

Ing. Alberto Levy Widmer

Nuevo concepto para el dimensionamiento de obras de regadío

RENDIMIENTO ECONOMICO

I. GENERALIDADES

Deseamos exponer a continuación un método de comparación de las obras de regadío que se efectúan a lo largo de Chile, país en que las condiciones varían substancialmente de una zona a otra.

Ha sido costumbre en los proyectos de regadío analizar los gastos disponibles en una corriente, por su frecuencia de ocurrencia, obteniendo en función de ésta un determinado gasto. Se han fijado ciertos valores de frecuencia o seguridad mínima, los que se admiten como convenientes para la obtención de los gastos.

Sin embargo, dicho método no analiza ni compara las diferentes situaciones que se producen en los distintos ríos cuyos regímenes son a veces totalmente diversos. Así por ejemplo, una obra de regadío proyectada en la zona sur con un gasto dado con seguridad 30% puede ser mucho más conveniente para el agricultor que otra en la zona norte proyectada con gastos dados con seguridad 85%.

El método que se propone más adelante trata de corregir las deficiencias que se producen en los métodos clásicos de seguridad anuales y mensuales.

Se comprenderá la utilidad del nuevo método si se observa que actualmente la mayor parte de las grandes obras de regadío de iniciativa del Estado, deben hacerse a base de costosas regularizaciones de los ríos por medio de embalses. Por otra parte, los agricultores chilenos han comprendido la enorme utilidad del regadío artificial que los libera de las contingencias climáticas, iniciando sostenidas campañas destinadas a obtener la más pronta ejecución de las obras que los benefician.

Es por lo tanto de evidente necesidad la introducción de un método que haga posible la comparación correcta de dichas obras, para así excluir aquellas que por el momento están fuera de nuestra realidad y establecer las de-

bidas prioridades entre las otras, a fin de distribuir los fondos nacionales ahí donde representen un mayor factor de producción.

II. SEGURIDAD ANUAL

a) *Concepto clásico y valores usados*

Ha sido costumbre en los proyectos de regadío realizados en Chile, definir la magnitud de las obras hidráulicas en función de los gastos que se obtienen con cierta seguridad en las estadísticas hidrológicas con que se cuenta.

La experiencia ha dicho que el valor más correcto es el de 85%, pero no especifica si es general para todo el país o si se refiere solamente a los ríos o corrientes de la zona central.

b) *Desventajas y fallas del sistema*

Este criterio tiene la desventaja de no tomar en cuenta el monto ni ubicación de las fallas dentro del período de riego. Basta que en la estadística considerada falle el gasto asignado en sólo un mes (si se está trabajando con gastos medios mensuales) para considerar el año fallo aunque dicho mes esté en el comienzo o final de los cultivos, épocas en que el riego es de menor importancia.

Así también, basta que se tenga una ligera merma en los gastos previstos para considerar el año fallado, aunque dicho déficit sea de una importancia tal que afecte sólo en muy pequeña escala a los cultivos.

Por otra parte, en los estudios de regularizaciones de los embalses sucede a menudo que deben estudiarse soluciones con diferentes capacidades, y resulta en ellas que a los aumentos de volúmenes de capacidad no corresponden aumentos en la seguridad de riego, todo ello porque dicho aumento no alcanzó a cubrir el déficit de un año, cuando en realidad la mejora pudo ser evidente. Así las curvas de seguridad anuales resultan muy poco continuas y de difícil interpretación.

III. SEGURIDAD MENSUAL

a) *Concepto y valores usados*

Un criterio algo mejorado es el de considerar el por ciento de meses fallados en la estadística como valor que podría fijar la magnitud de los gastos a emplearse. La seguridad mensual es empleada en los estudios de funcionamiento de las centrales hidroeléctricas y el valor adoptado en Chile (Endesa) es de 95%.

b) *Desventajas del sistema y comparación*

Este criterio reduce la magnitud del error de que se ha hablado en el caso de la seguridad anual respecto a las regularizaciones producidas por embalses. Comparándolo con un ejemplo sencillo, es como si al medir la longitud de 1.48 metros, lo hiciéramos en el primer caso, con la aproximación al metro y en el segundo, a los 10 centímetros. Los valores leídos serían de 1 y

1.50 metros, respectivamente. Sin embargo, permanecen los defectos de no considerar el monto de la falla ni la ubicación de ella en el período de cultivo.

Aparecen así con tanta importancia los meses de noviembre y diciembre, por ejemplo, como los de septiembre o abril. Una gran falla en diciembre (por ejemplo, 30% de agua recibida) tiene igual importancia que otra pequeña en abril (por ejemplo, 80% de agua recibida).

IV. RENDIMIENTO ECONOMICO

A) Concepto

Es el método que se propone y que a continuación explicamos sucintamente.

En esencia, el método consiste en comparar las deficiencias en su magnitud y ubicación dentro del período de cultivo. Para ello estableceremos lo que denominaremos de ahora en adelante "curva de utilidades". Esta estará dada en valores relativos, o sea, nos dará en porcentajes las pérdidas y ganancias que podrían tener los agricultores de acuerdo a los porcentajes de agua recibida. Esta curva define la situación de año agrícola y considera la magnitud de la falla.

Para tomar en cuenta la importancia de las distintas fases del desarrollo de las plantas, se ha considerado que esta importancia es función de los gastos mensuales que se requieren y de la ubicación de las fallas en el período agrícola. En esta forma se toma en cuenta la ubicación de la falla en las entregas. Denominaremos a dichos valores "factores de importancia de los meses".

El procedimiento a seguir es el siguiente: cuando existe una falla en las entregas mensuales de agua, se avalúa la entrega en función del gasto que debió haber recibido el agricultor de acuerdo a las tasas de riego establecidas. Con este porcentaje se obtiene en la curva de utilidades el equivalente de utilidad anual. Luego se multiplica por el factor de importancia mensual que le corresponde y resulta así el valor relativo de utilidad mensual. Sumados los valores así obtenidos, tanto positivos como negativos, se obtiene el valor de utilidad anual en el año fallo considerado.

Logrados estos datos para los años fallos, se efectúa la suma total incluyendo los años buenos en que el valor de la utilidad es 100. Esta suma se divide por el número de años considerados en el período estadístico y se obtiene lo que hemos denominado "Rendimiento económico medio". Un ejemplo permitirá ver más claro el procedimiento.

	S	O	N	D	E	F	M	A
Río Maipo 1939	38,3	50	97,2	122	140,9	72,7	57,1	33
Demanda Riego	55	94	129	152	152	137	104	62
a)% Dotación recibida	69,5	53,3	75,3	80,3	92,6	53	55	53,3
b)% Utilidad anual	48	11,1	58	68,3	90	11	14,5	11,1
c) Factor imp. mes, %	14,2	15,2	15,6	15,6	14,2	11,8	8,6	4,9
d) Utilidad mensual	6,8	1,7	9,2	10,7	12,8	1,3	1,25	0,55

- a) % de la dotación normal que reciben los agricultores.
- b) Valor relativo de utilidad anual (Obtenido del gráfico 5).
- c) Factor de importancia del mes (Gráfico 6).
- d) Valor relativo de utilidad mensual producto de b por c.

Rendimiento económico del año = RE = $\sum d = 44,3\%$.

B) Curva de Utilidades

Base fundamental del cálculo del rendimiento económico para las obras de regadío es la formulación de la Curva de Utilidades. De ella dependerán los rendimientos que resulten para la obra en estudio. Debido a su importancia expondremos aquí las ideas que permiten su buena formulación.

1) Consideraciones generales

La curva de utilidades se planteará supuesto el caso de que el agricultor cuente con una dotación normal de agua y que en años anormales tenga disminución de ella.

a) Ríos y embalses

Antes de fijar la forma de la curva es necesario establecer diferencias entre las curvas de utilidades para zonas regadas por medio de embalses y para zonas regadas por canales que captan directamente sus aguas del río sin regularización.

En la primera alternativa también debe distinguirse entre los casos de embalses en que se regulariza prácticamente el total de agua para la zona regada y aquellos en que la regularización afecta sólo a un porcentaje del volumen total utilizado. Los casos serán entonces:

- 1) Zona regada con embalse que almacena el total de la demanda para el período de cultivo.
- 2) Zona regada con embalse que almacena sólo parte de la demanda.
- 3) Zona regada directamente con canal que capta sus aguas de un río sin regularización.

En el caso 1 los agricultores conocerán siempre al iniciarse el período agrícola la dotación de agua con que contarán. Podrán por lo tanto iniciar los cultivos de acuerdo a ella sin incurrir en laboreos que a la postre sólo significan gastos.

Las pérdidas en la explotación se verán así reducidas y sólo afectarán a aquellos cultivos, como empastadas, iniciados en temporadas anteriores.

En el caso 3, salvo que se efectúen estudios preliminares sobre lluvias caídas y nieves acumuladas en la cordillera, los agricultores no podrán conocer a ciencia cierta el régimen que tendrá el río abastecedor. En esas condiciones la previsión es escasa de modo que iniciarán la totalidad de los cultivos normales exponiéndose, debido a la falta de agua, a graves pérdidas. La curva de utilidades tendrá entonces valores negativos mayores que las de los casos 1 y 2.

El caso 2 será en general un caso intermedio entre los 1 y 3 de modo que interpolaremos los valores resultantes para ellos.

b) *Diferentes climas*

Aparte de esa clasificación es necesario indicar en este trabajo las formas que adoptan las curvas de utilidad para las diferentes zonas del país en que las condiciones climáticas son diferentes.

Así por ejemplo, será necesario establecer dos curvas diferentes para los casos siguientes:

1. Zona regada en que el régimen de lluvias es tal que no permite iniciar u obtener ningún cultivo.

2. Zona regada en que el régimen de lluvias permite el cultivo de una serie de variedades de rulo sin contar con agua de riego. En este caso el riego va a incrementar las producciones de rulos y permitir el cultivo de otros.

Entre estos dos casos generales se podrán obtener curvas distintas para cada una de las zonas intermedias en clima.

En el caso 1, cuando existe falla total en los suministros anuales de agua la producción bruta (sin considerar gastos de explotación) será cero.

En cambio en el caso 2, siempre existirá un valor de producción, posible debido a las lluvias que caen en la zona en estudio.

Las curvas de producción bruta serán entonces del tipo indicado en la fig. 1.

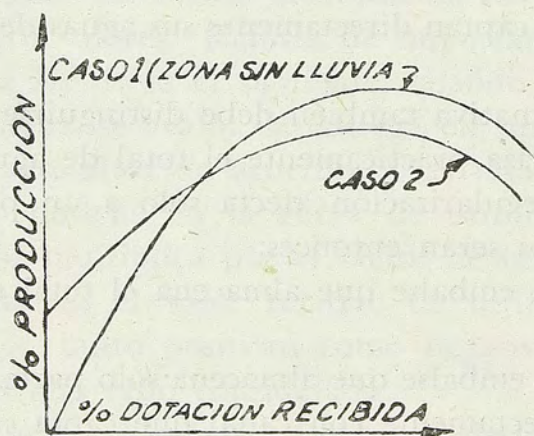


FIG. 1

En esta forma las curvas de utilidades tendrán valores negativos mayores para los déficit de agua en el caso 1, que en el caso 2.

2) *Curvas de producción.*—Tasa óptima. Tasa económica

a) Es evidente que la curva de producción bruta debe presentar un máximo para cierta cantidad de agua suministrada. Decimos que es evidente, puesto que si aumentamos la cantidad de agua de riego para cierto cultivo, iremos aumentando también la producción hasta que pasado cierto límite, ésta se estabiliza y luego empieza a disminuir debido a que los excesos de agua empiezan a producir pérdidas por putrefacción y muerte de las plantas.

Denominaremos a la cantidad de agua que produce dicho máximo "tasa de riego óptima".

Se comprenderá que el agricultor no riega con esa "tasa óptima" ya que disminuyéndola puede regar una mayor superficie, con lo que obtendrá una mayor producción total. Esto es fácil de comprender ya que a incrementos pequeños de agua dA los incrementos de producción dP van siendo cada vez menores a medida que se alcanza el valor máximo de producción.

Sin embargo, es necesario hacer notar que, pese a que la producción bruta total va en aumento a medida que se riega con menos cantidad de agua por hectárea (la cantidad de agua total disponible permanece constante) los gastos de explotación van aumentando rápidamente por el hecho de incluirse en el cultivo una mayor superficie. Existirá por lo tanto, una "tasa de riego económica" que dará la mayor utilidad para cierta dotación con que se cuente.

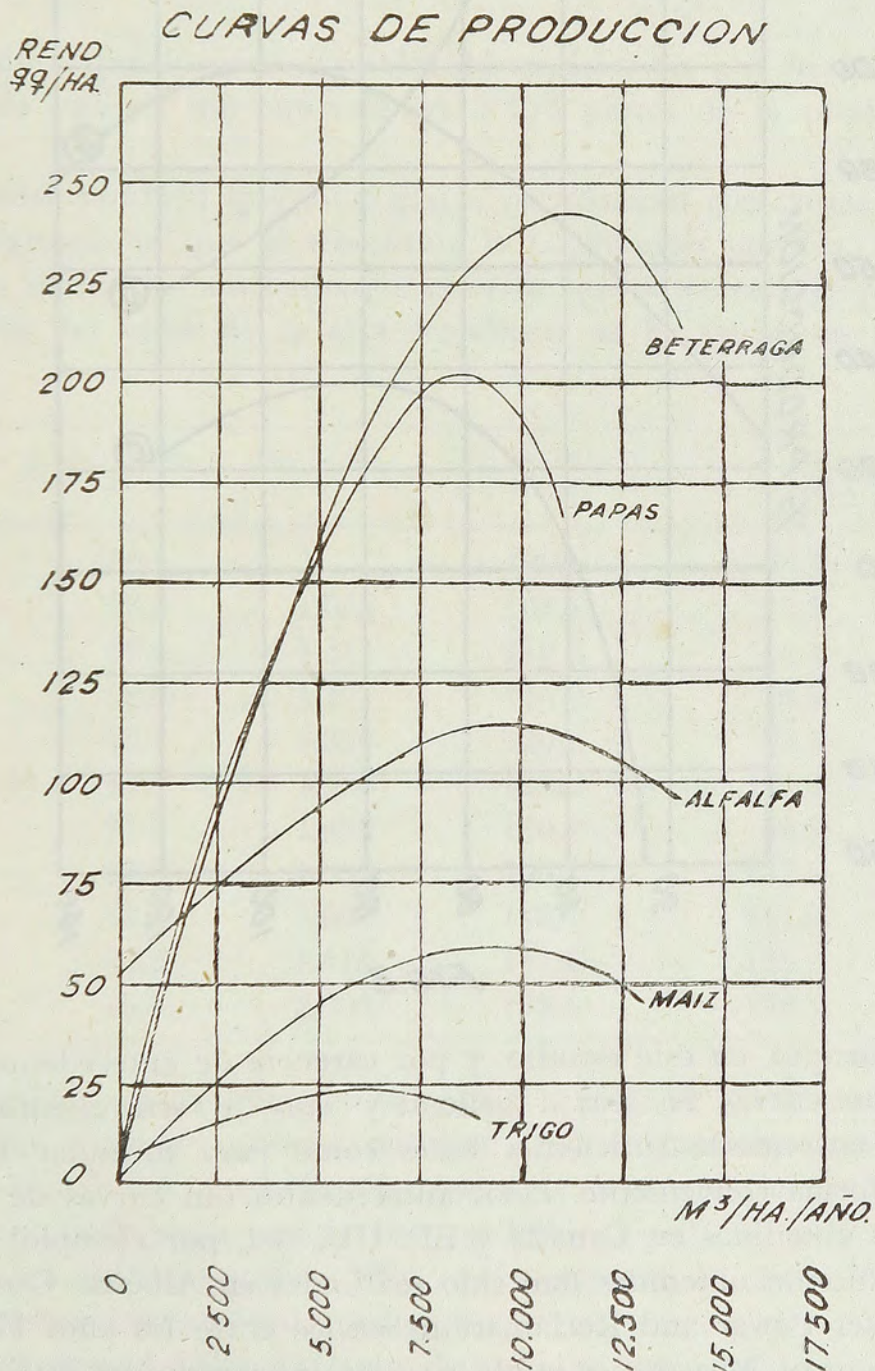


FIG. 2

Antes de pasar a obtener los valores de esa "tasa económica" nos referiremos a las bases que nos han permitido obtener con bastante aproximación las curvas de utilidades.

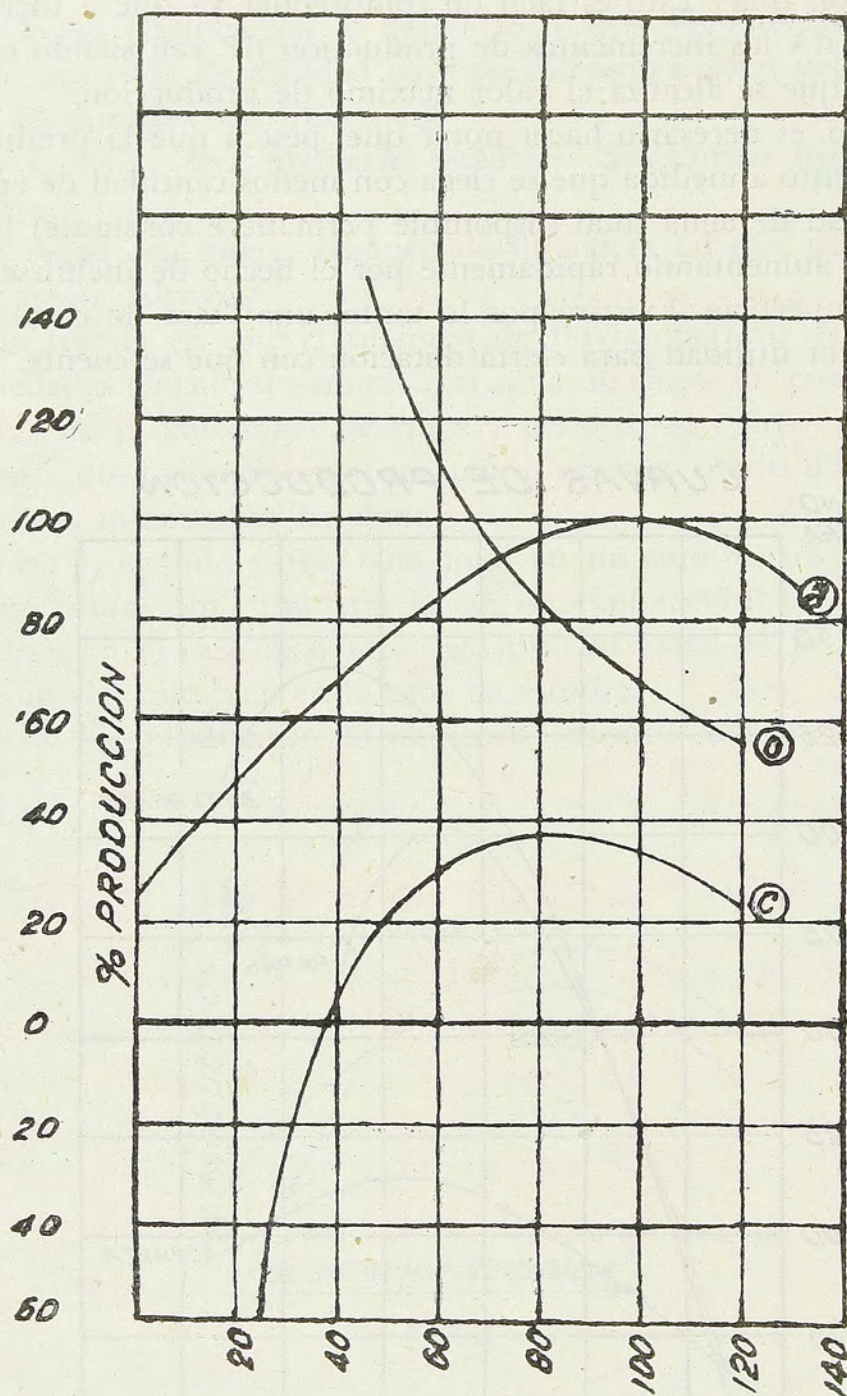


FIG. 3

En un principio, en este estudio y por carencia de antecedentes habíamos formulado tales curvas en forma general y muy al sentimiento. Posteriormente hemos encontrado suficientes bases como para formular la curva de utilidades en forma conveniente. Estos antecedentes son curvas de producción experimentales obtenidas en Canadá y EE. UU. Así, por ejemplo, las mejores curvas de producción obtenidas han sido realizadas en Alberta, Canadá, por el Dominion Water Power and Reclamation Service entre los años 1918-1928. El U. S. Department of Agriculture también se ha interesado por esta clase de experiencias aunque no con tanto detalle como los canadienses, Israelsen, en su

obra "Irrigation principles and practices" expone curvas de producción estudiadas en California.

Son estas últimas las que nos servirán de base para calcular las curvas de "producción" y de "utilidades" Fig. 2.

b) Las curvas de producción para los diferentes cultivos (Fig. 2) nos dan la producción bruta en función de la cantidad de agua suministrada.

Estas curvas pueden referirse a porcentajes de agua entregada con lo cual los máximos coinciden en la misma ordenada. Si se toman en cuenta los distintos precios de los productos, y las diferentes proporciones en que están incluidos en la rotativa de cultivos se puede obtener la "curva de producción" para la hectárea media de la zona en estudio. Los valores tomados en este caso son: 50% de empastadas, 25% de trigo, y 25% de chácaras. La curva resultante es la de la (Fig. 3) a) en que los valores de producción se han referido también a porcentajes del valor máximo.

Para obtener el valor de la tasa económica aceptaremos los siguientes arbitrios:

Se supondrá que los gastos totales de explotación por hectárea (directos, generales y de capital) son equivalentes a 2/3 partes de la producción bruta por Ha.

Se supondrá también que estos gastos permanecen constantes. (Esto no es totalmente riguroso ya que al disminuir la producción por Ha. los gastos de cosecha serán inferiores; sin embargo, el error que se comete es pequeño).

El cálculo del valor de la tasa económica se ha hecho en el cuadro siguiente:

% de agua recibida	% de producción a	Has. regadas b	Entrada total c = axb	Gastos totales d = bx66,6	Utilidad c - d
100	100	1	100	66.7	33.3
95	99.8	1.053	105.1	70.2	34.9
90	99.4	1.111	110.4	74.1	36.4
85	98.2	1.177	115.6	78.5	37.1
80	96.1	1.250	120.1	83.3	36.8
75	93.9	1.333	125.2	88.9	36.3
70	91.0	1.430	130.1	95.3	34.8
65	87.9	1.538	135.2	102.5	32.7
60	84.3	1.666	140.4	111.0	29.4
55	81.2	1.818	147.6	121.2	26.4
50	76.7	2.000	153.4	133.3	20.1

Es necesario observar que este caso es el que se le presentaría a un agricultor estudioso cuando quisiera estudiar cuál es la tasa económica disponiendo de una cantidad constante de agua y de una superficie mayor de terreno que la que puede regar con la tasa óptima.

Llevadas las curvas al gráfico N° 3 se tienen en a) la curva de producción, en b) la de gastos y en c) la de utilidades.

Se observa que el valor máximo de utilidad está dado por una tasa de riego equivalente al 82% de la tasa óptima.

3) *Curvas de utilidades*

Determinada la tasa económica entraremos a calcular la curva de utilidades.

a) *Gastos de explotación*

Los gastos de explotación de los predios agrícolas, para el objeto de este estudio, pueden dividirse en la siguiente forma: gastos constantes e invariables en relación al agua suministrada (gastos de siembra, generales, impuestos, intereses de los capitales de giro, etc.) y gastos de cosecha variables en función del agua (la forma que adoptarán será semejante a la curva de producción bruta).

b) *Pérdidas en la explotación*

Como se ha explicado en el párrafo B 1) a) existirán dos casos generales a considerar y uno intermedio. En el caso 1) los agricultores conocerán el estado del tranque almacenador y en esas condiciones iniciarán sólo los cultivos que podrán regar en relación al agua con que contarán. Sin embargo estarán sujetos a pérdidas en la explotación por cuanto existen siempre en las zonas regadas empastadas cuya duración es de varios años. Estas empastadas se perderán parcial o totalmente; los animales que pacen en ellas morirán o serán vendidos a pérdidas por la disminución de peso. Los frutales y viñas sufrirán también pérdidas cuantiosas.

c) *Cálculo de la curva de utilidades*

Para el cálculo de esta curva se considerará sólo el caso 3) en que la zona regada depende de un río sin embalse regulador y con muy poca previsión.

Haremos primeramente el cálculo de esta curva de utilidad referidos todos los valores a la tasa óptima.

Los gastos totales para el 100% de agua suministrada se tomarán equivalentes a $\frac{2}{3}$ parte de la entrada bruta para ese máximo; de estos gastos supondremos que la $\frac{1}{3}$ parte corresponden a gastos de cosecha, variando luego en forma proporcional a la curva de producción a medida que disminuye la cantidad de agua entregada.

El resto o sea los gastos fijos generales se supondrán constantes a medida que disminuye la dotación.

Respecto a las pérdidas supondremos que alcanzan para 0% de agua a un 20% de la entrada bruta para 100% de agua entregada, variando luego en forma hiperbólica asintoteándose al eje agua recibida.

Los valores obtenidos han sido llevados a la *Fig. 4* (Curvas de producción, gastos fijos, gastos de cosecha y pérdidas).

Sumando todos los gastos y pérdidas y restados de la curva de producción se obtiene la curva de utilidades (línea de puntos).

En la *Fig. 5* figura la curva de utilidades referida a la tasa económica. El valor de 100% de agua recibida corresponde entonces en esta curva al 82% del valor de la tasa óptima. Para ese 100% de agua recibida se tiene entonces el 100% de utilidad.

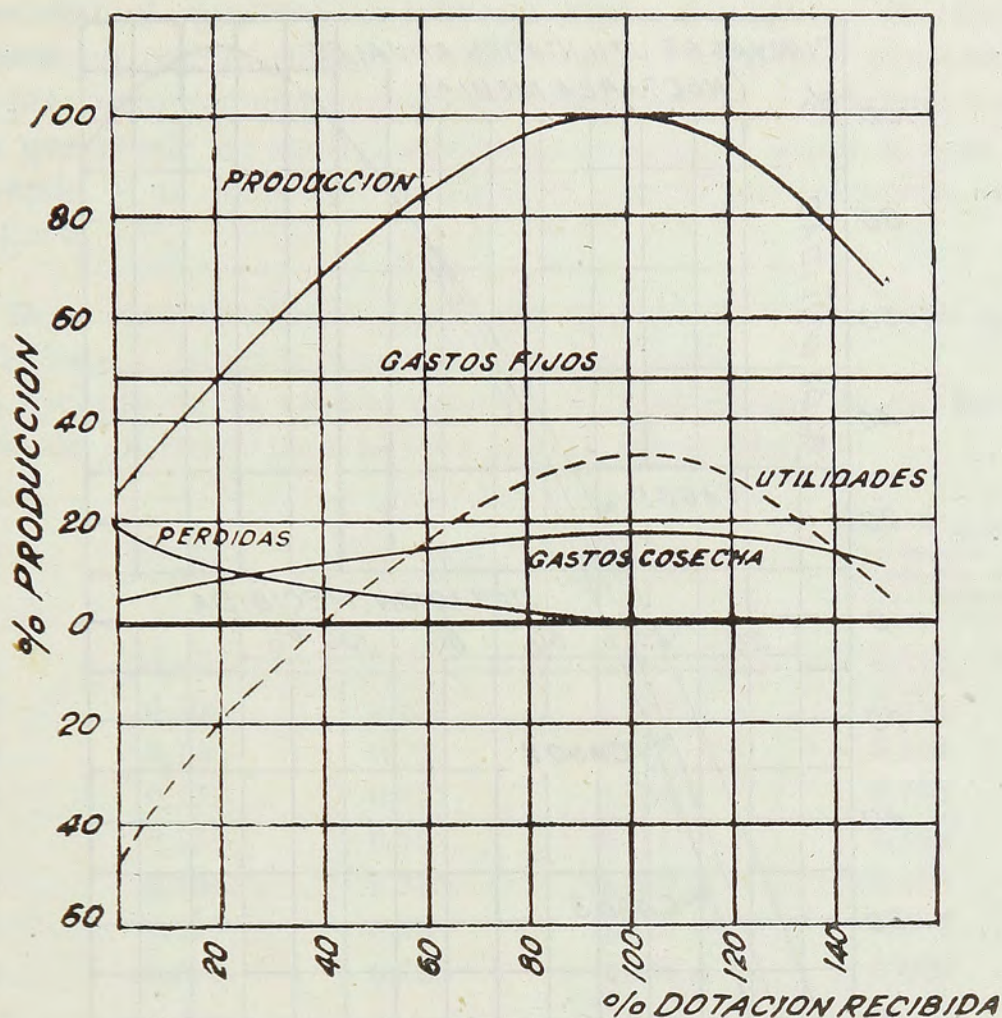


FIG. 4

Considerando lo enunciado en el párrafo B 1) a) se han trazado al sentimiento las curvas de utilidades para los casos 1 y 2 en que existe previsión total y parcial. Todas estas curvas pueden ser aplicadas al caso de la zona central en que existe cierto régimen de lluvias que permite algunos cultivos de rulo (observar las curvas de producción: para 0% de agua entregada existe producción de trigo y alfalfa).

C) Factores de importancia de los meses

Punto fundamental en el estudio presente es el de la formulación de los factores de importancia de los meses. Es a nuestro parecer el punto que ofrece mayores dudas y que estará en el futuro sujeto a mayores modificaciones.

1. Importancia función de la demanda.

Es indudable que existe una correlación entre el monto de la demanda en un mes y la importancia que se le debe atribuir. A mayor demanda mayor importancia de la falla.

Generalmente en las zonas regadas existe una fuerte proporción —40 o 50%— de empastadas en que la ubicación de la falla producirá tanto más perjuicio cuanto mayor sea la demanda de riego. Por otra parte, el entrelazamiento de ciertos cultivos de temporadas que no se inician todos en los mismos meses da mayor fuerza para considerar la importancia del mes función de la demanda.

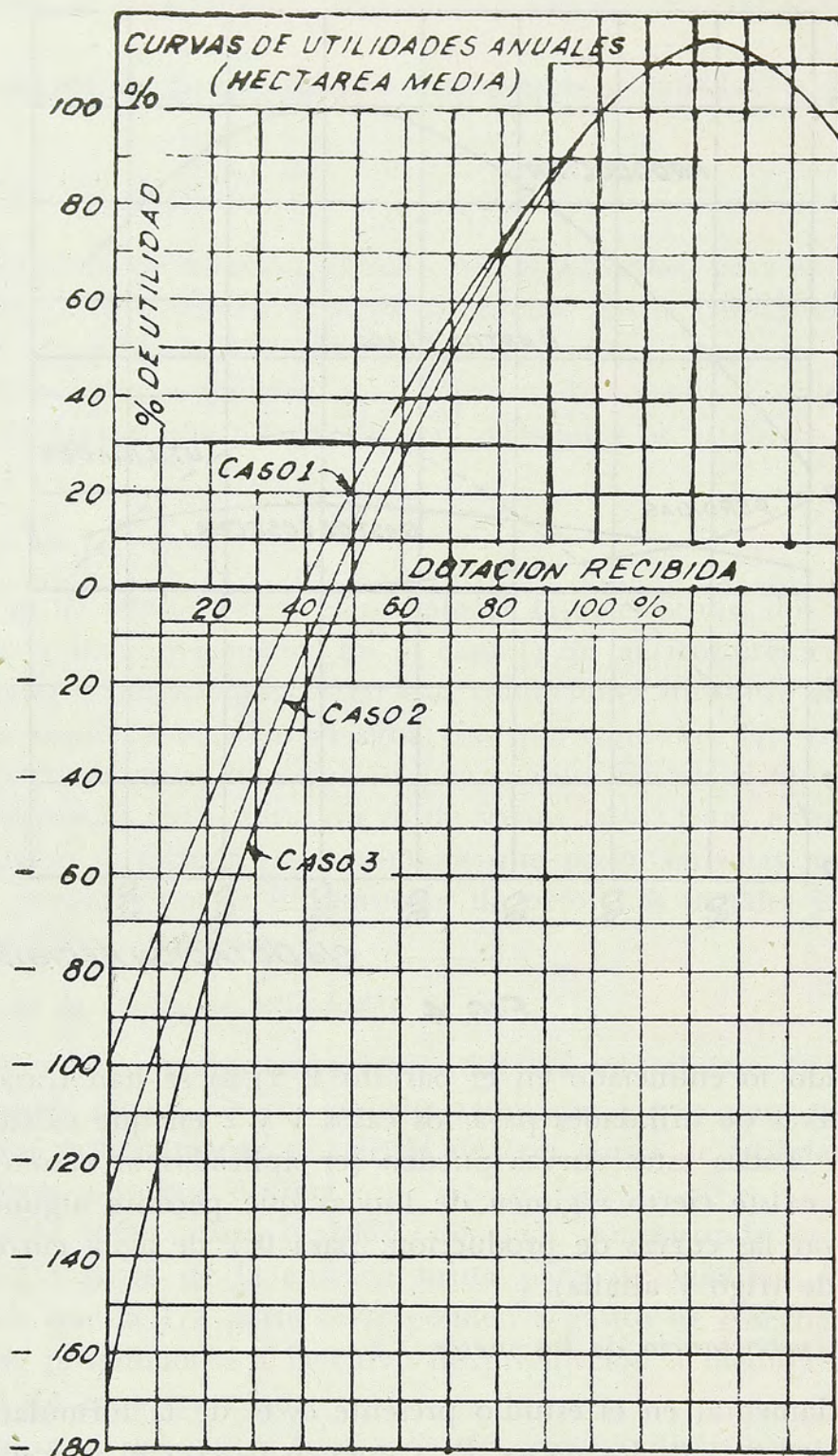


FIG. 5

2. Importancia función de la ubicación del mes en el período agrícola.

A pesar de lo dicho anteriormente, que vale sólo en cierta proporción, debe considerarse una importancia función de la ubicación en el período agrícola.

Es necesario hacer notar que al comienzo de la primavera (que corresponde a la iniciación del período de riego) se efectúan los preparativos del terreno para los cultivos, incluyendo aquellos que se iniciarán a mediados de verano. En esas condiciones, la importancia de los meses iniciales será mayor puesto que de no poder efectuar la rotura de los terrenos (por ejemplo) en buenas condiciones, se verán afectados incluso los cultivos tardíos. Por lo de-

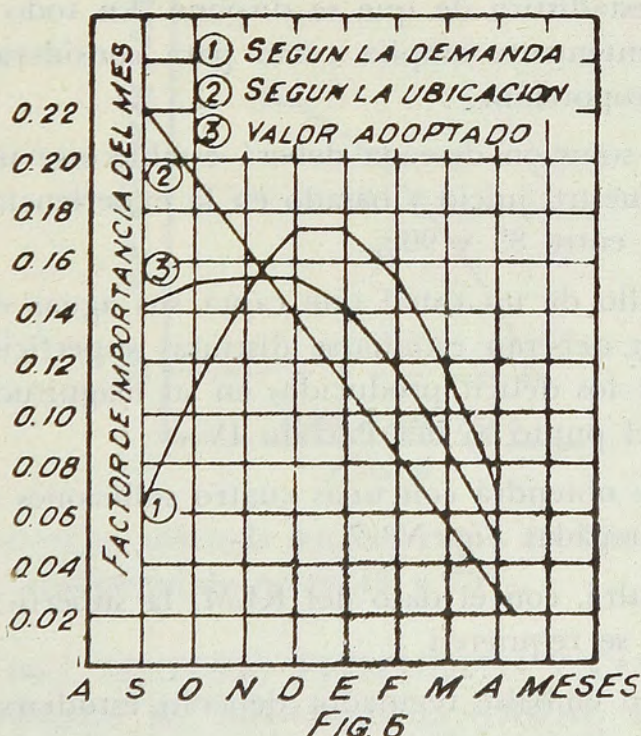
más, de escasear el agua en los primeros meses de cultivos de chacras por ejemplo, éstas no podrán surgir convenientemente surgiendo pérdidas graves.

Se ha propuesto dar una importancia equivalente a 1 al primer mes de la temporada que puede ser agosto, septiembre u octubre, según la zona en que se esté regando, y un coeficiente igual a 0.5 para el mes de enero, siendo la variación lineal.

3. El factor de importancia final será el deducido suponiendo igual importancia a los dos criterios enunciados anteriormente.

Como ejemplo de su cálculo exponemos la obtención de los factores de importancia de los meses para la zona regada por el Maipo.

	Tasa Riego	Importancia según demanda	Importancia según ubicación	Importancia según ubicación	Factor importancia del mes (combinación de los dos criterios)
S	0,36	0,062	1	0,222	0,142
O	0,62	0,106	0,875	0,195	0,152
N	0,84	0,146	0,750	0,167	0,156
D	0,99	0,173	0,625	0,139	0,156
E	0,99	0,173	0,50	0,111	0,142
F	0,89	0,154	0,375	0,083	0,118
M	0,67	0,117	0,25	0,056	0,086
A	0,40	0,070	0,125	0,028	0,049
		1,000		1,000	1,000



4. Observaciones.—La principal objeción que puede hacerse a los coeficientes de importancia así establecidos en que no consideran efectos conjuntos de uno o más meses de penurias consecutivas. Así por ejemplo la falla total

de agua consecutiva en los meses debe ser más grave que si los dos meses no fueran seguidos. Así también el efecto de dos fallas consecutivas debe ser mayor que la suma de los valores calculados en la forma establecida.

Sin embargo es necesario hacer notar que dichos casos no se presentan en la realidad de los ríos y embalses chilenos salvo accidentes que son meramente fortuitos. En la mayoría de los casos estudiados con este nuevo concepto no se han presentado efectos de ese orden, notándose que, cuando existen déficit en las entregas, ellos se producen a lo largo de la temporada de riego variando en proporciones dentro de límites parecidos.

Para cada caso que se quiera estudiar, es conveniente, que el ingeniero proyectista analice fundadamente las condiciones locales que se le presenten formulando de acuerdo a ellas los mejores coeficientes de importancia.

Deberá siempre considerar los aspectos de cultivos que se efectúan o se efectuarán en la zona regada, sus proporciones, las épocas de cultivos y el régimen de la fuente abastecedora.

V. CRITERIOS QUE SE PROPONEN PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE REGADIO

a) Rendimientos económicos medios

Un criterio para fijar las dimensiones hidráulicas de las obras de regadío puede ser el del "rendimiento económico medio", obtenido para las superficies regadas con la estadística de que se dispone. En todo caso, la estadística deberá ser lo suficientemente amplia como para considerar períodos secos y húmedos en igual proporción.

Para obtener la solución deseada deberá establecerse un RE medio como dato de partida. A nuestro juicio y basado en la experiencia obtenida el REM debería ser un valor entre 85 y 90%.

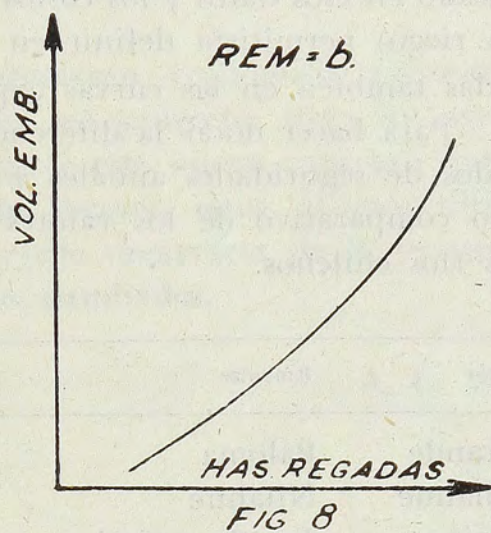
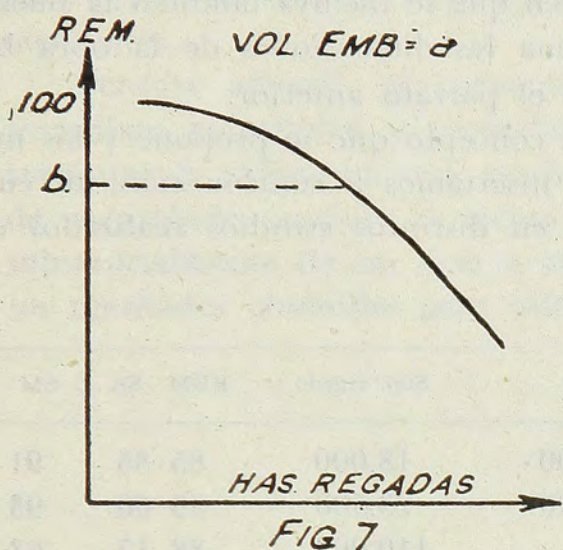
En el caso sencillo de un canal que capta sus aguas directamente de un río sin regularización deberán estudiarse distintas superficies de riego (gastos distintos) y comparar los déficit producidos en su magnitud y ubicación como se ha explicado en el punto a) del Párrafo IV.

En esta forma se obtendrá con unas cuatro soluciones estudiadas la curva —REM— superficies regadas *Fig. N° 7*.

De ella se obtendrá, con el dato del REM, la superficie regable y por lo tanto los gastos que se requieren.

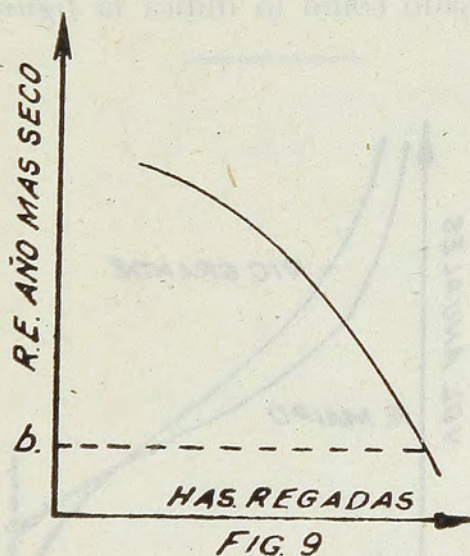
En el caso de un embalse regulador deberán estudiarse para diversos volúmenes almacenados las superficies regadas y calcular los REM para cada solución. Se tendrá entonces una curva —REM— Sup. regada para cada embalse *Fig. N° 7*

Un estudio económico posterior que considere los costos de las hectáreas medias y adicionales permitirá fijar el volumen del embalse con el dato del REM dado. La curva que se obtendrá será la del gráfico N° 8.



b) Rendimiento económico mínimo

Otro criterio que se propone para fijar las dimensiones de la obra es el del Rendimiento económico mínimo. O sea, bastará estudiar el año más crudo de la estadística considerada fijando un RE mínimo para ese año. Se obtendrá una curva como la del gráfico N° 9.



Según la experiencia obtenida en los casos analizados este RE mínimo puede ser un valor comprendido entre 15 y 25%.

VI. DISCUSION DEL METODO PROPUESTO Y COMPARACION CON LOS CRITERIOS DE SEGURIDAD ANUAL Y MENSUAL

La obtención del REM (que es un valor relativo de utilidad) permitirá en cualquier caso que se estudie obtener la utilidad media efectiva de la hectárea regada. Para ello bastará hacer un estudio de los costos de ex-

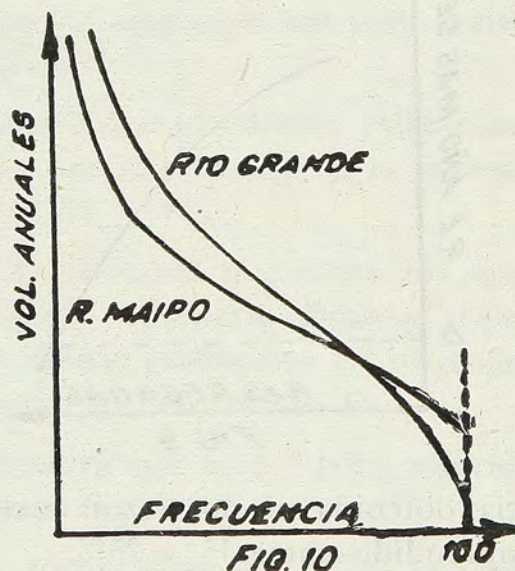
plotación, rendimientos de los productos y precios del mercado, que darán la utilidad de la hectárea regada con su dotación normal.

Con este dato y el del REM se podrá conocer la capacidad económica de los futuros regantes para el pago de las deudas de riego. Un estudio económico basado en esos datos y los costos de riego (en que se incluya también la puesta en riego) permitiría definir en mejor forma las dimensiones de la obra basadas también en las curvas explicadas en el párrafo anterior.

Para hacer notar la diferencia entre el concepto que se propone y los métodos de seguridades anuales y mensuales insertamos a continuación un cuadro comparativo de los valores obtenidos en distintos estudios realizados en los ríos chilenos.

Río	Embalse	Capacidad	Sup. regado	REM	SA	SM
Grande	Paloma	320.000.000	18.000	85	85	91
Nilahue	Nilahue	300.000.000	23.500	85	60	93
Maipo	Estado actual	0	110.000	88	17	63
Cautín	---	---	75.000	85	15	60

La diferencia notoria que se observa en las SA, entre los casos del río Grande y Maipo se debe a que en el primero, cuando existen déficit en los años secos, éstos son muy grandes, de modo que los RE bajan notablemente haciéndose en algunos casos inferiores a 0, (valores negativos). En cambio, en el río Maipo los gastos se mantienen en forma más constante. Gráficamente esto queda expresado como lo indica la *figura N° 10*.



La objeción más grave que se puede hacer al concepto del rendimiento económico, es que la curva de utilidad que se ha trazado puede merecer dudas. Hemos expuesto anteriormente que en el futuro debería tratarse de acumular mayores datos para mejorar su formación.

Sin embargo, estimamos que aunque esa curva merezca dudas para obtener valores exactos de utilidad media en \$, con el objeto de conocer la

capacidad económica de los futuros regantes, los valores de los rendimientos económicos que resulten pueden servir perfectamente en los casos que se quieran comparar una obra con otra o diferentes soluciones para una misma.

Para estos casos, aún suponiendo error en la curva de utilidad, el método propuesto es singularmente más exacto que los de seguridades anuales y mensuales.

Permite además, el concepto del rendimiento económico, conocer de inmediato la utilidad y provecho de la obra en proyecto. Para los agricultores que la utilizarán, será mucho más tangible este nuevo concepto que los de seguridades anuales o mensuales máxime cuando estos últimos difieren substancialmente de un caso a otro como puede observarse de la lectura de los resultados obtenidos para diferentes casos estudiados.

A. L. W.

