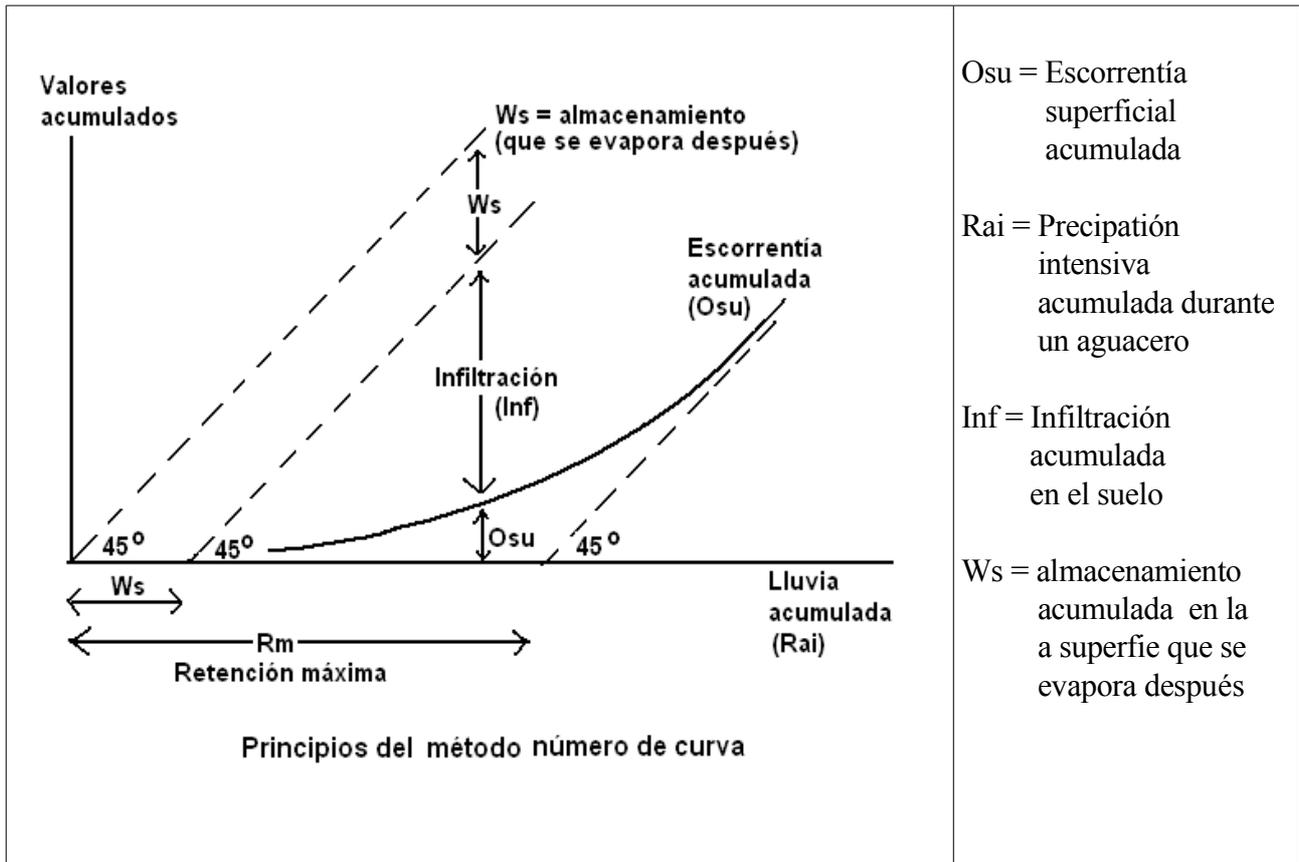


EJEMPLOS DE BALANCES EN EL DRENAJE AGRÍCOLA PARA DETERMINAR LA DESCARGA

Ejemplo 1

Escorrentía a superficial con el método del Número de Curva (Véase “Chapter 4.1” en : <http://content.alterra.wur.nl/Internet/webdocs/ilri-publicaties/publicaties/Pub162/download-162.html>)

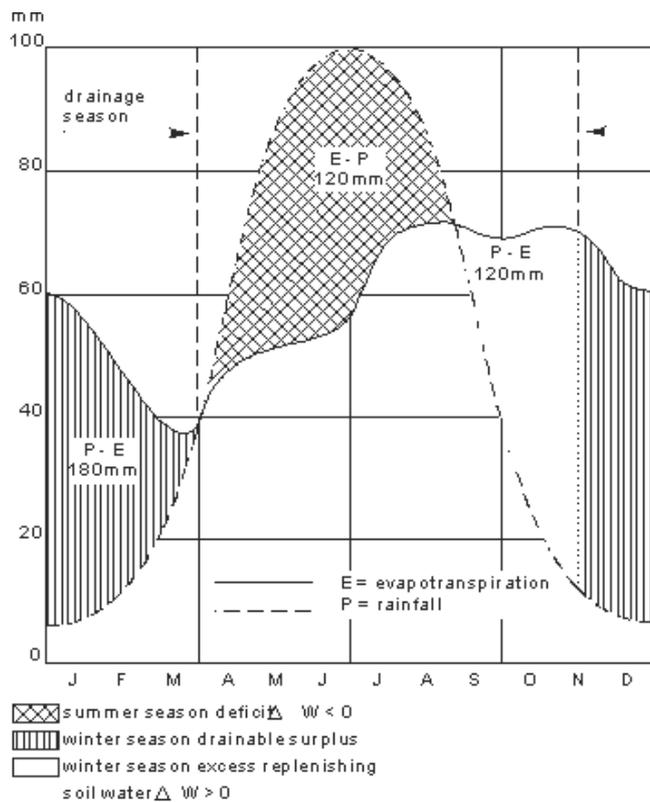


$$Osu = \frac{(Rai - Ws)^2}{Pp - Ws + Rm}$$

Normalmente se tiene que $Ws = 0.2 Rm$ y el valor de Rm depende de las características del suelo. El método del Número de Curva provee cuadros para determinar esta relación.

El método rinde volúmenes acumulados de escorrentía. Para obtener la intensidad o velocidad de la escorrentía (es decir volumen por unidad de tiempo) hay que dividir la duración acumulada en varios elementos del tiempo (por ejemplo horas).

Ejemplo 2



Precipitación y evaporación mensual promedio en Holanda

Datos climáticos

	Verano Abr-Ago	Invierno Set-Mar	Todo el año
Lluvia P (mm)	360	360	720
Evaporación E (mm)	480	60	540
Almacenamiento ΔW (mm)	-120	+120	0
Descarga de drenaje D (mm)	0	180	180

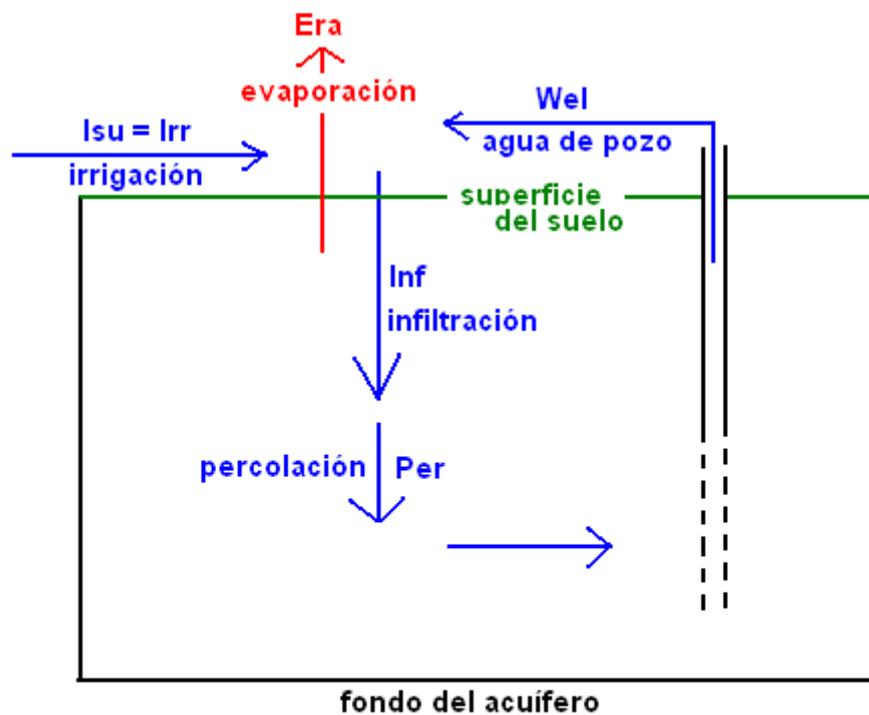
La cantidad de agua por drenar (D) es:

$$D = P - E - \Delta W$$

De acuerdo a la figura el período de drenaje es de Noviembre a Marzo (120 días) y la descarga del sistema de drenaje es $D = 180/120 = 1.5$ mm/día lo que corresponde 15 m³/día por ha.

Ejemplo 3

Drenaje por pozos en un área regada



Reuso de la percolación al acuífero para la irrigación (Reuso de agua subterránea)

El riego total y la infiltración es:

$$\text{Inf} = \text{Irr} + \text{Wel}$$

donde

Irr = el riego superficial del sistema de canales

Wel = el riego por pozos

La eficiencia del riego a nivel de campo ($F_f < 1$) es

$$F_f = \text{Era} / \text{Inf}$$

donde

Era = la evapotranspiración del cultivo o uso consumptivo

El valor de Era es menor de Inf, hay un exceso de riego que se percola hacia el subsuelo (Per)

$$\text{Per} = \text{Irr} + \text{Wel} - \text{Era}$$

o sea:

$$\text{Per} = (1 - F_f) (\text{Irr} + \text{Wel})$$

La percolación Per se bombea de nuevo por los pozos para regar (Wel), entonces:

$$\text{Wel} = \text{Per}$$

o sea:

$$\text{Wel} = (1 - F_f) (\text{Irr} + \text{Wel})$$

y por esto:

$$\frac{\text{Wel}}{\text{Irr}} = \frac{1 - F_f}{F_f}$$

Con la previa ecuación se puede preparar el siguiente cuadro:

Ff	0.20	0.25	0.33	0.50
Wel / Irr	4	3	2	1

Se ve que con bajas eficiencias de riego la cantidad de agua bombeada de los pozos (Wel) es varias veces mas grande que el agua de riego traído por el sistema de los canales (Irr). Esto se debe al hecho que una gota de agua tiene que ser recirculado en promedio varias veces antes de ser consumido por las plantas.

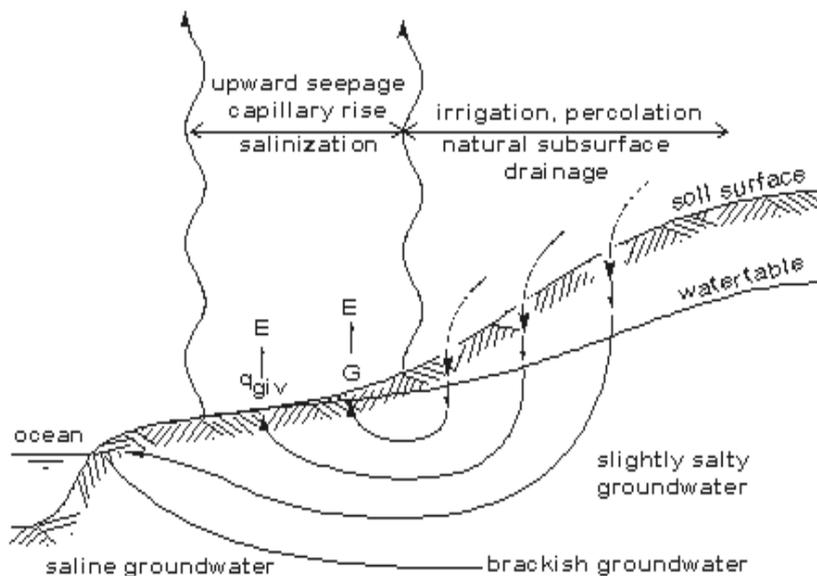
Ejemplo 4

Tasa de drenaje promedio (mm/día) en función de la duración del período crítico en un area regada en Iraq:

Cultivo	Máximo durante el mes crítico	Promedio durante todo el período de crecimiento	Máximo durante el medio año crítico	Todo el año
Wheat	2.0	1.6	-	-
Maiz	3.0	2.3	-	-
Papas	4.5	2.6	-	-
Combinación *)	2.8	-	1.6	1.1

*) Combinación de 2/3 trigo de invierno, 1/3 papas de primavera y 1/3 de maiz de verano

Ejemplo 5



Los acuíferos en la costa Peruana aportan los excesos de infiltración de la parte alta que afloran parcialmente en la parte baja (agua ascendente). En el siguiente cuadro se ve como el drenaje lo tiene que tomar en cuenta:

Descarga de drenaje en campos regados de caña de azúcar en función del flujo ascendente desde el acuífero

Área	Flujo ascendente Q _{giv} (mm/d)	Percolación R (mm/d)	Ascenso capilar G (mm/d)	Descarga de los drenes Q _d = Q _{giv} + R - G (mm/d)
Estación vegetativa de riego				
A	2.0	2.2	0	4.2
B	3.0	2.2	0	5.2
C	1.0	2.2	0	3.2
Estación de maduración sin riego				
A	2.0	0	0.5	1.5
B	3.0	0	0.5	2.5
C	1.0	0	0.5	0.5

Notas

En la estación de maduración sin riego la profundidad de la tabla de agua debe ser *más profundo* porque la caña no madura con demasiado humedad

En la estación de maduración sin riego el suelo se saliniza por el ascenso capilar *pero* la percolación en la estación vegetativa de riego lava los sales

Ejemplo 6

Se trata de un sistema de zanjias colectoras para el drenaje superficial en plantaciones de caña de azúcar en la región costero de Guyana (sur America).

Balance de agua superficial:

$$Osu = Rai - Inf - Eva + Irr - Ws$$

donde

Osu = Escorrentía superficial

Rai = Precipitación (lluvia)

Inf = Infiltración en el suelo

Eva = Evaporación desde la superficie del suelo

Irr = Riego

Ws = almacenamiento en la superficie del suelo

El riego es ausente y la evaporación es despreciable. Entonces:

$$Osu = Rai - Inf - Ws$$

Se aplica el método del Número de Curva ya discutido en el primer ejemplo.

El siguiente cuadro se basa en precipitación acumulada de lluvias con duración de 1 a 5 días para un período de retorno 10 años.

Duración t (días)	Lluvia acumulada (mm)	Escorrentía		
		Acumulada <i>Osuc</i> (mm)	Diaria <i>Osud</i> (mm)	Promedia <i>Osup</i> (mm/day)
1	150	14	14	14
2	250	59	45	29
3	325	104	45	35
4	360	128	24	32
5	375	138	10	28

El método del Número de Curva toma en cuenta el almacenamiento del agua en el suelo, pero no el almacenamiento temporario (Wt que también se llama almacenamiento vivo o dinámico) durante el proceso de escorrentía porque el agua necesita una lámina de cierto espesor para poder fluir. Este almacenamiento se puede distinguir en un almacenamiento diario (Wtd) y acumulado (Wtc)

El almacenamiento dinámico diario (Wtd) se calcula como:

$$Wtd = Osud - Osup$$

El siguiente cuadro demuestra el desarrollo del almacenamiento dinámico diario (Wtd) y el almacenamiento dinámico acumulado ($Wtc = \sum Wtd$).

También muestra la descarga superficial acumulada (Qsc) que pasa por la zanjas:

$$Qsc = Osuc - Wtc$$

así como la descarga diaria (Qsd):

$$Qsd = Osud - Wtd$$

Nótase que $Qsc = \sum Qsd$

Almacenamiento dinámico y descarga diaria y acumulada

Tiempo (días)	Almacenamiento temporario		Descarga (flujo de drenaje)	
	Diario Wtd (mm)	Acumulado Wtc (mm)	Acumulada Qsc (mm)	Diaria Qsd (mm)
1	0	0	14	14
2	16	16	43	29
3	10	26	78	35
4	-8	18	110	32
5	-18	0	138	28

Se ve que el almacenamiento dinámico diario (Wtd) es positivo hasta la duración crítica de $t = 3$ días. Después de 3 días el almacenamiento es negativo. El almacenamiento dinámico acumulado $Wtc = \Sigma Wtd$, y por ello se aumenta hasta el tercer día y se reduce después.

El cuadro muestra que la descarga diaria máxima $Qsd(max)$ es 35 mm/día y ocurre durante el tercer día. Esta descarga es igual a la escorentía promedia máxima $Osup(max)$.

Un resumen se ve en la siguiente figura.

