LA OCUPACION DE INGENIEROS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL

Jorge Cauas L.

Jorge Mardones A.

LA OCUPACION DE INGENIEROS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL*

Jorge Cauas L.** Jorge Mardones A.**

ABSTRACT

The factors determining the employment of engineers and a method to analyse the informations available in Chile concerning the manufacturing industries, were studied. This method allowed to estimate the numbers of engineers in 1970, in these industries.

The relevant factors are the distribution of the employment and the ratio between the numbers of engineers and the total employment in each group of manufacturing industries. The time change of these factors must be also considered.

It is possible to estimate the changes of the distribution of the employment in the manufacturing industries expected for a near future, by extrapolation of the recent trend. The available statistical data allowed to elaborate such a projection..

Since no reliable data about the employment of engineers in Chile have been published, the estimation of the ratio between engineers and total employment was obtained by a survey. The estimation of the changes of this ratio had to be deducted by adaptation of the trend observed in another country. For this purpose we have employed the short term linear trend of each of the manufacturing industries in the United States. Obviously, this trend must be adapted according to the difference between the industrial development of both countries. The hypothesis assumed was to consider that the linear trend in Chile (b_{Ch}) maintained with the trend in the United States (b_{usa}) the same proportion as the ratios (k) of engineers to total employment in 1960, i.e.,

$$b_{Ch} : b_{usa} = k_{Ch60} : k_{usa60}$$

This analysis led to predict that the number of engineers employed in 1970 would double the number of engineers employed in the manufacturing industry in 1960.

The factors already mentioned reflect the changes in the structure of production and technology. Since these are related with the required productivity levels, they constitute the principal determinants of the necessary progress to achieve the production targets of a development plan. The number of engineers required as deduced from our assumption is consistent with the necessary to obtain the targets of productivity established in the chilean plan for industrial development, provided a simultaneous improvement in the skill of the labour force. A study of the relationship between the changes in productivity and employment of engineers enforces this conclusion.

Finally, the provisional character of this study, giving information only about order of magnitudes, is emphasized. Better information, mainly that concerning with time series of product, working population and technical personnel employment in each sector of economic activity, are needed for improving the precision of this analysis.

* Trabajo presentado a la conferencia de las Naciones Unidas, sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas (Ginebra, 1963).

** Ingenieros del Centro de Planeamiento de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

RESUMEN

En el trabajo se estudian los factores que determinan el empleo de ingenieros en las actividades productoras y se propone un método de análisis aplicable a los datos estadísticos existentes en Chile para el caso de la industria manufacturera. Sobre esta base se calcula el número de ingenieros, que se estima deben existir en Chile en 1970 en la industria manufacturera.

Los factores que se consideran determinantes son, la distribución de la ocupación en la industria manufacturera y la relación que en cada agrupación existe entre el empleo de ingenieros y la ocupación total junto con sus cambios en el tiempo.

La distribución de la ocupación en la industria manufacturera y sus cambios en el tiempo pueden proyectarse de acuerdo con la tendencia reciente, siempre que se extrapole a un futuro cercano. Los datos estadísticos existentes permiten elaborar esta proyección.

No existían en Chile datos estadísticos valederos sobre el empleo de ingenieros. Por lo tanto, para calcular la proporción de empleo fue necesario realizar una encuesta especial en la industria manufacturera para determinarla. No siendo posible estimar los cambios en esta proporción directamente, fue necesario calcularlos mediante una adecuada comparación del país con la tendencia de otro, del cual se dispone de datos. En este caso se emplearon los datos de Estados Unidos, país en el cual es posible calcular las tendencias inmediatas de las diversas agrupaciones industriales. Al estimar la tendencia en Chile, se tuvo presente que además de reflejar los posibles cambios, ella debe reflejar el estado de desarrollo del país. La hipótesis que se usó fue la de suponer que la tendencia para cada agrupación en nuestro país (b_{Ch}) mantiene con la tendencia en Estados Unidos (b_{USA}) la misma relación que los valores de las respectivas proporciones (k) de empleo de ingenieros por ocupación total en 1960, es decir,

$$b_{Ch} : b_{USA} = k_{Ch60} : k_{USA60}$$

Aplicado el análisis anterior se llegó a la conclusión que el número de ingenieros en la industria manufacturera chilena en 1970 deberá ser aproximadamente el doble del existente en 1960.

Como los factores considerados anteriormente son el reflejo de los cambios en la estructura de la producción y la tecnología, ellos son los determinantes principales de los progresos necesarios para lograr las metas de producción supuestas en un Plan de Desarrollo, en cuanto inciden en los niveles de productividad requeridos. Aplicado el análisis al caso del Plan de Desarrollo Industrial de Chile, se llegó a la conclusión que si, además de realizar esfuerzos en la capacitación de la mano de obra, se logra llegar al número de ingenieros supuesto, existe la posibilidad de conseguir las exigencias de crecimiento requeridas para la productividad. Esta última conclusión está afirmada por un esbozo de análisis de la relación entre las variaciones de la productividad y del empleo de ingenieros.

Por último, debe ponerse énfasis en el carácter provisional de estos estudios y su valor puramente indicativo de órdenes de magnitud. Para el mejoramiento del análisis es indispensable disponer de material estadístico al día, sobre todo el que se refiere a series de tiempo de producto, población activa y personal técnico por sectores de la actividad económica.

INTRODUCCION

1. El estudio de la ocupación de Ingenieros (1) en la industria manufacturera, así como la explicación de la estructura de este empleo, revisten importancia porque permiten predecir las necesidades futuras de este tipo de profesionales. Dada la trascendencia que tiene la industria manufacturera en el proceso de desarrollo de un país, este tipo de estudios es básico para adoptar una política de formación de personal técnico, que sea consecuente con las necesidades de este desarrollo.

2. No es posible, sin embargo, ocultar las dificultades que presenta una investigación de esta naturaleza. Por una parte, el fenómeno es complejo y se hace difícil discernir los factores que intervienen en su determinación así como elaborar un modelo adecuado que traduzca la manera como ellos se relacionan. Por otra parte, las dificultades de orden estadístico se plantean en forma aguda. Ellas provienen principalmente del diferente criterio utilizado para clasificar las profesiones, agrupaciones industriales, etc., fuera de que muchos datos faltan y otros son incompletos.

3. Sin embargo, a pesar de estas dificultades, es indispensable realizar este tipo de estudios. Si se tiene en cuenta que sólo se trata de estimaciones básicas para orientar políticas, el problema resulta menos grave. El mero estudio cualitativo aclara en algo las relaciones y señala las investigaciones que es conveniente desarrollar para permitir un análisis más exacto. El intento cuantitativo permite obtener al menos órdenes de magnitud que facilitarán las decisiones.

4. Para poder utilizar los datos de que se dispone, es necesario establecer un modelo simple que permita analizar las relaciones que existen entre los diversos factores determinantes. Para elaborarlo hemos tenido presente los estudios de Blank y Stigler (2) y de la National Science Foundation (3) en Estados Unidos, así como los de SVIMEZ (4) en Italia.

5. El estudio de la ocupación de profesionales es en rigor un estudio de demanda y oferta, y su variación en el tiempo puede ser analizada a través de los cambios que experimentan los factores que intervienen en la estructura de ambas. Es evidente que estos factores son de muy diversa índole y comprenden desde el nivel de producción y el estado de la tecnología, hasta la situación social y política del país. El estudio económico propiamente tal, debe introducir simplificaciones en cuanto debe considerar sólo aquellas variables que parecen importantes. Por otra parte, al establecer un modelo se introducen nuevas simplificaciones, como es el suponer que exista una situación de competencia perfecta para el análisis de demanda y oferta. Pero esto no es todo; hay dificultades adicionales para estimar desde el punto de vista econométrico las funciones de demanda y oferta con un grado de precisión tal que resulte correcta la predicción de los cambios futuros que estas funciones experimenten, a consecuencia de las modificaciones de las variables que las determinan. Por estos motivos, en

(1) Se entenderá por Ingeniero al profesional con cinco o más años de formación científico-tecnológica superior, o su equivalente.

(2) David M. Blank y George J. Stigler, *The Demand and Supply of Scientific Personnel*, National Bureau of Economic Research, New York (1957).

(3) National Science Foundation, *The Long-Range Demand for Scientific and Technical Personnel. A Methodological Study*, U. S. Dept. Labor (1961).

(4) SVIMEZ, *Trained Manpower Requirements for the Economic Development of Italy. Targets for 1975*, Giuffré Editore, Roma (1961).

vez de seguir un procedimiento basado en el estudio directo de demanda y oferta, hemos tratado de simplificar el análisis, ubicando los factores que intervienen en los cambios de la demanda, a través de aquellos que determinan modificaciones en el empleo de ingenieros y estimar así su variación (5).

6. Puede suponerse con razón que los factores principales están constituidos por la distribución de la ocupación en la industria manufacturera (6) y la relación que en cada agrupación industrial existe entre el empleo de ingenieros y la ocupación total, junto con sus respectivos cambios en el tiempo. Las variaciones de ambos factores son el reflejo de los cambios que sufren la estructura de la producción y la tecnología. Por lo tanto, son los determinantes principales de los progresos necesarios para lograr las metas de producción, en cuanto inciden en el nivel de productividad supuesto para cada agrupación. Por lo tanto, el análisis de la participación de estos factores es indispensable para formular planes de desarrollo en un país. En este estudio, se analizará esta situación para Chile de acuerdo con sus planes de desarrollo.

7. Es posible predecir los cambios que sufrirá la distribución de la ocupación en la industria manufacturera de acuerdo con la tendencia que ella ha seguido en el pasado reciente, extrapolando a un futuro cercano. En el caso de los cambios en la proporción del empleo de ingenieros, cuando no se dispone de la información necesaria, es posible estimarlos mediante una adecuada comparación del país con la de otro para el cual se disponga de estos datos. Evidentemente, ambas predicciones son válidas sólo si no se producen cambios imprevisibles que ocasionen variaciones bruscas.

8. Los datos estadísticos disponibles en Chile permiten estimar las variaciones de la población activa industrial por agrupación. En cambio, la proporción de ingenieros existente en la industria manufacturera sólo ha podido conocerse a través de una encuesta realizada por el Centro de Planeamiento de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, en 1960-61. En consecuencia, no se dispone de datos acerca de la evolución de esta proporción en el tiempo.

9. El procedimiento de análisis señalado ha sido utilizado para predecir el número de ingenieros que debería ocupar la industria manufacturera en 1970 (7). Esta proyección se ha elaborado para cada agrupación industrial, sin separar los ingenieros según su especialidad.

10. Todas las consideraciones que se han hecho demuestran que esta predicción es necesariamente sólo tentativa.

PROYECCION DE LA OCUPACION INDUSTRIAL

11. Los datos globales para el estudio de la población activa en la industria manufacturera en Chile, han sido obtenidos de la proyección realizada por Sadie (8). En el Cuadro 1 aparecen los datos pertinentes de esta proyección.

(5) Existe la posibilidad de obtener cifras de la ocupación futura a través de encuestas a la industria o extrapolación directa de series de tiempo, pero ambas plantean dificultades. La primera, por la poca validez de las respuestas, salvo para el corto plazo y, la segunda, porque no considera los cambios en la estructura de la demanda. Por otra parte, en Chile no existen series de tiempo adecuadas para hacer esta extrapolación.

(6) National Science Foundation (3), págs. 3-6.

(7) Debe hacerse notar que esta proyección debe estar respaldada por un estudio de reemplazos por retiros y muerte, para obtener de este modo las cantidades netas demandadas.

(8) Johannes L. Sadie, *Población y Mano de Obra en Chile, 1930-1975*, Centro Latinoamericano de Demografía, Santiago de Chile (1962).

Cuadro 1. POBLACION ACTIVA DE CHILE EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

Año	Número de personas
1940	299.700
1950	418.000
1960	505.100
1970	667.100

12. La distribución de la población activa en Chile (9) por agrupación, se estimó a partir de los datos del Censo Industrial de 1957, así como de la información publicada por la Corporación de Fomento de la Producción (10). Los resultados de estas estimaciones aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. ESTIMACION DE LA POBLACION ACTIVA DE CHILE EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN 1960.

Número de la agrupación	Agrupación (11)	Número de personas
20	Alimentos	62.548
21	Bebidas	10.599
22	Tabacos	1.528
23	Textiles	57.043
24	Vestuario y Calzado	121.255
25	Maderas y Corcho	26.410
26	Muebles y Accesorios	33.681
27	Papel y Celulosa	7.825
28	Impresiones	13.107
29	Cuero	6.634
30	Caucho	3.575
31	Química	15.209
32	Derivados Petróleo y Carbón	1.813
33	Minerales no Metálicos	19.408
34	Metálicas Básicas	17.828
35	Productos Metálicos	66.417
36	Maquinarias	
37	Equipo Eléctrico	
38	Material de Transporte	
39	Manufacturas Diversas	40.387
Total	Industria Manufacturera	505.267 (12)

(9) Desafortunadamente, el Censo de 1960 no está disponible y fue preciso estimar este valor.
(10) Corporación de Fomento de la Producción, *Programa Nacional de Desarrollo Económico 1961-1970* (Resumen y Anexos). En adelante, Plan CORFO.
(11) United Nations, *Index to the International Standard Industrial Classification of All Economic Activities*, Serie M, Nº 4. Esta agrupación corresponde a la utilizada en Chile. En adelante los cuadros de este trabajo identificarán la agrupación por el número correspondiente.
(12) Esta suma no coincide con la cifra 505.100 de Sadie (8) por aproximaciones de cálculo.

13. Con el fin de establecer la proyección para 1970 se consideró la estructura existente en 1952 (13) y la estimada en 1960. Extrapolando linealmente a partir de estos valores se obtienen las estimaciones para 1970 que aparecen en el Cuadro 3.

Cuadro 3. DISTRIBUCION POR AGRUPACION DE LA POBLACION ACTIVA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y POBLACION ACTIVA ESTIMADA EN 1970.

Agrupación	Proporción (%)			Número de personas en 1970
	1952	1960	1970	
20	11,0	12,4	14,2	94.728
21	1,6	2,1	2,8	18.679
22	0,4	0,3	0,2	1.334
23	10,2	11,3	12,7	84.722
24	28,0	24,0	19,0	126.749
25	4,2	5,2	6,5	43.362
26	7,7	6,7	5,4	36.023
27	0,9	1,5	2,3	15.343
28	2,8	2,6	2,3	15.343
29	1,5	1,3	1,1	7.338
30	0,5	0,7	0,9	6.004
31	2,8	3,4	4,1	27.351
32				
33	3,6	3,8	4,1	27.351
34	3,1	3,5	4,0	26.684
35-38	12,8	13,1	13,5	90.059
39	8,9	8,0	6,9	46.030
Total	100,0	100,0	100,0	667.100

14. De los datos así obtenidos para 1960 y 1970 se pueden deducir las tasas de crecimiento exponencial por agrupación y compararlas con las tasas que corresponden al período 1940-1960. Esta comparación aparece en el Cuadro 4.

(13) Plan CORFO (10) con datos del Censo de Población de 1952.

Cuadro 4. TASAS ESTIMADAS DEL CRECIMIENTO DE LA POBLACION ACTIVA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.

Agrupación	Tasas de crecimiento (%)	
	1940 - 1960	1960 - 1970
20	1,8	4,1
21	1,5	5,7
22	0,1	—1,3
23	5,8	4,0
24	0,8	0,4
25	5,2	5,0
26	0,9	0,7
27	3,9	6,7
28	1,0	1,6
29	1,0	1,0
30	8,9	5,2
31	4,5	4,7
32	4,5	4,7
33	4,6	3,4
34	3,1	4,0
35-38	2,6	3,1
39	11,0	1,3
Total	2,6	2,8

15. Como es posible observar, la variación en el crecimiento favorece a las industrias alimenticias, químicas, metalúrgicas, mecánicas y eléctricas. La tendencia de estos crecimientos indica que en Chile, en la etapa actual de su desarrollo, está sucediendo lo que ocurrió en otros países que actualmente se encuentran en etapas más avanzadas.

PROPORCION DE EMPLEO DE INGENIEROS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

16. Como se ha dicho, no se cuenta en Chile con series de tiempo del número de ingenieros ocupados en cada agrupación industrial. Para subsanar este defecto, se realizó una encuesta utilizando la misma muestra empleada por la Corporación de Fomento de la Producción en 1957, para elaborar el plan de desarrollo industrial. Esta muestra clasificó los establecimientos industriales que ocupan más de cinco personas en tres estratos: "grande" (más de 200 personas); "mediana" (entre 20 y 199 personas); y "pequeña" (entre 5 y 19 personas). En la muestra se determinó el número de ingenieros correspondientes a cada estrato y agrupación y se calcularon las proporciones de ingenieros en relación a la ocupación total respectiva. El empleo total de ingenieros se estimó generalizando a la población activa de cada estrato y agrupación, los coeficientes obtenidos en la mues-

tra (14). Los valores de la proporción (k) de ingenieros por población activa total en cada agrupación y el de ingenieros así estimados aparecen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. INGENIEROS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN CHILE EN 1960 Y PROPORCION DE EMPLEO.

Agrupación	Número de Ingenieros	k_{Chile} (%)
20	248	0,40
21	30	0,28
22	5	0,33
23	113	0,20
24	10	0,01
25	6	0,02
26	3	0,01
27	136	1,74
28	36	0,28
29	19	0,29
30	10	0,28
31	178	1,17
32	61	3,36
33	143	0,74
34	299	1,68
35-38	270	0,41
39	2	0,00
Total	1.569	0,31

PREDICCION DEL EMPLEO DE INGENIEROS EN 1970

17. Para predecir la magnitud del empleo de ingenieros, es necesario estimar previamente la población activa y el valor de k que corresponderá a cada agrupación en el año 1970. La estimación del primer valor ha sido ya elaborada (párrafo 13). Para estimar el segundo, fue necesario recurrir a la experiencia de otros países. Estados Unidos ha publicado datos que pueden utilizarse para este estudio. Para adaptar estos datos al caso de Chile, es necesario considerar la proporción que existe entre los niveles de desarrollo de ambos países.

18. El análisis de la tendencia en Estados Unidos está basado en el estudio publicado por la National Science Foundation, donde aparecen datos de k para cada agrupación, para los años 1954, 1957, 1958 y 1959, y el valor predicho para 1970 (15). En cada caso se calculó la tendencia lineal (16) de acuerdo con el mé-

(14) Se supuso que la industria manufacturera con ocupación de menos de 5 personas, no ocupa ingenieros, suposición afirmada por el hecho de que los coeficientes para la grande, mediana y pequeña industrias son decrecientes en forma marcada.

(15) National Science Foundation (3), pág. 40. Como las agrupaciones de este trabajo no coinciden exactamente con las utilizadas en Chile, fue necesario realizar un trabajo de ajuste.

(16) Se denominará tendencia lineal (b) al valor de la inclinación de la recta.

todo de los cuadrados mínimos, considerando los datos de los cuatro años mencionados y el supuesto para 1970. Aun cuando la tendencia secular es exponencial, es posible utilizar eficientemente una tendencia lineal en períodos breves. En el Cuadro 6 aparecen el valor de la tendencia (b_{usa}), así calculada para cada una de las agrupaciones industriales, así como los valores de la recta que corresponden a 1960 y 1970.

Cuadro 6. VALORES DE LA PROPORCION ENTRE INGENIEROS Y OCUPACION TOTAL (k) EN USA EN 1960 Y PROYECCION PARA 1970.

Agrupación	b_{usa}	k_{usa60} (%)	k_{usa70} (%)
20	0,000	0,90	0,90
21	0,000	0,90	0,90
22	0,000	0,90	0,90
23	0,000	0,30	0,30
24	0,000	0,30	0,30
25	0,000	0,70	0,70
26	0,000	0,70	0,70
27	0,081	1,93	2,74
28	0,081	1,93	2,74
29	0,000	2,60	2,60
30	0,000	2,60	2,60
31	0,320	9,23	12,43
32	0,110	7,74	8,84
33	0,026	2,11	2,37
34	0,130	2,65	3,95
35-38	0,244	5,60	8,04
39	0,000	0,50	0,50
Total	0,154 (17)	3,76	5,30

19. La estimación de la tendencia que servirá para deducir los valores de k para Chile debe cumplir con dos condiciones:

a) reflejar la tendencia específica de cada agrupación, que puede conocerse a partir de los valores ya obtenidos para Estados Unidos, y

b) reflejar la tendencia propia del estado de desarrollo de Chile.

20. Naturalmente, este valor está comprendido entre aquel que resulta de considerarla igual a la tendencia de Estados Unidos $b_{Ch} = b_{USA}$ y un valor $b_{Ch} = 0$, que significa mantener constante el valor de k_{Ch} de 1960.

21. Aplicando cada uno de estos criterios al conjunto de la industria manufacturera se obtienen los valores extremos: k_{Ch70} iguales a 1,85 y 0,31, respectivamente, los que conducen a un empleo industrial de 12.341 y 2.068 ingenieros, o sea, un crecimiento de 687% y 32% en el período.

(17) Es interesante destacar que en Italia el valor de esta tendencia es 0,138, puesto que k en 1951 fue de 1,4% y en 1959 de 2,5%. (SVIMEZ (4), págs. 85-86).

22. Una hipótesis de trabajo que puede ser planteada con aparente justificación, consiste en suponer que la relación entre la tendencia del crecimiento en Chile, b_{Ch} y en EE. UU., b_{USA}, corresponde a la que existía entre el valor de k en Chile en 1960, k_{Ch60} y en EE. UU., el mismo año, k_{USA60}, o sea:

$$b_{Ch} = b_{USA} \frac{k_{Ch60}}{k_{USA60}}$$

de donde

$$k_{Ch70} = k_{USA70} \frac{k_{Ch60}}{k_{USA60}}$$

23. La relación $k_{Ch60} : k_{USA60}$ para el conjunto de la industria vale *0,31 : 3,76 = 0,082;* o sea, que el valor de k_{Ch70} será igual a *5,30 x 0,082 = 0,44*. Multiplicando esta última cifra por la población estimada para la industria en 1970, que es 667.100 (Cuadro 1), resulta un empleo de 2.935 ingenieros. Esto representa un incremento del 87% entre 1960 y 1970, estimación que no parece fuera de lo posible (18).

24. Aplicando este criterio a cada agrupación industrial se obtienen los valores que aparecen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. PROYECCION DEL NUMERO DE INGENIEROS EN CHILE POR AGRUPACION PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN 1970.

Agrupación	$\frac{k_{Ch60}}{k_{USA60}}$	k_{Ch70} (%)	Ingenieros en 1970	Ingenieros en 1960	Crecimiento (%)
20	0,444	0,40	379	248	53
21	0,311	0,28	52	30	73
22	0,367	0,33	4	5	—20
23	0,667	0,20	169	113	50
24	0,033	0,01	13	10	30
25	0,029	0,02	9	6	50
26	0,014	0,01	4	3	33
27	0,901	2,47	379	136	179
28	0,145	0,40	61	36	69
29	0,112	0,29	21	19	11
30	0,108	0,28	17	10	70
31	0,127	1,58	386	178	117
32	0,434	3,84	112	61	84
33	0,351	0,83	227	143	59
34	0,634	2,50	667	299	123
35-38	0,073	0,59	531	270	97
39	0,000	0,00	0	2	—100
Suma			3.031	1.569	93

25. La suma de 3.031 ingenieros difiere de la proyección hecha con el k del conjunto, que sería 2.935, puesto que este valor de k no refleja la ponderación en nuestro país de cada valor individual de esta proporción, sino la situación de

(18) En el estudio de la National Science Foundation (3), pág. 50, se afirma que el crecimiento del número de ingenieros en la industria manufacturera entre 1959 y 1970 es de 100,7% en Estados Unidos.

EE. UU. Por lo tanto, se considera el valor de 3.031 ingenieros como el más adecuado, lo que modifica el k_{Ch70} al valor de 0,45%.

CONFRONTACION DE LAS ESTIMACIONES REALIZADAS CON LAS METAS DE PRODUCCION

26. Es conveniente confrontar las estimaciones hechas con respecto al crecimiento de la población activa de cada agrupación industrial y el empleo de ingenieros en las mismas, con las metas de producción establecidas en el Plan CORFO.

27. En cada agrupación industrial, el crecimiento exponencial r de la productividad θ, está determinado por la diferencia entre el crecimiento exponencial g, del producto P, y el crecimiento exponencial q, de la población activa N; o sea:

$$\theta = \theta_o e^{rt} \qquad \text{en que} \qquad r = g - q$$

28. Los valores g del Plan CORFO y q, calculados anteriormente (Cuadro 4) en este estudio, determinan los valores r por agrupación en el período 1960-70 que aparecen en el Cuadro 8, en el cual se han agregado, con fines ilustrativos, los valores de r correspondientes al período 1940-1952, calculados según datos de CORFO (19) y Plan CORFO.

Cuadro 8. TASAS DE CRECIMIENTO DEL PRODUCTO, POBLACION ACTIVA Y PRODUCTIVIDAD EN CHILE.

Agrupación	Producto g_{60-70} (%)	Población activa q_{60-70} (%)	Productividad r_{60-70} (%)	Productividad r_{40-52} (%)
20	4,6	4,1	0,5	—1,7
21	5,2	5,7	—0,5	4,2
22	4,1	—1,3	5,4	—2,2
23	4,5	4,0	0,5	—2,6
24	4,3	0,4	3,9	5,5
25	10,5	5,0	5,5	—4,4
26	5,0	0,7	4,3	—0,1
27	9,2	6,7	2,5	—0,1
28	4,6	1,6	3,0	—0,4
29	3,5	1,0	2,5	9,5
30	5,0	5,2	—0,2	—1,5
31	8,2	4,7	3,5	0,6
32	9,3	4,7	4,6	0,6
33	11,2	3,4	7,8	—1,0
34	7,8	4,0	3,8	4,2
35-38	9,2	3,1	6,1	4,2
39	5,4	1,3	4,1	—
Total	6,5	2,8	3,7 (20)	1,6

(19) CORFO, *Cuentas Nacionales de Chile 1940-54*, Edit. del Pacífico, Santiago de Chile (1957). Se ha usado el período 1940-1952, porque es el único donde es posible calcular esta tasa por agrupación. Es indispensable realizar estudios que mejoren y pongan al día estos cálculos de productividad.

(20) El Plan CORFO (10) supone un valor 3,6 para la tasa de crecimiento de la productividad en el período 1960-1970, para la industria manufacturera.

29. Aun cuando las tasas del período 1940-1952 son antiguas y están afectadas por el error de definiciones antes mencionado (párrafo 2), la exigencia del crecimiento de la productividad para el período 1960-1970 aparece de importancia tal, que para obtenerlo será necesario realizar esfuerzos extraordinarios en la educación de la mano de obra y en el perfeccionamiento de la tecnología, lo cual supone un aumento del empleo de ingenieros.

30. Con el objeto de confrontar el aumento requerido de la productividad θ con el aumento de la tasa de empleo de ingenieros k, de acuerdo con lo planteado, hemos intentado establecer una relación entre ambos factores. Para esto, es necesario disponer de datos durante un largo período, condición que cumplen los publicados en EE. UU. para el total de la economía.

31. Si se suponen crecimientos exponenciales de k y θ, se puede establecer la relación

$$\left(\frac{k}{k_o}\right)^r = \left(\frac{\theta}{\theta_o}\right)^s$$

donde r es la tasa de crecimiento de θ y s la tasa de crecimiento de k.

32. Para el caso de EE. UU., Blank y Stigler (21) calculan para el período 1890-1950 un valor s de 3,5%, y el Informe Económico del Presidente de EE. UU. (22) da para r el valor de 2,4%, en el período 1909-1960. Es decir, que la ecuación anterior resulta para ese país:

$$\frac{k}{k_o} = \left(\frac{\theta}{\theta_o}\right)^{1,46}$$

33. Ahora bien, si aplicamos esta relación a Chile para la industria manufacturera en el período 1960-1970 y considerando que $r = 3,7\%$, se tiene que:

$$\frac{k}{k_o} = 1,72 \quad \text{y} \quad k = 0,53\%$$

o sea, un valor de un orden de magnitud similar al de $0,45\%$ encontrado anteriormente.

34. Es imposible refinar más este análisis, pero se puede afirmar que los valores obtenidos para el número de ingenieros en 1970, dan la posibilidad de lograr las exigencias de crecimiento de la productividad supuestas por el Plan CORFO.

(21) Blank y Stigler (2), pág. 36.
(22) *Economic Report of the President. Transmitted to the Congress. January 1962*, United States Government Printing Office, Washington (1962), pág. 186.