

12226

12230

Mex. NT 333

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

SUBSECRETARIA DE OPERACION

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
DIRECCION DE ESTADISTICA Y ESTUDIOS ECONOMICOS

EFICIENCIA DEL RIEGO

DEFINICIONES RELATIVAS A DIVERSOS CONCEPTOS
SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA



MEMORANDUM TECNICO Núm. 333

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

MEXICO, D. F. SEPTIEMBRE DE 1974

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

SUBSECRETARIA DE OPERACION

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

DIRECCION DE ESTADISTICA Y ESTUDIOS ECONOMICOS

EFICIENCIA DEL RIEGO

**DEFINICIONES RELATIVAS A DIVERSOS CONCEPTOS
SOBRE LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA**



MEMORANDUM TECNICO Núm. 333

MEXICO, D. F. SEPTIEMBRE DE 1974

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
SUBSECRETARIA DE OPERACION
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
DIRECCION DE ESTADISTICA Y ESTUDIOS ECONOMICOS

MEMORANDUM TECNICO NUM. 333

EFICIENCIA DEL RIEGO

DEFINICIONES RELATIVAS A DIVERSOS CONCEPTOS SOBRE
LA EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Tradujo del inglés
y adaptó

Ing. José Luis de la Loma

Para este memorándum se tradujo y adaptó un informe - -
sobre el tema, preparado por el Comité designado por la
Comisión Internacional de Riego y Drenaje para reunir -
datos sobre la eficiencia del riego.

México, D.F., Septiembre de 1974

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
530 SOUTH EAST ASIAN AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60607

RECEIVED

APR 15 1964

PROFESSOR J. H. GOLDSTEIN
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
UNIVERSITY OF CHICAGO

Dear Professor Goldstein:

Enclosed are two copies of a report on the work done during the past few months.

I am sure that you will find the results of interest. I am sure that you will find the results of interest. I am sure that you will find the results of interest.

Very truly yours,
J. H. Goldstein

PRESENTACION

La Comisión Internacional de Riego y Drenaje creó en 1971 un grupo de trabajo sobre evapotranspiración, para que informase acerca de las recomendaciones hechas en el Congreso Internacional de 1969, celebrado en México, respecto a la Cuestión 23 "Necesidades de Agua de los Cultivos". Este grupo sugirió en la reunión de la Comisión en Praga en 1973, que se estableciera un grupo de trabajo que reuniera datos sobre la eficiencia del riego y el Consejo aceptó esta recomendación y estableció un Comité Especial para dicho fin.

Este último Comité, en su primera reunión celebrada en Bonn en 1974, decidió que era necesario definir el término "Eficiencia del Riego", antes de proceder a la obtención de datos. Aunque el Comité estuvo de acuerdo de un modo unánime, en que las definiciones dadas en el Diccionario Técnico Multilingüe de la I. C. I. D. eran aceptables sin reservas, preparó un informe sobre esas definiciones en el que se comparan con otras, procedentes de diversas fuentes, correspondientes a distintos niveles del aprovechamiento del agua y relacionadas con diversos aspectos de la eficiencia, en lo que respecta a la conducción y distribución, a los riegos y a la utilización por los cultivos.

El informe citado abarca, de un modo que pudiéramos considerar exhaustivo, todos esos niveles y conceptos, y por ello la

Dirección General de Distritos de Riego ha considerado útil traducirlo al español y publicarlo en el presente memorándum técnico, - para poder ofrecer la información que contiene a todas las personas interesadas en el tema.

EFICIENCIA DEL RIEGO

Definiciones relativas a diversas nociones de las eficiencias del agua: caudales, riego, utilización por los cultivos.

PRIMERA PARTE: DEFINICIONES QUE SE ENCUENTRAN EN EL DICCIONARIO TECNICO MULTILINGÜE DE LA ICID, 1967.

En esta primera parte hemos reunido las definiciones relativas a la eficiencia del riego propuestas en el Diccionario Técnico Multilingüe de la ICID.

Se ha hecho así con el fin de presentar una idea general de dichas definiciones. Las hemos dividido en cuatro partes:

- I. Definiciones relativas a las cuencas de los ríos.
- II. Definiciones relativas a las redes de distribución únicamente.
- III. Definiciones relativas a la distribución y al uso del agua de riego.
- IV. Definiciones relativas únicamente al uso del agua a nivel de la planta.

No se han modificado las definiciones del diccionario, pero en ocasiones se han hecho más esquemáticas (por medio de relaciones) a fin de mostrar con mayor facilidad los elementos que intervienen en cada noción de la eficiencia.

NOTA: Los números que se dan antes de cada definición son los -- del diccionario de la ICID.

I. DEFINICIONES RELATIVAS A LAS CUENCAS DE LOS RIOS.

1376. RENDIMIENTO DE UNA CUENCA DE DRENAJE

Volumen total o escurrimiento de una cuenca de drenaje durante un largo período de tiempo estipulado.

1377. RENDIMIENTO ANUAL DE UNA CUENCA DE DRENAJE

5317. RENDIMIENTO ASEGURADO DE LA CUENCA DE UN VASO O RENDIMIENTO CAPTADO

Es el escurrimiento anual de la cuenca retenido en el vaso, con el que se puede contar para su utilización.

II. DEFINICIONES RELATIVAS A LAS REDES DE DISTRIBUCION UNICAMENTE

7917. EFICIENCIA DE CONDUCCION DEL AGUA O EFICIENCIA EN CANALES

Relación: $\frac{\text{Cantidad de agua entregada}}{\text{Cantidad de agua aportada}}$ en un canal u otra estructura de conducción.

4351. EFICIENCIA DE UN CANAL O EFICIENCIA DE UN SISTEMA

III. DEFINICIONES RELATIVAS A LA DISTRIBUCION Y AL USO DEL AGUA DE RIEGO

2921
7918 EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA

Relación: $\frac{\text{Volumen de agua que almacena el regador en la zona radicular del suelo y que después se consume (se transpira, se evapora o ambas cosas)}}{\text{Volumen de agua entregado a la finca}}$

7919. EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA EN LA PARCELA

Relación: $\frac{\text{Cantidad de agua almacenada en la zona radicular del suelo de una parcela}}{\text{Cantidad de agua entregada a la parcela}}$

2917. EFICIENCIA DEL RIEGO

Relación en %:
$$\frac{\text{Cantidad de agua de riego consumida por los cultivos}}{\text{Cantidad de agua derivada de la fuente de abastecimiento.}}$$

en una finca de riego o en un distrito. Si se mide la relación:

1) en la fuente de abastecimiento:

2920. EFICIENCIA DE LA CONDUCCION Y ENTREGA O EFICIENCIA TOTAL

o véase la carta de Mr. K.K. Framji preparatoria para la reunión de la ICID de 17 de mayo de 1974.

"EFICIENCIA DE UN DISTRITO"

Quando la relación se lleva al punto de derivación - de la fuente.

2) en la toma-granja o compuerta de la finca:

2918. EFICIENCIA DE ENTREGA A LA FINCA O EFICIENCIA DE RIEGO DE LA FINCA

3) en el punto de entrega a la parcela:

2919. EFICIENCIA DE RIEGO PARCELARIA

Esta relación medida en el campo o parcela se puede llamar también:

7928. EFICIENCIA DEL RIEGO

Sin embargo, este término "eficiencia del riego" se puede definir también como la eficiencia total del riego de un campo o parcela dada, que no es en ningún modo una relación sencilla, sino que resulta de considerar conjuntamente:

- el factor de distribución de la humedad (+)
- la capacidad de retención de la humedad
- la eficiencia de la aplicación del agua

(+) Coeficiente de uniformidad de la distribución del agua de riego. Eficiencia de la distribución del agua en la parcela. Factor de distribución del agua en la parcela.

$$E_{fda} = 1 - \frac{W_{ad}}{W_a}$$

W_{ad} = desviación media del agua absorbida por el suelo en cada punto de muestreo (pt), y

W_a = promedio de agua absorbido

$$\frac{\text{Eficiencia de la distribución de la humedad}}{\text{Factor de distribución de la humedad}} = \text{Coeficiente de reparto de la humedad.}$$

Estas expresiones se pueden considerar por separado para ciertos fines, pero tienen que considerarse conjuntamente para poder evaluar el valor del riego.

7913. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA

Relación: $\frac{\text{Agua consumida beneficiosamente}}{\text{Agua entregada}}$

Además, la encontramos también a otros niveles:

7914. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN UN DISTRITO

7915. EFICIENCIA DEL USO DEL A GUA EN UNA FINCA

7916. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN UNA PARCELA

IV. DEFINICIONES RELATIVAS UNICAMENTE AL USO DEL AGUA A NIVEL DE LA PLANTA

2923. EFICIENCIA DEL USO CONSUNTIVO

Relación: $\frac{\text{Uso consuntivo de agua por los cultivos}}{\text{Cantidad de agua de riego almacenada en la zona radicular del suelo en el área de una finca o en el área de un distrito}}$

2729. EFICIENCIA DE LA TRANSPIRACION

Relación por 100: $\frac{\text{Peso seco de la vegetación producida}}{\text{Peso del agua transpirada}}$

7920. EFICIENCIA DE LA UTILIZACION DE LA HUMEDAD, EFICIENCIA DEL USO DE LA HUMEDAD, EFICIENCIA DE LA UTILIZACION DEL AGUA

Relación: $\frac{\text{Número de unidades de cosecha comerciable}}{\text{Número de unidades de lámina consumidas en evapotranspiración}}$

7926. FACTOR DE TRANSPIRACION

$\frac{\text{Cantidad de agua transpirada por los cultivos}}{\text{Cantidad de agua utilizada consuntivamente -- por los cultivos.}}$

PARTE II: ESQUEMATIZACION, COMENTARIOS Y
ADICIONES

En esta parte II, volveremos a considerar las definiciones sugeridas para los Capítulos III y IV de la Parte I, y trataremos de formularlas más explícitamente, modificarlas en fase más -- avanzada, e introducir definiciones que se encuentran en otros lugares. Esto nos ha llevado a estudiar los siguientes capítulos:

- I. examen de las definiciones de la ICID, citadas en -
el Capítulo III de la Parte I.
- II. Otras definiciones de la ICID relativas al problema en estudio.
- III. Definiciones procedentes de otras fuentes.
- IV. Examen de las definiciones de la ICID citadas en -
el Capítulo IV de la Parte I.
- V. Otras definiciones de la ICID relativas al uso del
agua al nivel de la planta.

I. ESTUDIO DE LAS DEFINICIONES DE LA ICID CITADAS EN EL CAPITULO III DE LA PARTE I.

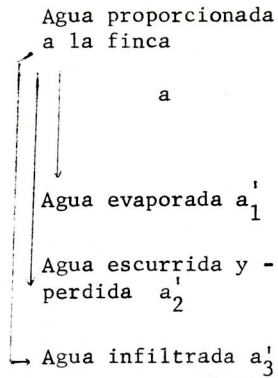
Las definiciones reunidas con anterioridad en el Capítu
lo III de la Parte I, se pueden explicar con ayuda de las gráfi
cas (a) y (b). A partir de ellas, podemos estudiar las defini
ciones citadas.

Gráfica (a)

Distribución y Uso del Agua de Riego

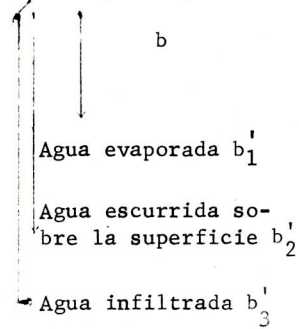
Agua proporcionada por la fuente de distribución del distrito.

ω



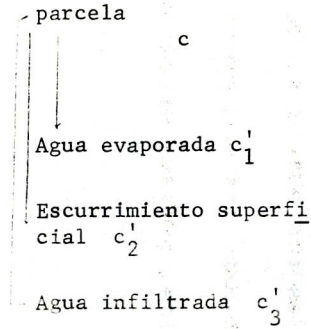
Agua proporcionada a la parcela

b



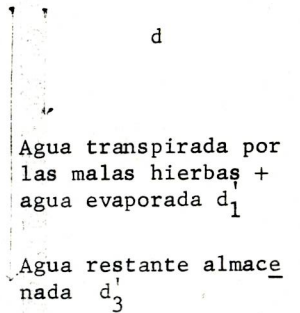
Agua almacenada en la zona radicular de la parcela

c



Agua transpirada por el cultivo

d



Gráfica (b)

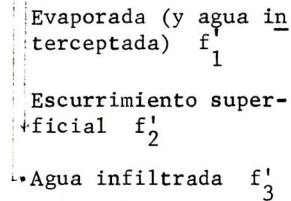
Distribución y Uso de la Lluvia



Condensación + lluvia sobre la parcela

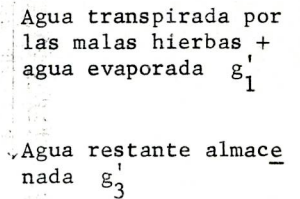
Agua almacenada en la zona radicular de la parcela

f



Agua transpirada por el cultivo

g



Clave de las Gráficas (a) y (b)

⇒ Transporte efectivo
de agua

→ Pérdida durante el
transporte

Su significado es:

(agua transferida)	$\frac{1}{1}$	Pérdida por evaporación y pérdida por transpiración no útil
(agua transferida)	$\frac{1}{2}$	Pérdida por escurrimiento superficial
(agua transferida)	$\frac{1}{3}$	Pérdida por infiltración

No hemos considerado la cantidad de agua existente en la planta, en un canal, etc, en un momento dado, porque sólo se quiere esquematizar el aspecto dinámico del transporte del agua.

2921 EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA
7918

Es aplicable a nivel de la finca y por tanto se expresa por medio de la relación:

$$\frac{d + d_1'}{a}$$

7919. EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA EN LA PARCELA

Es aplicable a nivel parcelario, y se expresa por:

$$\frac{d + d_1'}{b}$$

Observaciones

(1) Hubiera sido más interesante considerar solamente "c", agua almacenada en el suelo, como numerador de la expresión. Además, esta aceptación coincidiría mejor con la noción de rendimiento de la "aplicación del agua", función del sistema de riego en la parcela, así como cantidades aplicadas. El uso de $d + d'_1 = c - d'_3$, como numerador significa lo siguiente:

- a) Introducir un valor incompleto de ET (o sea omitir la evaporación del agua no almacenada en la zona radicular, que forma parte de ET.)

- b) El deseo de determinar la parte del agua almacenada en la zona radicular que se ha consumido realmente de lo que había quedad, después de levantada la cosecha. Esto parece justificado e interesante para el último riego del ciclo, pero es menos importante que saber efectivamente la proporción de agua almacenada en el suelo después del riego. Por otra parte, la definición 2917 y sus aplicaciones (2918 y 2920) tienen en cuenta la pérdida que constituye el agua restante almace-nada en el suelo.

En el caso de que se desee una relación que tenga en cuenta directamente esta pérdida, podemos considerar:

$$\frac{d + d'_1}{c} = \frac{c - d'_3}{c}$$

a la que podemos llamar "Eficiencia del agua de riego almacenada en la zona radicular del suelo"

(2) Debemos hacer homogéneas las fórmulas de las definiciones anteriores. Para tal fin podemos proponer lo siguiente:

7919. EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA A LA PARCELA.

$$\frac{d + d'_1}{b} \quad \text{o incluso} \quad \frac{c}{b} \quad (\text{de acuerdo con la observación anterior}).$$

7918. EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA A UNA FINCA

$$\frac{c}{a}$$

y además, tratando de buscar simetría.

EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL AGUA EN UN DISTRITO

$$\frac{c}{\omega}$$

(3) Como encontramos las mismas definiciones a tres niveles (distrito, finca y parcela), proponemos una fórmula única en la que ω , a o b, sustituyan en cada caso a un término general n. Entonces, la expresión general para la "eficiencia de la aplicación del agua" sería:

$$\frac{c}{n}$$

2917. EFICIENCIA DEL RIEGO

Esta definición y las 1918 y 2920, parecen ignorar el aspecto del almacenamiento de agua en la zona radicular. A falta de detalles debemos suponer por lo tanto, que el agua "consumida por los cultivos" es igual a la evapotranspiración real del agua de riego, que es:

$$c'_1 + d + d'_1 = c'_1 + c - d'_3$$

2917 es una definición muy general, puesto que la fuente de abastecimiento puede definirse a nivel de distrito, - de finca o en parcela. Por lo tanto, debe ser:

$$\frac{c'_1 + d + d'_1}{n}$$

lo que dá para los diferentes niveles.

2920. EFICIENCIA DE CONDUCCION Y ENTREGA (EFICIENCIA TOTAL)

$$\frac{c'_1 + d + d'_1}{\omega}$$

2918. EFICIENCIA DE ENTREGA EN UNA FINCA O EFICIENCIA DE RIEGO EN UNA FINCA

$$\frac{c'_1 + d + d'_1}{a}$$

2919. EFICIENCIA DE RIEGO PARCELARIA. EFICIENCIA DEL RIEGO.

$$\frac{c'_1 + d + d'_1}{b}$$

Observaciones

1) Las proposiciones anteriores se pueden mejorar del siguiente modo:

2920 Sólo se mantiene la expresión

Eficiencia del Distrito

2919 Sólo se mantiene la primera expresión pero en su forma simplificada:

Eficiencia de Riego Parcelaria

2) Véase la observación (2) relativa a las definiciones 7913 y 7916.

7913. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA

En este tipo de definición sólo se considera el agua consumida con beneficio, es decir, el agua consumida por las plantas mismas, lo que elimina el agua evaporada y el agua transpirada por la vegetación espontánea. En cambio, no se ha tenido en cuenta el riego únicamente, sino también la lluvia. 7913 es una definición general que se escribe:

$$\frac{d + g}{n}$$

7914. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN UN DISTRITO

$$\frac{d + g}{\omega}$$

7915. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN UNA FINCA

$$\frac{d + g}{a}$$

7916. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN UNA PARCELA

$$\frac{d + g}{b}$$

Observaciones

- 1) Los niveles no se expresan del mismo modo que antes, lo que no se justifica.
- 2) La palabra "hidráulica" no es adecuada, puesto que no se usa aquí en un sentido puramente físico o mecánico. Sería más lógico hablar de eficiencia "hídrica". Por otra parte, estamos refiriéndonos a la transpiración; la expresión más explícita sería "eficiencia hídrica beneficiosa" y por analogía las definiciones 2917 a 2920 tendrían que escribirse como sigue:

2917 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA

2920 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA DE UN DISTRITO

2919 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA DE UNA FINCA

2918 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA DE UNA PARCELA

3) Con una definición no demasiado clara y atentos a lo lógico, hemos incluido la lluvia. Es posible que los autores hubieran querido considerar el agua de riego únicamente. Si así fuera, podríamos distinguir la eficiencia hídrica teniendo en cuenta la lluvia también.

Estas tres observaciones nos permiten proponer las siguientes expresiones:

7913 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA BENEFICIOSA.

7914 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA BENEFICIOSA EN UN DISTRITO.

7915 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA BENEFICIOSA EN UNA FINCA.

7916 EFICIENCIA DE RIEGO HIDRICA BENEFICIOSA EN UNA PARCELA.

Véase la Tabla que sigue:

Las definiciones que se han propuesto se pueden tabular del siguiente modo:

Nivel Considerado	Eficiencia de la Aplicación del Agua.	Eficiencia Hídrica		Eficiencia Hídrica Beneficiosa	
		Del Riego	General	del Riego	General
Indeterminado n	$\frac{c}{n}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1}{n}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1 + f'_1 + g + g'_1}{n + p}$	$\frac{d}{n}$	$\frac{d + g}{n + p}$
Distrito	$\frac{c}{\omega}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1}{\omega}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1 + f'_1 + g + g'_1}{\omega + p}$	$\frac{d}{\omega}$	$\frac{d + g}{\omega + p}$
Finca a	$\frac{c}{a}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1}{a}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1 + f'_1 + g + g'_1}{a + p}$	$\frac{d}{a}$	$\frac{d + g}{a + p}$
Parcela b	$\frac{c}{b}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1}{b}$	$\frac{c'_1 + d + d'_1 + f'_1 + g + g'_1}{b + p}$	$\frac{d}{b}$	$\frac{d + g}{b + p}$

II. OTRAS DEFINICIONES DE LA ICID SOBRE EL PROBLEMA EN ESTUDIO

Los conceptos de eficiencia en lo que se refiere a la distribución y utilización del agua, se pueden completar con algunas otras definiciones del diccionario (las expresiones relacionadas con el esquema (a) se darán a nivel de campo, que es b, a fin de completarlas y multiplicarlas).

1468. EVAPORACION TOTAL)	
PERDIDA TOTAL)	
PERDIDAS DE AGUA)	<u>EVAPOTRANSPIRACION</u>
VOLATILIZACION)	

Suma del agua perdida del área de un terreno dado durante cualquier período de tiempo especificado por:

- Transpiración de la vegetación cultivo agrícola
la, vegetación
espontánea.

y formación de los tejidos vegetales

- Evaporación del agua superficial
de la humedad del suelo
de la nieve

- Interceptación (1448)

1469. EVAPOTRANSPIRACION
USO CONSUNTIVO

2905. USO CONSUNTIVO DE AGUA
USO CONSUNTIVO
EVAPOTRANSPIRACION

- Cantidad de agua usada por la vegetación de un --
área dada para la transpiración o la formación de
sus tejidos, y

- Cantidad de agua evaporada desde el suelo o de la
lluvia interceptada en el área, durante un tiempo
especificado.

Se expresa en unidades de lámina de agua o de uni
dades de lámina por unidad de área.

Comparación

En Francia, el término que se usa más frecuentemente
para los significados anteriores es el de "evapotranspiración".

Permítasenos hacer notar que el término inglés - - -
"consumptive use" marca un consumo de agua (subraya-
do en la fórmula 1469) que no se manifiesta clarament

te en el término "evapotranspiración" o bien lo que se quiere establecer es preferentemente el aspecto físico. Finalmente, el término inglés 1468 parece insistir en lo móvil de las pérdidas.

En resumen:

<u>Francés</u>	<u>Inglés</u>	<u>Concepto</u>
Evapotranspiración (término ordinario en general)	Pérdida total, volatización Evapotranspiración Uso consuntivo	Principio, pérdida de agua. Aspecto físico Consumo

Sin embargo, generalmente el término francés "evapotranspiración" se traduce al inglés por "uso consuntivo".

Ejemplo: ETP uso consuntivo (agua) potencial
ETR uso consuntivo (agua) real

Expresión a la luz de las gráficas (a) y (b):

$$\begin{aligned}
 \text{Evapotranspiración} = ET &= b - c'_3 - d'_3 - c'_2 \text{ — riego} \\
 &+ p' + p - f'_3 - g'_3 - f'_2 \text{ — lluvia} \\
 &\text{infiltración agua al escurrimiento} \\
 &\text{macenada superficial}
 \end{aligned}$$

$$ET = c + c'_1 - d'_1 + f'_1 + f'_3 - g'_3 = c'_1 + d'_1 + p'_1 + f'_1 + g'_1$$

2910. USO EFECTIVO DEL AGUA

Uso consuntivo menos la evaporación de la lluvia. Incluye la transpiración y la evaporación del agua de riego y la transpiración de la lluvia efectiva.

Es decir, a la luz de la gráfica (a) y siempre a nivel de parcela:

Si consideramos la primera parte de la definición:

$$ET - p' - f'_1 + g'_1 = c'_1 + d + d'_1 + g$$

Si consideramos la segunda parte, obtenemos el mismo resultado.

Sin embargo, deben hacerse notar dos cosas: podría parecer extraño que se deduzca de ET el término g'_1 (agua de lluvia almacenada en el suelo y evaporada después); en realidad, g'_1 debería considerarse como d'_1 , formando parte del uso efectivo del agua. Esto conduce a definir el uso efectivo del agua como:

El uso consuntivo ET menos la evaporación durante la lluvia y de la lluvia misma.

Los términos que habría que deducir de ET serían únicamente, por lo tanto, f'_1 y p' ; en consecuencia, -- las expresiones serían:

$$ET - f'_1 - p' = c'_1 + d + d'_1 + g + g'_1$$

En este caso, tendría que modificarse la segunda parte de la definición:

El uso efectivo del agua incluye la transpiración y la evaporación procedentes del riego y la transpiración y la evaporación del agua procedente de la lluvia almacenada efectivamente en el suelo. Esto elimina solamente f'_1 y p' , aguas evaporadas de la lluvia durante las precipitaciones e interceptadas. Se obtiene de nuevo

$$ET - f'_1 - p' = c'_1 + d + d'_1 + g + g'_1$$

Esto parece más lógico o por lo menos más claro que el aserto preliminar respecto al consumo efectivo. Sólo se deducen de ET cantidades de agua que casi no tienen ningún papel en el balance agua-suelo-planta (p' y f'_1 se evaporan antes de que lleguen al suelo).

Aquí no hemos separado la vegetación espontánea de las plantas del cultivo: todas las plantas se han considerado en conjunto. No existe ningún problema, porque ciertas pérdidas (evaporación, y transpiración de la vegetación espontánea) no se separan del consumo beneficioso (transpiración de las plantas del cultivo) Véase la siguiente definición:

2911. USO CONSUNTIVO NO BENEFICIOSO

Agua consumida por la vegetación espontánea

Agua evaporada (desde la superficie del terreno, desnudo o inculto, y desde la superficie -- del agua).

De acuerdo con las gráficas (a) y (b) - $c'_1 + d'_1$ — riego

$+f'_1 + g'_1$ — lluvia

$$Y \text{ también} = (ET - p') - (d + g)$$

Por simetría sería lógico llamar a $(d + g)$, que es la transpiración de las plantas en crecimiento, uso consumitivo beneficioso.

III. DEFINICIONES QUE SE ENCUENTRAN EN OTROS LUGARES

1. FACTOR DE EFICIENCIA TOTAL DE UNA RED

Es la relación $\frac{\text{Volumen consumido efectivamente por ET}}{\text{Volumen introducido en la cabeza del sistema}}$

(Fuente: "L'EARU" No. 11 - 1966 - p. 515 - DARVES - BORNOZ. "Bases científicas de la elección económica de las entregas y volúmenes de riego").

Si consideramos que esta definición sólo tiene en cuenta los riegos, podremos observar que corresponde exactamente a la definición 2917 (eficiencia del riego), es decir:

$$\frac{d + d'_1 + c'_1}{n}$$

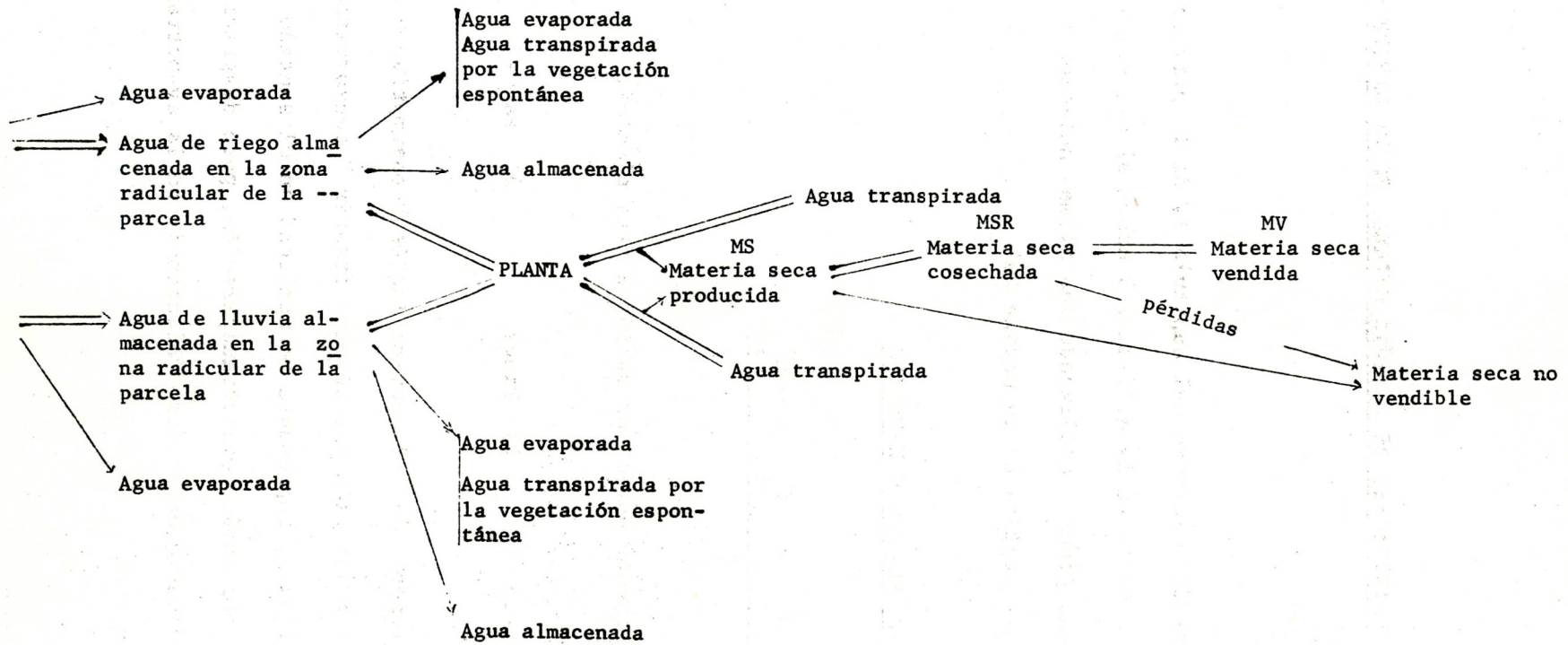
2. En otro lugar Rene CLEMENT llama EFICIENCIA DEL USO DE UNA RED EN EL TIEMPO a la relación $r = \frac{T'}{T}$, siendo T el período de máximos riegos y T' el tiempo real de utili zación de la red.

Es, por lo tanto, la tasa de la operación del equipo de bombeo durante el período de máximos riegos (o el número de horas de operación del equipo en 24 horas).

(Fuente: "Computo de las descargas en redes de riego que operan con demanda libre" - SCP, Dic., 1965).

Se habla normalmente de "eficiencia de la utilización de una red" o incluso más bien de "eficiencia de una red", - lo que puede conducir a confusión con los términos usados por la ICID (4251).

(c) Gráfica relativa al uso del agua a nivel de la planta



Observación: La distinción entre g y d es puramente teórica, y sólo se ha hecho con el fin de formular más claramente ciertas expresiones sobre el uso del agua.

IV. ESTUDIO DE LAS DEFINICIONES DE LA ICID CITADAS EN EL CAPITULO
IV DE LA PARTE I.

Para formular las definiciones del Capítulo IV de la primera parte, se puede establecer la gráfica (c) sobre el uso del -- agua a nivel de la planta, utilizando las mismas notaciones - de antes (véase la gráfica de la página 29).

2923. EFICIENCIA DEL USO CONSUNTIVO

$$\frac{c'_1 + d + d'_1 + f'_1 + g + g'_1}{c}$$

Esta definición puede ser válida a tres niveles:

- 1) Distrito 2) Finca 3) Parcela

Observaciones: 1) El término inglés "consumptive use" que es la traducción del término francés "consommation absolue d'eau", representa en realidad en el sentido es tricto y más común, evapotranspiración, pero desprecian do p'. Debería haber sido "eficiencia de la evapotranspiración".

2) Lo que parece lograrse en realidad con esta definición, de acuerdo con su alcance general, es el conocimiento de la relación:

Agua almacenada en la zona radicular del suelo y finalmente evapotranspirada

Agua procedente del riego almacenada en la zona radicular del suelo

es decir,

$$\frac{d + d'_1 + g + g'_1}{c}$$

Pero esta relación resulta ambigua por el hecho de que existe una disimetría entre el numerador (riego + precipitación) y el denominador (riego). Por lo tanto, las pérdidas no están bien definidas.

3) Sin embargo, este tipo de definición puede tener interés en los siguientes casos:

- a) Cuando estamos durante un momento en un lugar donde han cesado los efectos directos del riego y de la lluvia sobre la evaporación:

$$(c'_1 \neq 0 = 0)$$

$$(f'_1 \neq 0 = 0)$$

- b) Cuando el riego permite al cultivo hacer un uso beneficioso del agua de lluvia caída, que representaba previamente una cantidad demasiado baja para que pudiera evaluarse. En este caso la relación:

$$\frac{d + d'_1 + g + g'_1}{c}$$

puede aproximarse o incluso exceder en una fase posterior $[(g + g'_1) > c'_3]$, por ejemplo cuando c'_3 es muy bajo]

- c) Cuando ya no se considera solamente el riego en el denominador de la expresión, sino que se incluye también la lluvia, y después de cesar los efectos directos de estas dos fuentes de agua

$$(c'_1 \neq 0 = 0)$$

$$(f'_1 \neq 0 = 0)$$

La relación debe escribirse entonces:

$$\frac{d + d'_1 + g + g'_1}{c + g}$$

Esta expresión se puede llamar "eficiencia del agua almacenada en la zona radicular del suelo".

Entonces se pueden definir las pérdidas como ---
($d'_3 + f'_3$).

d) La última expresión, cuando es despreciable la lluvia ($f = 0, g = g'_1 = 0$) se transforma en ---

$\frac{d + d'_1}{c}$, que puede llamarse por simetría con la fórmula anterior, "eficiencia del agua de riego almacenada en la zona radicular del suelo".

La pérdida correspondiente es d'_3 .

2729. EFICIENCIA DE LA TRANSPIRACION

$$\frac{MS}{d + g}$$

Observaciones: La definición separa la transpiración de la evapotranspiración que, en la práctica, es lo único -- que se puede medir. Parece tener, por lo tanto, un carácter esencialmente teórico, puesto que se establece la re-

lación con la materia seca formada y no con la materia seca cosechada o incluso vendida. Puede ser utilizada por los investigadores en biología.

7920. EFICIENCIA DEL USO DE LA HUMEDAD

$$\frac{MV}{(c'_1 + d + d'_1) + (f' + g + g'_1)} = \frac{MV}{ET}$$

Observación: Esta definición es más práctica que la anterior, pues sus dos miembros se pueden medir sin mucha dificultad.

7926. FACTOR DE TRANSPIRACION

$$\frac{d + g}{(c'_1 + d + d'_1) + (f'_1 + g + g'_1)}$$

Observaciones: Esta "relación" se puede llamar también "eficiencia del uso de la humedad" o mejor "eficiencia de la evapotranspiración". En realidad, se trata de una relación cuyo numerador y denominador representan dos -- cantidades de la misma naturaleza y que puede expresarse en porcentaje. El término "eficiencia" se adapta mejor,

por analogía con las definiciones relativas a la distribución y uso del agua.

Si adoptamos esta modificación, debemos modificar también la 7920 para evitar confusiones. Proponemos sustituir la palabra francesa "rendement" por "eficiencia" en esa definición, lo que daría:

7920. EFICIENCIA ECONOMICA DE LA EVAPOTRANSPIRACION
("económica" porque se refiere a materia vendida)

y

7929. EFICIENCIA DE LA TRANSPIRACION

Permítasenos hacer notar que en efecto los términos - - "productividad" y "eficiencia", representarán mejor que el término "rendimiento" el concepto de transformación que se formula por medio de las dos últimas definiciones.

V. OTRAS DEFINICIONES DE LA ICID SOBRE EL USO DEL AGUA AL NIVEL DE LA PLANTA.

2916. RELACION DE TRANSPIRACION
EFICIENCIA DE LA TRANSPIRACION
COEFICIENTE DE TRANSPIRACION
TRANSPIRACION RELATIVA

Relación:
$$\frac{\text{Peso del agua consumida por los cultivos durante el ciclo vegetativo}}{\text{Peso de la materia seca cosechada}}$$

2858. AGUA REQUERIDA POR UNIDAD

Peso del agua realmente utilizada por las plantas para producir una unidad de peso de materia seca.

Estas dos definiciones se pueden expresar en la siguiente forma, de acuerdo con las gráficas (a), (b) y (c).

$$\frac{d + g}{\text{MSR}} \quad \text{y} \quad \frac{d + g}{\text{MS}}$$

(2916)

(2858)

Observaciones: 1) Estas definiciones tienen el mismo nombre en francés ("Coefficient de Transpiration"), pero no se refieren necesariamente a la misma cosa: la materia seca total (MS) no siempre es igual a la materia seca co-

sechada (MSR).

Esta observación se relaciona con las diferencias observadas entre las definiciones 2929 y 7920 del capítulo anterior. Parece que los términos MS, MSR y MV, se han usado unos por otros, sin razón que lo justifique. Por ejemplo, MS (materia seca) puede interesar al fisiólogo; MSR (materia seca cosechada) al proyectista (caracteriza la productividad del área de riego), MV (materia vendida) al agricultor (perspectivas de mercado y técnicas de evaluación).

2) En la definición 2916 sería lógico sustituir "agua consumida" por "agua transpirada". Además, este cambio daría énfasis al carácter esencialmente físico de la definición.

3) La definición 2729 es exactamente la inversa de la 2858.

PARTE III: SINTESIS Y PROPOSICIONES

1) Existen en conjunto, en las definiciones tomadas del Diccionario de la ICID, varias ambigüedades e inexactitudes, debidas quizá a falta de coordinación, y que se presentan especialmente en la elección de criterios y en los términos usados.

Ya hemos mencionado esta falta de coordinación en la expresión del nivel a que se están considerando las cosas: distrito, finca, campo o parcela, términos cuyos límites deben establecerse (evitar granja, campo, etc).

Igualmente se debe aclarar el uso de los términos franceses "rendement" y "coefficient".

Al considerar algunas definiciones del diccionario de la ICID, se ha visto que dos términos diferentes ingleses "efficiency" y "yield" se han traducido al francés por "rendement". El término "yield" se aplica a un concepto de recolección: 1376 "yield of drainage basin", volumen de agua recolectado en una cuenca, en un período dado. En esta acepción, no existe una relación de causa a efecto o de comparación entre

dos cantidades que permita derivar a una de la otra por sustracción de pérdidas, como ocurre en el caso de la "eficiencia".

Hay cuatro términos en inglés que se usan indiferentemente unos por otros, "efficiency", "coefficient". "factor", "unit requirement", que se traducen al francés por - - "coefficient, y una sola vez por "ratio".

Permitásenos examinar el uso de los términos franceses:

El término "rendement" tiene una variación de significados muy amplia:

En el sentido físico, expresa una relación menor o igual a 1, con el uso de la misma unidad de medida en el numerador y en el denominador. Es por tanto, un dato sin dimensión, que se expresa frecuentemente en "porcentaje" (este último término aparece una sola vez en el diccionario de la ICID No. 2729).

En el sentido agronómico, expresa una producción por unidad de superficie (equivalente a "yield" en inglés) o

por unidad de otro factor de producción (aquí, agua, pero puede ser fertilizante, mano de obra, etc.)

El término coefficient es demasiado general, como el término "ratio" (relación) del que no diremos mucho; hay que agregarle un término calificativo para fijar su significado; por ejemplo, coeficiente de eficacia (artículo de DARVES-BORNOZ en "L'EAU"), de distribución, de reparto.

También se usa para expresar la inversa del rendimiento (2729 = rendimiento de la transpiración y 2858 = coeficiente de transpiración).

Proposiciones:

Para aclarar la nomenclatura podría usarse el término "eficiencia", con un significado al margen del de los términos "rendimiento" y "coeficiente". Por ejemplo, para designar el "rendimiento" de una cierta cantidad de agua en el sentido agronómico, diríamos: eficiencia de un metro cúbico de agua transpirado o de un metro cúbico de agua tomado en la cabecera del distrito, de la finca o de la parcela.

2) Por otra parte, estas definiciones pueden satisfacer a diversos intereses: algunas interesan más particularmente al agricultor, ya que pueden determinar su acción o su elección; otras, interesan más bien al investigador (pedólogo, fitobiólogo, genetista, etc.) o al proyectista, o al operador de una red de distribución.

Por lo tanto, en primera instancia, deberemos reconsiderar las fases del riego, con el fin de:

- Distinguir cuáles son las relaciones de interés y para quién, sin dejar de tener en cuenta el punto de vista práctico de discernir si serán medibles y cómo;
- Restituir para ese sistema las definiciones ya establecidas.

Las diversas definiciones deben:

Poderse relacionar entre sí, a fin de formar un coeficiente general relativo al beneficio que proporcione el riego. El criterio económico es en realidad el criterio más prominente para las elecciones y valoracio--

nes relativas al riego y siempre debe tenerse presente. Otros criterios sólo son expresiones parciales que permiten analizar en detalle el punto de vista general.

Incluir elementos mensurables o valorables por sí mismos. Es difícil, por ejemplo, evaluar la tecnicidad del agricultor y asignarle un factor a priori. Pero es ta tecnicidad procede en parte notable del beneficio que puede producir el riego o la propia finca. De -- igual modo, es difícil distinguir y considerar por se parado, dentro de la cantidad de agua consumida, la -- parte correspondiente al riego y la obtenida de la -- lluvia, salvo, desde luego, en el caso de que ésta última sea despreciable.

Estos dos requisitos conducen a considerar la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} \frac{\text{M.S. (materia seca vendida)}}{\text{Agua *entregada al distrito}} &= \frac{\text{Agua entregada a la finca}}{\text{Agua entregada al distrito}} & Q_0 \\ &x \frac{\text{Agua entregada a la parcela}}{\text{Agua entregada a la finca}} & Q_1 \\ &x \frac{\text{Agua almacenada en la zona}}{\text{Agua entregada a la parcela}} & Q_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \times \frac{\text{Agua evapotranspirada}}{\text{Agua almacenada en la zona radicular}} \quad Q_3 \\
 & \times \frac{\text{Agua transpirada por el cultivo}}{\text{Agua evapotranspirada}} \quad Q_4 \\
 & \times \frac{\text{Materia seca producida por toda la planta}}{\text{Agua transpirada}} \quad Q_5 \\
 & \times \frac{\text{Materia seca cosechada}}{\text{Materia seca producida por toda la planta}} \quad Q_6 \\
 & \times \frac{\text{Materia seca vendida}}{\text{Materia seca cosechada}} \quad Q_7
 \end{aligned}$$

(* Esta es el agua de riego). Podemos introducir un factor paralelo a Q_2 para el agua de lluvia, así como un promedio ponderado.

Esta ecuación se podría escribir con las notaciones de las gráficas anteriores y quedaría así:

$$\frac{MV}{\omega} = \frac{a}{\omega} \times \frac{b}{a} \times \frac{c}{b} \times \frac{c'_1 + d + d'_1}{c} \times \frac{d}{c'_1 + d + d'_1} \times \frac{MS}{d} \times \frac{MSR}{MS} \times \frac{MS}{MSR}$$

o sea:
$$\frac{MV}{\omega} = Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6 Q_7$$

M.S. (materia seca) que es el único valor significativo para la mayor parte de los cultivos, ha sido el solo factor que se ha venido teniendo en cuenta. Sin embargo, tan pronto como pasemos al nivel de "materia cosechada" (MR), podemos usar, en lugar de la "materia seca cosechada", una cantidad del producto representativo más específico que se esté considerando; por ejemplo, toneladas de azúcar por hectárea cultivada de remolacha.

Para cada relación elemental de Q_0 a Q_7 , podemos considerar cualquier área de referencia a la que pertenezcan el numerador y el denominador. Para cada nivel se elegirán las áreas de referencia más convenientes: el área del distrito para Q_0 , el área de la finca para Q_1 , etc.

Por otra parte, en esta fase de la descomposición del factor general, no se ha tenido en cuenta la calidad. Sin embargo, puede introducirse completando la expresión $\frac{MV}{\omega}$ con el precio de la cosecha y el costo del m³ de agua (todo incluido).

De este modo obtendremos una expresión que podríamos llamar "eficiencia económica bruta del riego":

$$R = \frac{M.V. \times \text{precio de venta por unidad}}{\text{x costo del m}^3 \text{ de agua}} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo del riego}}$$

Esta relación permite hacer comparaciones entre la evaluación del riego desde distintos puntos de vista; por ejemplo:

- Para diferentes cultivos: los elementos Q_3 a Q_7 varían de acuerdo con el cultivo, y algunas veces también Q_2 , de acuerdo con la situación y la densidad de la parte aérea de las plantas, cuando se trata de riego por aspersión.
- Para diferentes sistemas de riego en la parcela, varían Q_2 y eventualmente Q_3 y Q_4 .
- Para diferentes parcelas del mismo cultivo con el mismo sistema de riego: pueden variar Q_2 y Q_6 , si, por ejemplo, el suelo es más o menos profundo y si la forma de la parcela facilita o dificulta la recolección de la cosecha.
- Para diferentes fincas: pueden variar los factores Q_1 a Q_7 y la relación relativa a cada finca en conjunto, corresponderá al promedio ponderado de las relaciones relativas a cada una de sus parcelas de riego.

- Para diferentes distritos: pueden variar de Q_0 a Q_7 , la eficiencia económica bruta del riego de un distrito, se puede calcular:

bien como el promedio ponderado de los rendimientos económicos correspondientes a cada una de las fincas que se cultivan en el distrito,

o como el promedio ponderado de los rendimientos económicos correspondientes a cada parcela regada,

o como promedio ponderado de los rendimientos económicos correspondientes a cada cultivo practicado.

Finalmente, el punto más interesante sobre el que conviene llamar la atención, es la invariabilidad de ciertas expresiones parciales, cualquiera que sea el nivel de comparación; -- por lo tanto, para comparar conceptos muy diferentes, como la naturaleza del cultivo, el sistema de riego, la naturaleza del suelo, la competencia del agricultor, distritos, etc., se puede usar la misma relación, la eficiencia económica bruta del riego.

En consecuencia, podemos introducir en las circunstancias definidas por factores invariables, el factor que más influ

ya en la eficiencia económica bruta del riego.

3) En la actualidad, deberemos:

- a) Considerar las definiciones correspondientes a una o varias fases sucesivas.
- b) Analizar cuáles son las que tienen interés para el investigador, para el proyectista o para el agricultor.
- c) Considerar las posibilidades de medir cada término y los elementos con que se cuenta para obtener su medida.
- d) Unir las nuevas definiciones a las que ya se habían formulado.

Esto nos lleva a ofrecer la tabla anexa, como guía para la reflexión.

Fuentes y Notas para la Tabla:

1. DARVES-BORNOZ, "L'eau" No. 11, p. 516"
 2. K.K. FRAMJI, Carta Preliminar a la Reunión del 17 de Ma
yo de 1974.
 3. Conferencia sobre Riego, por Jean, dada en ENGREF.
 4. Los paréntesis que encierran algunas de las definiciones de la ICID, indican que la definición del Diccionario no corresponde exactamente a la relación propuesta.
- (.) Este signo acompaña a las relaciones cuyos elementos pueden referirse al riego solo o al riego y la lluvia.
- En realidad, a ciertos niveles la lluvia y el riego no se pueden disociar (salvo en los casos de sequía climatológica, o condiciones de experimentación excepcionales): agua almacenada en la zona radicular del suelo, agua evapotrans
pirada, etc.

- Ciertas relaciones que sólo tienen en cuenta el riego, pueden modificarse cuando la lluvia interfiere con los riegos. Así ocurre, por ejemplo, con la "eficiencia de la aplicación del agua":

Agua almacenada en la zona radicular del suelo
Agua entregada a la parcela

Quando sólo se ha considerado el agua de riego, esta relación puede disminuir notablemente si hay un cierto aumento de aportación de agua a la parcela, por una lluvia inesperada o un error en el cálculo de la lluvia.

Por tanto, se deben considerar tres casos:

- 1) (Sequía climatológica, condiciones experimentales que anulen la lluvia natural)

Se pueden conservar todas las relaciones en su forma original.

- 2) Riego complementario e investigación de una relación general: por lo tanto, tenemos que introducir la lluvia en un nivel dado, y proponemos el nivel Q_2 (eficiencia de la aplicación del agua)

En este caso, también se agrega en el numerador la lluvia almacenada al agua de riego almacenada en la zona radicular del suelo.

Por lo tanto, la relación Q_2 se hace asimétrica. En el estudio de la relación total a que deberemos llegar finalmente, tendremos que tener en cuenta esta introducción de la lluvia, totalmente artificial, pero prácticamente inevitable. De este modo, si comparamos dos distritos, por ejemplo, en lo que se refiere a materia seca cosechada (MSR) por m³ de agua entregado en la cabecera del -- distrito, es evidente que la lluvia interviene en la formación de - esa materia seca y debemos tomarla en cuenta (se pueden comparar - distritos, fincas o parcelas, en los que la lluvia es idéntica en cantidad y distribución).

3) Riego complementario: sólo interesa a ciertas rela-
ciones.

De acuerdo con el nivel considerado, podemos tener en - -
cuenta el riego (sólo el agua transportada) o a la vez el riego y -
la lluvia, en el numerador y en el denominador, por ejemplo - - - -

$\frac{\text{agua transpirada}}{\text{agua evapotranspirada}} = \text{eficiencia de la evapotranspiración.}$

Nomenclatura:

Los números propuestos en la tabla, se refieren, únicamen
te al riego o a la vez al riego y a la lluvia. En este último ca-
so, las relaciones correspondientes van precedidas por el signo ---
(.).

(Véase la tabla siguiente)

	Número	I.C.I.D.		Definiciones Encontradas en Otros Lugares	Definiciones Propuestas o Preferidas
		Definiciones en Inglés	Definiciones en Francés		
Desde Q_0	<u>7917</u> 4251	Eficiencia de conducción del agua. Eficiencia de los canales. Eficiencia del sistema Eficiencia de los canales	Rendimiento del transporte del agua		En ciertos distritos no existen fases intermediarias entre la fuente de distribución del agua y la parcela. Sólo se usarán Q_0 y Q_1
Q_0 Q_1	<u>7917</u> 4251	Como arriba			O Q_0 sustituyendo "Explotación" por "grupos de parcelas"
Q_0 Q_1 Q_2					Eficiencia de la aplicación del agua.
Q_0 Q_1 Q_2 Q_3	<u>2917</u> 2920	Eficiencia del riego Eficiencia total de la conducción y la entrega del agua.	Rendimiento del riego Rendimiento global del riego.	Factor de eficiencia real *1 Eficiencia del distrito * 2	Eficiencia del riego - Eficiencia de un distrito (riego) (.)
Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4	<u>7913</u> 7914	Eficiencia del uso del agua Eficiencia del uso del agua de un distrito.	Rendimiento hidráulico de un riego. Rendimiento hidráulico de una empresa de riego.		Eficiencia beneficiosa del riego Eficiencia beneficiosa de un distrito (riego) (.)
Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5					Eficiencia de riego del distrito
Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6					Productividad del distrito de riego.
Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6 Q_7					Eficiencia económica del riego.

	Número	I.C.I.D.		Definiciones Encontradas en Otros Lugares	Definiciones Propuestas o Preferidas
		Definiciones en Inglés	Definiciones en Francés		
Desde Q_1	<u>7917</u> 4251				Eficiencia de la conducción del agua.
$Q_1 Q_2$	(2921)* ⁴ (7918)* ⁴	(Eficiencia de la aplicación del agua)	(Rendimiento de la aplicación del agua al suelo)		Eficiencia de la aplicación del agua (2921 o 7918)
$Q_1 Q_2 Q_3$	2918				
$Q_1 Q_2 Q_3$	2912	Eficiencia de la entrega en la finca. Eficiencia del riego en la finca.	Rendimiento del riego en la explotación agrícola.		Eficiencia del riego en la finca (.)
$Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$	7915	Eficiencia del uso del agua en la finca.	Rendimiento hidráulico del riego de una finca.		Eficiencia beneficiosa del riego de una finca.
$Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ Q_5					Eficiencia en una finca (agua de riego)
$Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ $Q_5 Q_6$					Productividad en una finca (agua de riego)
$Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ $Q_5 Q_6 Q_7$					Eficiencia económica de una finca (riego) (agua (.)

	Número	I.C.I.D.		Definiciones Encontradas en Otros Lugares	Definiciones Propuestas o Preferidas
		Definiciones en Inglés	Definiciones en Francés		
Desde Q_2 Q_2	(7917)* ⁴	(Eficiencia de la aplicación del agua a la parcela)	Rendimiento de la aportación de agua a una parcela		Eficiencia de la aplicación del agua a la parcela (.) (7913 modificada)
Q_2 Q_3	2919	Eficiencia del riego de la parcela.	Rendimiento del riego de un campo o de una parcela.		Eficiencia en una parcela (riego) (.)
Q_2 Q_3 Q_4	7916	Eficiencia del uso del agua en la parcela.	Rendimiento hidráulico del riego de una parcela.		Eficiencia beneficiosa en una parcela (riego) (agua (.)
Q_2 Q_3 Q_4 Q_5					Eficiencia en una parcela (riego) (agua (.)
Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6					Productividad de una parcela (riego) (agua).
Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6 Q_7					Eficiencia económica en una parcela (riego) (agua (.)

	Número	I.C.I.D.		Definiciones Propuestas en Otros Lugares	Definiciones Propuestas o Preferidas
		Definiciones en Inglés	Definiciones en Francés		
Desde Q_3 Q_3	2923	Eficiencia del uso consuntivo	Rendimiento del consumo absoluto de agua.		Q_3 sólo interesa con independencia de los efectos de la evaporación superficial; por tanto, proponemos "Eficiencia del agua de riego almacenada en la zona radicular del suelo" (.)
Q_3 Q_4					Beneficio del agua almacenada en la zona radicular del suelo (riego) (.)
Q_3 Q_4 Q_5					Eficiencia del agua almacenada - en la zona radicular del suelo (riego) (.)
Q_3 Q_4 Q_5 Q_6					Productividad del agua almacenada en la zona radicular del suelo (riego) (.)
Q_3 Q_4 Q_5 Q_6 Q_7					Eficiencia económica del agua almacenada en la zona radicular del suelo (riego) (.)
Desde Q_4 Q_4	(.) 7926	Factor de transpiración	Relación transpiración/consumo		Eficiencia de la transpiración de un cultivo (.)
Q_4 Q_5					Eficiencia de la evapotranspiración (11) (.)
Q_4 Q_5 Q_6					Productividad de la evapotranspiración (11) (.)
Q_4 Q_5 Q_6 Q_7	7920	Eficiencia del uso de la humedad. Eficiencia de la utilización de la humedad. Eficiencia de la utilización del agua.	Rendimiento del consumo de agua por un cultivo.		Eficiencia económica de la evapotranspiración (.)

	Número	I.C.I.D.		Definiciones Propuestas en Otros Lugares	Definiciones Propuestas o Preferidas
		Definiciones en Inglés	Definiciones en Francés		
Desde Q_5 Q_5	(.) 2729 1/2916	Eficiencia de la transpiración 1/Necesidad de unidades de agua.	Rendimiento de la transpiración 1/Coeficiente de transpiración		Eficiencia de la transpiración (.)
Q_5 Q_6	1/2916	1/Relación de transpiración. Eficiencia de la transpiración. Coeficiente de transpiración. Transpiración relativa.	1/Coeficiente de transpiración		Productividad de la transpiración (.)
Q_5 Q_6 Q_7					Eficiencia económica de la transpiración (.)
Desde Q_6 Q_6					Porcentaje de materia seca cosechada.
Q_6 Q_7					Porcentaje de materia seca vendida.
Desde Q_7 Q_7					Porcentaje de la cosecha vendido.

* 1
* 2
* 4
(.)

Notas cuyos significados se dieron en la página 48.

Los números subrayados se refieren a definiciones a un nivel determinado. Se recuerdan las dadas a nivel de "distrito" (relaciones desde Q_0).