que a medida que la hacienda se va convirtiendo en empresa, las relaciones sociales se alteran de tal manera que si bien el inquilino mantiene su dependencia con respecto al patrón está ha perdido su significado paternalista tradicional. Si este cambio en el tipo de relación social "patrón-inquilino" fuera acompañado por una posibilidad real del último de poder quebrar la dependencia por la aparición de nuevas oportunidades ocupacionales o, en general, chances mayores de movilidad ya fuera dentro o fuera de la hacienda el conflicto entre los mismos asumiría otras características, quizás más "industriales". Pero más bien al contrario, el cambio en el "sentido" de la dependencia parece no ir acompañado por una mayor autonomía del inquilino para decidir con respecto a su destino. En consecuencia, el inquilino pierde los aspectos de "protección" que suelen acompañar su dependencia tradicional y se siente, sin embargo, todavía estrechamente ligado a las decisiones del patrón. Puede suponer entonces que el cambio lo ha desfavorecido. Estas consideraciones no suponen que si el sistema de inquilinaje desapareciera y el inquilino se transformara en obrero agrícola contractual no habría más conflicto entre los estratos dentro de la hacienda. Lo que se sostiene es que el cambio en el sentido de la relación de dependencia (tradicional o moderna) entre los susodichos estratos y la intensidad de la misma (dependiendo el grado de intensidad de la "apertura" mayor o menor de la sociedad) son ingredientes claves para poder analizar los problemas que se presentan dentro del sistema social que conforma la hacienda.

2.4 Algunas consideraciones empíricas

Con carácter exploratorio analizaremos a continuación, los datos de una investigación empírica efectuada en el valle de Aconcagua en Chile,^{10/} la que puede servir para poner a prueba las hipótesis antes avanzadas.

^{10/} El estudio fue efectuado como Tesis de Graduación de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) por Carlos Filgueira, Ramiro Cardona y Fabio Wanderley. Una reseña de la investigación se encuentra al final de este trabajo.

Cuadro 1

DESTINO DE LA PRODUCCION, INDICE DE MECANIZACION, INDICE DE DESARROLLO
TECNICO-ECONOMICO, INDICE DE DESARROLLO SOCIAL^{a/}

	mercado			
	regional	nacional e internacional	dif. %	
<u>Indice de mecanización</u>				
bajo	66%	30%	36	(N) = 8
medio	33%	20%	13	(N) = 5
alto	<u>0%</u>	<u>50%</u>	<u>- 50</u>	(N) = 10
	100	100	0	
<u>Indice de desarrollo T-E</u>				
bajo	100%	37%	63	(N) = 10
alto	<u>0%</u>	<u>63%</u>	<u>- 63</u>	(N) = 12
	100	100	0	
<u>Indice de desarrollo social</u>				
bajo	33%	27%	6	(N) = 6
alto	<u>66%</u>	<u>73%</u>	<u>- 6</u>	(N) = 16
	100	100	0	

a/ (N) = 29

La apertura diferencial hacia el mercado y hacia los aspectos internos de la organización queda evidenciada en el Cuadro 1, en el que se consideran tres índices de desarrollo interno de la empresa en relación a la apertura a mercados nacionales e internacionales. Las diferencias de diferencias porcentuales es la siguiente:

Índice de mecanización	$34 - (-50) = 84$
Índice de desarrollo T-E	$63 - (-63) = 126$
Índice de desarrollo social	$6 - (-6) = 12$

Mientras los índices de mecanización y técnico-social resultan alterados por la apertura al mercado nacional e internacional, el índice de relaciones sociales permanece prácticamente incambiado ($\text{dif-dif}\% = 12$). Es decir que se modernizan los sistemas productivos, maquinaria y formas de racionalidad de la producción pero el nivel de las relaciones sociales definidas en términos de contractualismo, difusividad de papeles y sistema de autoridad, permanece incambiado a pesar de la apertura a mercados extra-regionales. En consecuencia, puede afirmarse que existe la ambigüedad antes señalada en cuanto a la asincronía de la modernización interna de la organización. El sector alto empresarial se asimila al sistema de mercado moderno sin que esto signifique un cambio efectivo para los niveles bajos del sistema (obreros) que permanecen dentro de las pautas tradicionales del tipo hacienda. El dualismo parece estar radicado en el mismo sector empresarial que establece un doble juego de deberes y derechos hacia afuera y hacia adentro de la organización. Este tipo de actitud puede atentar contra la propia estabilidad del sistema, la permeabilidad de éste dependerá en buen grado de la receptividad posible de los sectores bajos del sistema. Retomaremos este aspecto al analizar los obreros agrícolas como unidad de análisis.

Los resultados obtenidos en el Cuadro 1 ^{PROVIENEN} de un número de casos relativamente pequeño ($N = 29$) por lo tanto conviene confrontar los resultados por otra vía.

La variación de los tipos de cultivo y ~~de~~ la variedad de estos resulta también un buen indicador de cambios del sistema en su relación con el exterior. El Cuadro 2 distingue aquellas empresas que no han variado en los últimos años el número y tipos de cultivos con las que lo han variado, por otra parte se tienen en cuenta los mismos tres índices de desarrollo interno.

Cuadro 2

VARIACION DEL NUMERO Y TIPO DE CULTIVO, INDICE DE MECANIZACION, INDICE DE
DESARROLLO TECNICO-ECONOMICO, INDICE DE DESARROLLO SOCIAL^{a/}

	no varió	varió	dif.%	
<u>Indice de mecanización</u>				
bajo	50%	30%	20	(N) = 8
medio	34%	50%	- 16	(N) = 5
alto	<u>16%</u>	<u>20%</u>	<u>- 4</u>	(N) = 10
	100	100	0	
 <u>Indice de desarrollo T-E</u>				
bajo	58%	30%	28	(N) = 10
alto	<u>42%</u>	<u>70%</u>	<u>- 28</u>	(N) = 12
	100	100	0	
 <u>Indice de desarrollo social</u>				
bajo	25%	30%	- 5	(N) = 6
alto	<u>75%</u>	<u>70%</u>	<u>5</u>	(N) = 16
	100	100	0	

a/ (N) = 29.

El resultado es similar al encontrado para el cuadro de aperturas diferenciales al mercado, los valores de las diferencias porcentuales:

Indice de mecanización	20	-(-4)	= 24
Indice de desarrollo T-E	28	-(-28½)	= 56
Indice de desarrollo social	-5	-(-5)	= -10

Se repite el adelanto mayor en la dimensión Técnico-Económica al que le sigue el índice de mecanización mientras que las relaciones sociales (dif. dif.% = -10) resultan prácticamente incambiadas con una leve tendencia a la correlación negativa. Al nivel interno de la organización el factor de más fácil manipulación lo constituye la dimensión técnico-económica probablemente porque incluye aspectos de racionalidad y sistematización que no significan - como la mecanización - una inversión considerable de capital.

Las relaciones sociales aunque no varían en la misma forma que en el Cuadro 1, presentan sin embargo el valor más bajo - y prácticamente nulo - de correlación, es decir, no acompañan el cambio del tipo y número de cultivos.

A manera de resumen, del análisis de los primeros cuadros podemos concluir que la consistencia de los resultados de ambos apoyan las hipótesis antes avanzadas. Los cambios internos producidos por las formas de participación creciente en mercados más complejos determinados por niveles de competencia, y aquellos producidos por modificaciones de tipo y número de cultivos, siguen una misma dinámica. En primer lugar, se produce un ajuste de los factores internos a nivel técnico-económico sobre la base de la racionalización de la producción, delegación de funciones, canalización de órdenes a través de un sistema jerárquico más diversificado, introducción de asesores técnicos, sistema de registro de producción, etc.^{11/} En segundo lugar, el factor que sufre cambios menos pronunciados es la mecanización, se incrementa y actualiza el número de maquinarias, el número de horas de uso y el número de obreros que la trabajan.^{12/} Finalmente, en tercer término, las relaciones sociales no acompañan la apertura externa. Continúan existiendo criterios de asignación de salarios que no se basan en el rendimiento o desempeño, el papel del obrero continua involucrando áreas no económicas, se mantiene el tipo contractual de inquilinaje y la autoridad no evoluciona hacia pautas moderno-industriales de tipo impersonal y específico.^{13/}

De esta forma, queda establecido el contexto social en que se desempeña el obrero agrícola y por lo tanto estamos en condiciones de continuar el estudio sobre la base de esta, nuestra segunda unidad de análisis.

^{11/} Ver Apéndice Metodológico, índice técnico-económico.

^{12/} Ver Apéndice Metodológico, índice de mecanización.

^{13/} Ver Apéndice Metodológico, índice de relaciones sociales.

De acuerdo con las hipótesis anteriores deberá esperarse que a medida que la hacienda se modernice vaya reduciéndose la satisfacción que los inquilinos encuentran en el trabajo. En el Cuadro 3 se observa que así sucede:

Cuadro 3

SATISFACCION CON LA EMPRESA, INDICE TECNICO-ECONOMICO, INQUILINOS

Satisfacción	Indice de Desarrollo Técnico Económico		
	bajo	alto	dif. %
Alta	80	58	22
Baja	<u>20</u>	<u>42</u>	<u>- 22</u>
	100	100	0
	(N) = 21	(N) = 44	

(N) = 65

mientras que el 80 por ciento de los inquilinos está satisfecho en las haciendas tradicionales, este porcentaje se reduce a 58 por ciento en las modernizadas. Sin embargo, se podría argumentar en contrario que del total de inquilinos una mayoría (67 por ciento) sostiene estar satisfecha. Esto, a nuestro parecer indica que la tecnificación de la hacienda no es el único factor que deberá ser tomado en cuenta en el análisis de la satisfacción en el trabajo. Los datos a nuestro alcance no permiten ir más allá en este análisis. De todas maneras, esa crítica posible no altera la conclusión de una mayor insatisfacción del inquilino en el trabajo como consecuencia de una modernización técnica de la hacienda.

El grado de satisfacción en el trabajo es siempre la explicitación final de un proceso subyacente cuyas líneas fundamentales es difícil seguir con los datos a nuestro alcance. Nuestra hipótesis es que a medida que se produce la

modernización de la hacienda esta tiene como consecuencia un elevamiento en el nivel de aspiraciones de los inquilinos. No es necesario concluir que esta sería la única causa del mayor nivel de aspiraciones, se sabe por ejemplo que los medios de comunicación de masas cumplen un papel relevante en esta "revolución de las expectativas". Sin embargo, el inquilino podría pensar que algunos de los logros productivos del nuevo sistema podrían causar un mejoramiento en su nivel de vida y en general una ampliación del ámbito en sus oportunidades de mejoramiento económico-social.

Cuadro 4

SALARIO, INDICE TECNICO-ECONOMICO

Salario	Indice de Desarrollo Técnico Económico		
	bajo	alto	dif. %
bajo	13%	16%	- 3
medio	24%	26%	- 2
alto	63%	58%	5
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100	100	0
	(N) = 38	(N) = 66	

(N) = 104

En el Cuadro 4 se puede observar que (en un conjunto de 104 obreros agrícolas de los cuales alrededor del 70 por ciento eran inquilinos y el resto "voluntarios") no había prácticamente variaciones en los niveles de salarios como consecuencia de la modernización técnica. Podría sostenerse que la inclusión de los "voluntarios" en el conjunto (no pudo discriminarse en este caso entre inquilinos y voluntarios) podría alterar la información. Sin embargo, es bastante conocido que no existen variaciones importantes en cuanto a salario entre unos y otros. En resumen, si el inquilino esperaba cambios de salario como consecuencia del adelanto técnico, esta expectativa no se concretó.

Pero podría suceder que la posibilidad de un incremento en su nivel de vida pudiera "proyectarse" en los hijos. Varios trabajos han demostrado que una de las expectativas más acariciadas es la posibilidad de educar a los hijos.

Cuadro 5

POSIBILIDADES DE EDUCACION DE LOS HIJOS - INDICE -
TECNICO-ECONOMICO - INQUILINOS

Posibilidades de educación de los hijos	Indice de Desarrollo Técnico Económico		
	bajo	alto	dif.
bajo	35%	36%	- 1
alto	<u>65%</u>	<u>64%</u>	<u>1</u>
	100	100	0
	(N) = 22	(N) = 40	

(N) = 62

En el Cuadro 5 se advierte que la participación en un fundo más modernizado no supone tampoco una ampliación de la perspectiva en este sentido.

Completando esta visión somera sobre las posibilidades de logro de aspiraciones presentaremos el Cuadro 6 donde se observa que en términos de uno de los aspectos más sobresalientes de aspiraciones al consumo, el "comprar objetos para su casa", tampoco hay un aumento de posibilidades como producto de la tecnificación de la hacienda.

Cuadro 6

POSIBILIDADES DE CONSUMO - INDICE TECNICO-ECONOMICO - INQUILINOS

Posibilidad de poder comprar objetos para la casa	Indice de Desarrollo Técnico Económico		
	bajo	alto	dif.
bajo	66%	70%	- 4
alto	<u>33%</u>	<u>30%</u>	<u>4</u>
	100	100	0
	(N) = 21	(N) = 45	

(N) = 66

En resumen, si es plausible hipotetizar que las modificaciones técnicas introducidas en la hacienda generan un elevamiento del nivel de aspiraciones, y si asimismo, las nuevas condiciones no permiten el logro de las mismas (como se vio en los cuadros anteriores) es dable pensar que ya tenemos algunas condiciones importantes que llevarán al deterioro de las relaciones "patrón-inquilino", una de cuyas manifestaciones será la insatisfacción en el trabajo vista anteriormente.

Ahora bien, en páginas anteriores se señaló que al producirse la modernización de la hacienda, había un cambio en el significado de la dependencia perdiéndose los aspectos "paternalistas" de la dependencia tradicional. Pero también se sostuvo que, sin embargo, la intensidad de la dependencia no se reducía, por la permanencia de otras condiciones tradicionales, de tal manera que el inquilino no podía ganar con el proceso de tecnificación una autonomía mayor que le permitiera al aumentar su poder de regateo, transformar el conflicto "patrón inquilino" en un conflicto "industrial", definido ideal-típicamente.

Cuadro 7

MIGRACION, INDICE DE DESARROLLO TECNICO-ECONOMICO - INQUILINOS

Indice de Desarrollo Técnico Económico			
Deseo de migrar a:	bajo	alto	dif. %
fundo			
bajo	48%	46%	2
alto	52%	54%	- 2
pueblo			
bajo	66%	65%	• 1
alto	33%	35%	- 1
ciudad			
bajo	90%	75%	15
alto	10%	25%	- 15

(N) = 66

Algunos datos permiten afirmar que esta dependencia subsiste. El Cuadro 7 indica que las posibilidades de trabajar en otro fundo permanecen estables, siendo insensibles a los adelantos técnicos. Lo mismo sucede con la posibilidad de migrar "al pueblo", mientras que la posibilidad de migrar a la capital parece insinuar un débil aumento. De todas maneras, en términos generales las posibilidades de movilidad física no varían significativamente. En resumen, todas estas informaciones son coherentes en el sentido que la tecnificación por sí misma no produce, para los inquilinos, una "apertura" de la sociedad ni hacia adentro de la hacienda ni hacia afuera. Su horizonte sigue siendo tan limitado como antes, sus perspectivas de movilidad social no se han ampliado y el sentimiento de dependencia se ha transformado cada vez más en algo menos soportable. Estas conclusiones referidas específicamente a la empresa y a la satisfacción con el trabajo en ella pueden ser confrontadas a nivel societal. En efecto, si relacionamos el grado de modernización técnico-económico con la percepción de distancia social con otros grupos llegamos al Cuadro 8. El índice de distancia

Cuadro 8

DISTANCIA SOCIAL. INDICE TECNICO-ECONOMICO - INQUILINOS

Distancia social con:	Indice de Desarrollo Técnico Económico		
	bajo	alto	dif. %
obrero agrícola			
baja	100%	98%	2
alta	0%	2%	- 2
obrero industrial			
baja	100%	94%	6
alta	0%	6%	- 6
administrador o comerciante			
baja	91%	82%	9
alta	9%	18%	- 9
profesional			
baja	81%	62%	19
alta	19%	38%	- 19
dueño de fundo			
baja	33%	30%	- 4
alta	66%	70%	- 4

(N) = 66

social indica la percepción que tiene el sujeto de la distancia que lo separa en la estratificación de otros grupos sociales. El efecto de la modernización técnico-económica tiene como única consecuencia significativa, aumentar la distancia social con el grupo "profesional" e insinuar una tendencia en el mismo. Sentido para el grupo "administradores o comerciantes" (diferencias porcentuales -19 y -9) respectivamente; es decir que el efecto de la tecnificación solamente polariza más la imagen de la sociedad, haciendo mas inalcanzables (distantes) los grupos típicamente "medios" y manteniendo cercanos los grupos obreros (100%) y más alejados los grupos patronales agrícolas (porcentaje 66 y 70). Sin embargo, así planteado el problema sería apresurado sacar conclusiones sobre cual podría ser la forma final que adoptaría el conflicto. El problema está en manos de los "actores" mismos del proceso.

En última instancia pensamos que nuestra contribución puede residir en llamar la atención sobre la simplicidad de una teoría de cambio lineal basada en la bondad de los resultados de la aplicación de los adelantos técnico-científicos a una estructura social dada. Ciencia y técnica son, a no dudarlo, elementos claves en cualquier proceso de desarrollo, pero la evaluación realista de sus consecuencias debe ser hecha a la luz de una comprensión lo más completa posible del proceso social del cual forma parte. Y el esclarecimiento de ese proceso es el aporte que los estudiosos de ciencias sociales pueden hacer a aquellos que se preocupan de los adelantos científicos y su aplicación.

3. Conclusiones

Teniendo en cuenta el planteo presentado a lo largo del informe se advertirá que no es posible sostener una teoría que proponga una relación directa y positiva entre cambios técnico-científicos y proceso de modernización de la estructura social. De ninguna manera esto significa negar la importancia capital que la introducción de estos cambios pueda tener en cuanto al desarrollo económico social de los países latinoamericanos. Más bien se señala que los cambios técnico-científicos se introducen en una estructura social dada que como tal impone sus condiciones al nuevo factor presente. El estudio de estas condiciones será el que podrá otorgar alguna claridad sobre la forma en la cual se redefine la potencialidad de cambio de la ciencia y de la técnica. En casos extremos se podrá observar como estos factores pueden otorgar permanencia a estructuras sociales que aprovechando los nuevos elementos los combinan con los antiguos como una manera de hacer que el sistema todo funcione de una manera eficaz. Sin embargo, es también pertinente hacer notar que de alguna manera los cambios técnico-científicos redefinen también la estructura social que intentó asimilarlos y generan a su vez nuevas ambigüedades y conflictos. El estudio de estos "casos" peculiares que adopta la modernización es el único camino que puede orientar la investigación social del desarrollo. El investigador en ciencias sociales debe reconocer que es poco lo que puede agregar en cuanto a estos problemas mientras no se lleven a cabo las múltiples investigaciones que son imprescindibles para poder iluminar el camino lleno de aristas del proceso de cambio social de nuestros países. El presente trabajo es un intento de ofrecer un aporte a esta perspectiva de investigación.

Apéndice I

Reseña sobre la investigación

Los datos que sirvieron de base al análisis cuantitativo presentado en la parte 2.4 proviene de un estudio de carácter exploratorio referido a unidades agrícolas efectuado en Chile. Aunque los objetivos de dicha investigación no eran totalmente coincidentes con los del presente análisis fue posible extraer aquellas dimensiones de interés para la elaboración empírica de este trabajo.

El estudio se efectuó en base a la administración de encuestas a empresarios agrícolas, de empresas de tamaño medio y grande y a los obreros agrícolas de estas empresas. Las características de la muestra estuvieron determinadas por criterios intencionales, las cuotas fueron las siguientes: 110 obreros agrícolas fraccionados en cuotas aproximadamente iguales de acuerdo a tres criterios: edad (mayores y menores de 40 años), tipo contractual (voluntario, inquilino) y tipo de trabajo (manual, mecanizado), 30 empresarios agrícolas seleccionados de acuerdo a un índice de mecanización de la empresa que dirigen.

A efectos de posibilitar un análisis estructural se exigió antigüedad de más de dos años para los obreros agrícolas y se extrajo una cuota promedio de aproximadamente cuatro obreros por empresa. Este número de obreros se fraccionó de acuerdo a los criterios "tipo contractual" y "tipo de trabajo" de manera de asegurar cuotas iguales en cada empresa.

En cuanto a las unidades agrícolas, es necesario hacer notar algunas particularidades propias de la muestra.

La zona estudiada incluye, dentro de la provincia de Aconcagua, las comunas de Los Andes, San Felipe, Curimón, Calle Larga, San Esteban, Santa María y Rinconada. El tipo de empresa predominante de esta zona está constituido por la hacienda modernizada de tamaño medio y por el minifundio.

El tipo de producción predominante en las empresas grandes ha variado en los últimos años hacia la fruticultura. Esta zona se caracteriza por un rápido proceso de tecnificación y extensión del mercado más allá de los límites de la región.

En relación a otras zonas del país (en las que predominan los tipos hacienda-minifundio tradicional) esta región se caracteriza por una alta tecnificación, con una población - ya sea de empresarios u obreros - sumamente móvil y en contacto frecuente con formas urbanas de vida.

Apéndice II

Nota Metodológica

A continuación se señalan los items del cuestionario original que fueron empleados en la confección de los cuadros.

1. Indice de mecanización
 1. Número de hectáreas limpias
 2. Número de tractores
 3. Promedio de días por año trabajado, por tractor
 4. Antigüedad de la maquinaria
 5. Número de obreros que trabajan en máquinas

2. Indice Técnico-Económico
 1. Mecanización
 2. Personal dedicado a oficinas
 3. Sistema de registro de producción
 4. Plan de explotación
 5. Delegación de funciones
 6. Número de niveles jerárquicos (órdenes)
 7. Presencia de técnicos

3. Indice de Relaciones Sociales
 1. Relaciones de parentesco entre trabajadores
 2. Autoridad (específica-difusa)
 3. Segmentalización (área económica solamente)
 4. Criterios de asignación de salario (desempeño-adscripción)
 5. Sistema de remuneración (regalías-dinero)

4. Ambito de mercado a que se destina la producción del fundo.
 - 1) regional
 - 2) nacional
 - 3) internacional

5. Variación de la producción (cultivos) en los últimos 20 años.
 - 1) no varió
 - 2) disminuyó número de rubros
 - 3) aumentó número de rubros
 - 4) cambió rubros

6. ¿Está usted satisfecho con el trabajo en este fundo?
 - 1) si
 - 2) no
 - 3) más o menos

7. Fuera de las regalías ¿cuánto le pagan en dinero?

- 1) menos de 500 diarios
- 2) de 500 a 1 000 diarios
- 3) de 1 000 a 1 500 diarios
- 4) de 1 500 a 2 000 diarios
- 5) de 2 000 a 2 500 diarios
- 6) más de 2 500 diarios.

8. Si usted quisiera, podría:

- | | |
|---|------------------------|
| 1. hacer estudiar a sus hijos | 1) no podría |
| | 2) difícilmente podría |
| | 3) seguramente podría |
| 2. comprar objetos para su casa (muebles, artefactos) | 1) no podría |
| | 2) difícilmente podría |
| | 3) seguramente podría |
| 3. irse a otro fundo | 1) no podría |
| | 2) difícilmente podría |
| | 3) seguramente podría |
| 4. irse al pueblo | 1) no podría |
| | 2) difícilmente podría |
| | 3) seguramente podría |
| 5. irse a la ciudad de Santiago | 1) no podría |
| | 2) difícilmente podría |
| | 3) seguramente podría |

9. Ahora queremos que se imagine lo siguiente: la hija de un trabajador como usted puede casarse con personas muy diferentes, nos interesa que nos diga si:

- | | | |
|---|----|----|
| 1. ella puede casarse con un obrero agrícola | si | no |
| 2. ella puede casarse con el patrón del fundo | si | no |
| 3. ella puede casarse con un administrador o comerciante de la zona | si | no |
| 4. ella puede casarse con un obrero industrial de la ciudad | si | no |
| 5. ella puede casarse con un profesional, abogado o ingeniero | si | no |

Indice

	Pág.
1. Resumen	1
2. Introducción	2
2.1 El problema de modernización en América Latina	3
2.2 Hacienda y sociedad tradicional	5
2.3 Las formas de modernización de la organización	8
2.4 Algunas consideraciones empíricas	11
3. Conclusiones	22
Apéndice I	23
Apéndice II	24

C A S T A L A

Conferencia sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina
organizada por la Unesco en cooperación con la Comisión Económica para América Latina,
Santiago de Chile, 13 a 22 de septiembre de 1965

Conférence sur l'application de la science et de la technologie au développement de l'Amérique latine
organisée par l'Unesco avec la coopération de la Commission économique pour l'Amérique latine
Santiago du Chili, 13-22 septembre 1965

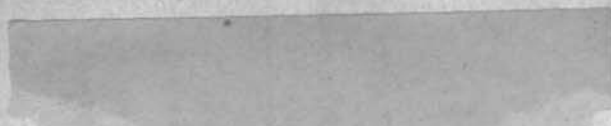
Conference on the Application of Science and Technology to the Development of Latin America
organized by Unesco with the co-operation of the Economic Commission for Latin America
Santiago, Chile, 13-22 September 1965

UNESCO/CASTALA/2.1.11
14 septiembre 1965

ORDEN DEL DIA PROVISIONAL PARA LAS SESIONES DE LA COMISION I

Recursos naturales y su utilización

1. Elección del Vicepresidente y del Relator.
2. Presentación de la documentación de referencia y de trabajo por el Secretario de la Comisión.
3. Discusión de las ideas expuestas en esa documentación, y de las sugerencias de las delegaciones.
4. El problema de la compilación de datos.
5. Elaboración de ideas precisas en lo que respecta a los institutos de investigaciones sobre recursos naturales que convendría mejorar y a la forma más económica de hacerlo.
6. El problema de la intensificación de la colaboración entre dichos institutos y los organismos internacionales (incluso las dificultades en materia de intercambio de información).
7. El problema de la falta de personal capacitado (becas).
8. Institutos de investigaciones sobre recursos naturales: dónde han de establecerse tales institutos, qué tareas les correspondería, según la región; qué personal se requiere (costo probable).
9. Informe final.



Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

