

Capítulo 7

BALANCES HIDROLÓGICOS

INTRODUCCIÓN

Las anteriores componentes del Ciclo Hidrológico explicadas en los capítulos precedentes constituyen las denominadas componentes superficiales. Es, pues, en este momento cuando se han de aplicar los conocimientos adquiridos para la estimación y cálculo de los balances hidrológicos. Las componentes subterráneas de flujo en la zona no saturada y en la zona saturada son objeto de estudio en otros apuntes.

A continuación se define el concepto de Balance explicando los tipos de balances parciales que se pueden establecer, centrándose el estudio en el balance del suelo edáfico.

DEFINICIÓN

El Balance Hídrico consiste en la aplicación del principio de la conservación de masa al conjunto de una cuenca o a una cierta parte de ella definida por unas determinadas condiciones de contorno. Durante un determinado período de tiempo en el que se realiza el balance, la diferencia entre el total de entradas y el total de las salidas debe ser igual a la variación en el almacenamiento:

$$\text{ENTRADAS} - \text{SALIDAS} = \text{VARIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO} \quad (7.1)$$

La realización de un balance requiere conocer y medir los flujos de entrada y salida de agua, así como el almacenamiento o Reserva. Los términos del balance suelen contener errores de medida, interpretación, estimación y errores debidos a una metodología poco apropiada. Todos estos errores provocan que la ecuación del balance “no cierre” de forma exacta, produciéndose un error de cierre. Es habitual obtener un término del balance, difícil de medir o estimar por otros métodos, como el valor que cierra el balance.

Existen diferentes balances dependiendo de donde se realizan y cuya finalidad es distinta:

1. Balance de agua en el suelo edáfico o zona radicular para el cálculo de la escorrentía total o excedentes.
2. Balance de agua en un embalse para determinar las aportaciones del río al embalse .

3. Balance de agua en un embalse para el cálculo de su efecto laminador sobre un avenida.
4. Balance en un tramo de un río entre dos estaciones de aforo con el propósito de determinar cómo se transmite una avenida y las pérdidas por infiltración a través del lecho del río.
5. La determinación de la Recarga a partir del balance en un acuífero entre dos fechas dadas en las cuales se conocen los restantes flujos de entrada y salida.

En todos estos casos hay que ser consciente de que el valor obtenido a partir del balance incluirá el error de cierre, cuya magnitud podrá ser importante en función de los errores cometidos en la evaluación del resto de las componentes.

TIPOS DE BALANCES HIDROLÓGICOS

Hay que distinguir las dos características esenciales en un balance: La primera de ellas es su carácter espacial, es decir la unidad de control sobre la que se va aplicar la ecuación de continuidad. La segunda característica es su carácter temporal, es decir la elección del período de tiempo en el cual se va a evaluar el balance. La unidad de tiempo suele ser el año hidrológico, aunque se pueden realizar balances a escalas menores como meses y días.

Desde el punto de vista espacial, los balances pueden ser de dos tipos: globales, si se aplican al conjunto de toda la cuenca hidrográfica, incluyendo tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas, o bien parciales si se realizan en cualquiera de las componentes del Ciclo Hidrológico.

Balances globales

El balance global es aquel que se realiza sobre el conjunto de toda la cuenca incluyendo tanto el agua que escurre superficialmente como el agua que queda almacenada en el terreno.

En una cuenca en régimen natural (Figuras 1.1 del Capítulo 1 y 7.1) (es decir sin ningún tipo de explotación de recursos hídricos) la principal, y en muchos casos única, entrada es la Precipitación P . Las salidas pueden ser las siguientes:

- a) Agua interceptada IN y que puede evaporarse.
- b) La Evaporación E del agua retenida en la superficie (Detención Superficial) y del agua del suelo edáfico.
- c) La Transpiración de las plantas T .

- d) Las salidas de agua a través del punto de desagüe de la cuenca por Escorrentía Superficial ES y Flujo Subterráneo FS, suponiendo que la Escorrentía Superficial incluye a la Escorrentía Hipodérmica.

Para evaluar el término de variación de almacenamiento hay que identificar todas aquellas zonas en las que puede almacenarse agua como son: la superficie del terreno (Detención Superficial), la red de drenaje (los cauces de los ríos), el suelo edáfico, la zona no saturada y los acuíferos, tal y como se puede observar en la Figura 6.14 del capítulo anterior y en la Figura 7.2 que se muestra a continuación.

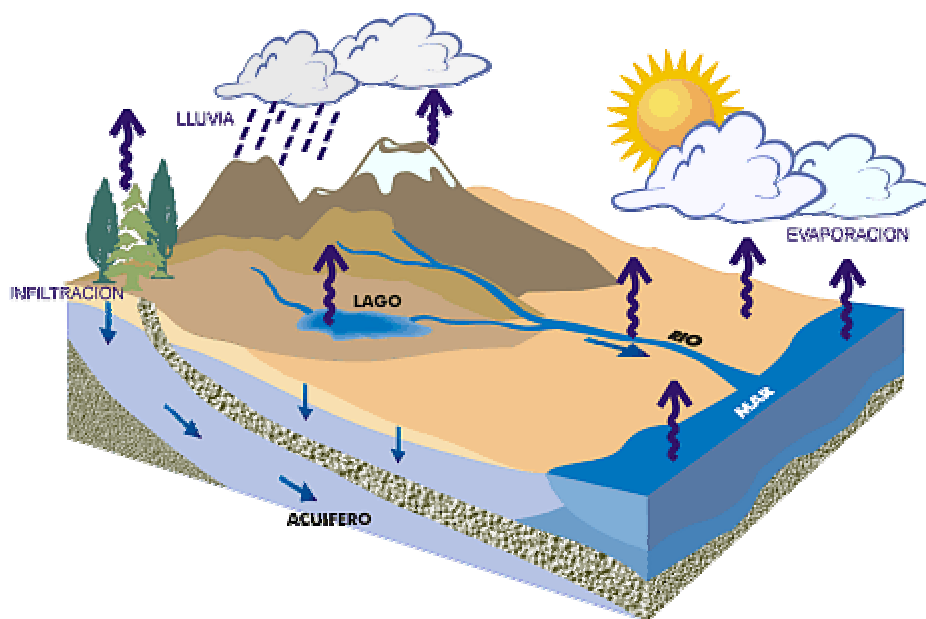


Figura 7.1. Representación del Balance Hidrológico en una cuenca.

De acuerdo con la Ecuación (7.1), la expresión del balance global en una cuenca es

$$P - (IN + E + T + ES + FS) = \Delta V_{\text{superficie}} + \Delta V_{\text{cauces}} + \Delta V_{\text{suelo}} + \Delta V_{\text{acuíferos}} \quad (7.2)$$

En la Figura 7.2, PE es la Percolación, DS es la Detención Superficial, FS es el Flujo Subterráneo, IF es la Infiltración, ES es la Escorrentía Superficial, E es la Evaporación, P es la Precipitación e IN es la Interceptación.

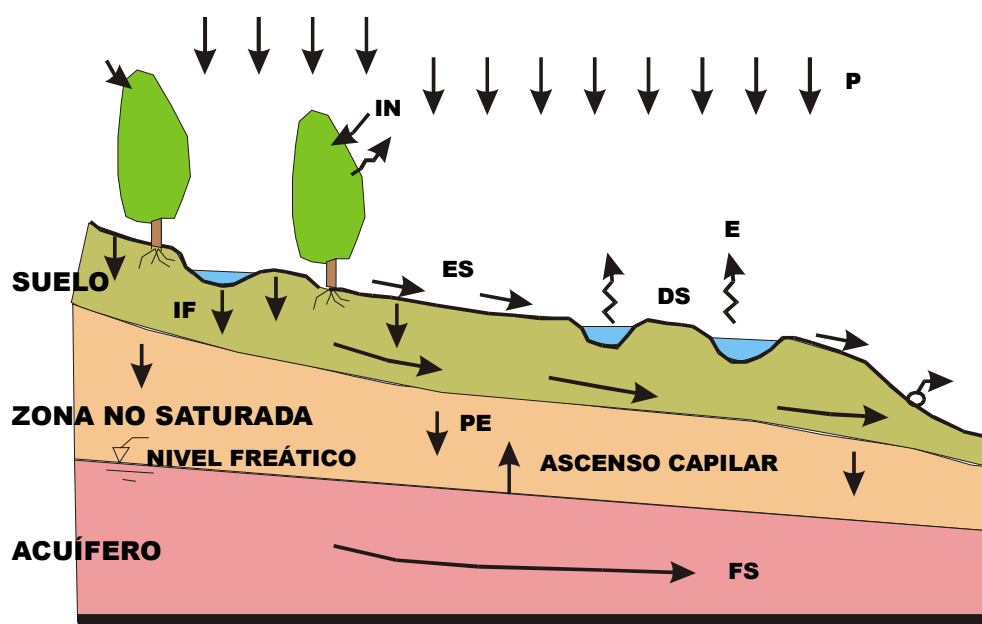


Figura 7.2. Componentes del Ciclo Hidrológico en un corte transversal.

Balances parciales

Los balances parciales pueden realizarse en cualquier elemento físico del Ciclo Hidrológico, ya sea la fase superficial o subterránea. Si se considera exclusivamente la fase superficial se suelen realizar balances en:

- Embalses y lagos. Generalmente se suelen realizar balances diarios para la determinación de las aportaciones al embalse a partir de los datos de oscilación del nivel del embalse y de los caudales desaguados (tanto por las tomas, desagües de fondo y aliviaderos). En épocas de estiaje los balances en lagos y embalses pueden servir para calcular las pérdidas por Evaporación (Figuras 7.3 y 7.4).

En la Figura 7.3 se muestra el Balance Hidrológico en un lago cuya expresión es:

$$(P + ES_e + FS_e) - (E + FS_s + ES_s) = A \frac{dh}{dt} \quad (7.3)$$

donde ES_e y ES_s son las Escorrentías Superficiales que aportan agua y desaguan, respectivamente, del lago, FS_e y FS_s son los Flujos Subterráneos de alimentación al lago y de descarga del mismo, respectivamente, A es el área del lago y h es el calado medio del mismo de tal forma que el segundo miembro de la Ecuación (7.3) es la variación temporal del volumen de agua almacenado.

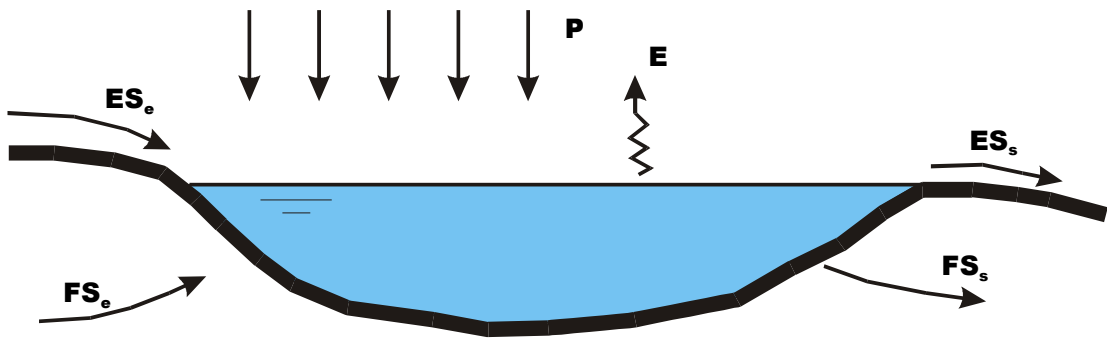


Figura 7.3. Balance en un lago.

En la Figura 7.4 se muestra el balance en un embalse donde la expresión de la ecuación del balance es la siguiente:

$$(P + ES + FS_e) - (E + FS_s + V_e) = A \frac{dh}{dt} \quad (7.4)$$

donde ES es la Escorrentía Superficial que aporta agua al embalse, FS_e y FS_s son los Flujos Subterráneos de alimentación al embalse y de descarga del mismo (filtraciones), respectivamente, V_e es el volumen de vertido y desembalsado, A es el área del embalse y h es el calado medio del mismo, de tal forma que el segundo miembro de la ecuación es la variación del volumen embalsado en un momento dado.

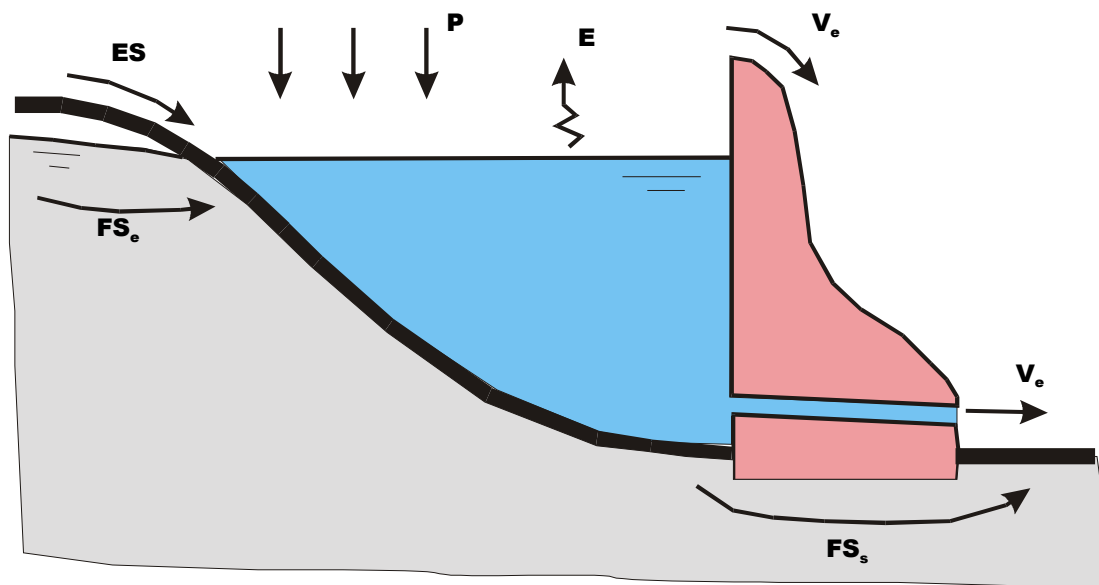


Figura 7.4. Balance en un embalse.

- b) Tramos de ríos comprendidos entre dos estaciones de aforo en las que se conocen los caudales. Conocidos los caudales al comienzo y al final del tramo, se pueden evaluar las posibles pérdidas (o ganancias) de caudal (Figura 7.5).

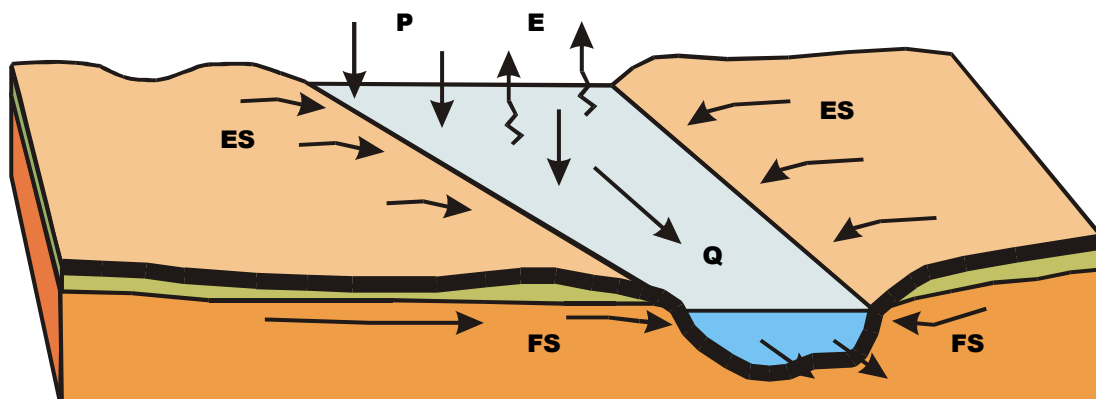


Figura 7.5. Balance en un tramo de río.

En la Figura 7.5 P es la Precipitación, ES es la Escorrentía Superficial, FS es el Flujo Subterráneo, E la Evaporación y Q el caudal.

En el medio subterráneo pueden distinguirse, a efectos del flujo de agua, tres componentes de propiedades claramente diferentes (Figura 7.2), tal y como se explicó en el capítulo anterior (Figura 6.14), y que son:

- El suelo edáfico. En él se produce la Infiltración del agua procedente de la lluvia y tienen lugar los procesos de Evaporación y Transpiración. Su espesor es muy variable dependiendo del tipo de suelo y de la vegetación. Los flujos de salida son la Evapotranspiración, el Flujo Epidérmico Superficial y el flujo vertical descendente o Percolación.
- Zona parcialmente saturada o zona vadosa. Su espesor es muy variable de unas zonas a otras. En esta zona pueden existir acuíferos colgados de carácter efímero que pueden dar lugar a un flujo subhorizontal (Flujo Hipodérmico). El flujo vertical descendente que sale de esta zona constituye la Recarga al acuífero.
- El acuífero o zona permanentemente saturada.

En la Figura 6.2 del capítulo anterior se representa un corte transversal donde se muestran las distintas zonas descritas anteriormente. Se puede hacer un balance en cada una de las zonas donde las variables de estado son los volúmenes almacenados, expresados por unidad de área o altura equivalente ($\text{mm} = \text{l/m}^2$).

En muchas ocasiones se suele utilizar de forma indiferenciada los términos de Infiltración y Recarga. En sentido estricto, tal y como se explicó en un capítulo anterior,

el término Infiltración hace referencia al agua que atraviesa la superficie del suelo mientras que la Recarga es el agua que alcanza el nivel freático de un acuífero. Se trata, por tanto, de conceptos distintos cuyas magnitudes raramente coinciden ya que sólo una parte de la Infiltración vuelve a la atmósfera, otra parte origina Escorrentía Superficial (Escorrentía Epidérmica Superficial), otra queda almacenada en el medio y una pequeña fracción (la que percola en profundidad) constituye la Recarga.

BALANCES DE AGUA EN EL SUELO

De entre las anteriores partes del medio subterráneo definidas, nos centraremos en la parte del suelo edáfico ya que interesa más desde el punto de vista de generación de la Escorrentía Superficial, Evapotranspiración e Infiltración y donde se pueden estimar indirectamente alguna componente del Ciclo Hidrológico. En la Figura 7.6 se muestra la parte del suelo edáfico con las distintas componentes del Ciclo Hidrológico.

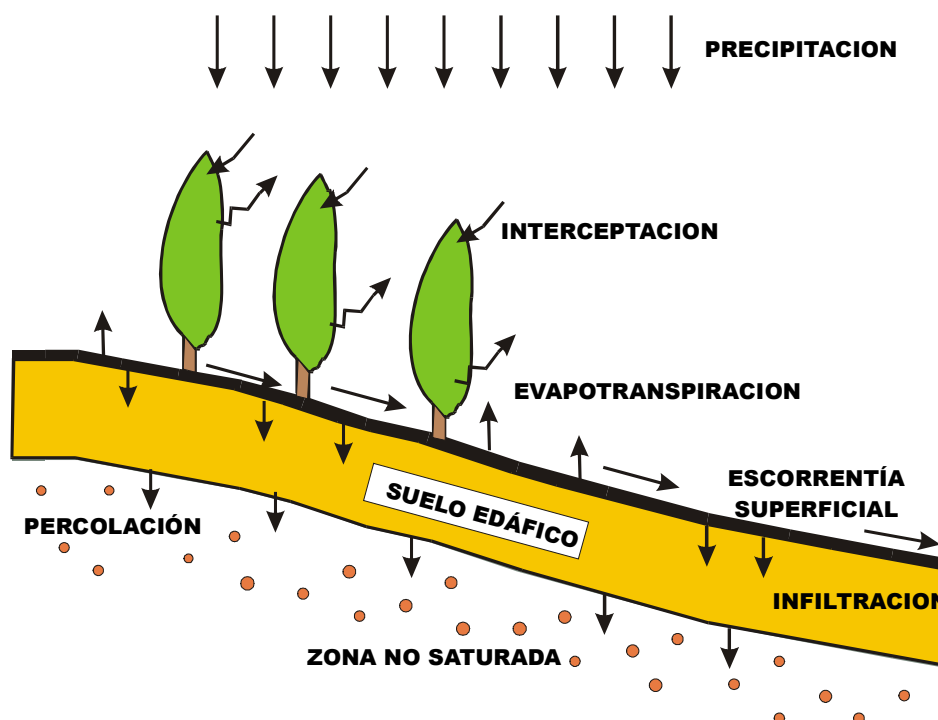


Figura 7.6. Balance de agua en el suelo.

Estimación del Balance de agua

La ecuación básica del balance en la zona del suelo se compone de los siguientes términos:

$$P - IN - ES - ETR - PE = \Delta H \quad (7.5)$$

donde no se ha considerado el Flujo Epidérmico superficial ya que se ha supuesto incluido en la Escorrentía Superficial. En dicha ecuación P es la Precipitación, IN es la Interceptación, ES es la Escorrentía Superficial, ETR la Evapotranspiración real, PE la Percolación a la zona vadosa y ΔH es la variación del contenido de humedad en un intervalo de tiempo determinado.

En sentido estricto la ecuación del balance de agua en el suelo debería incorporar de forma explícita el término de Infiltración (IF). De esta forma, la expresión del balance resulta

$$IF - (ETR + PE) = \Delta H \quad (7.6)$$

con

$$IF = P - IN - ES \quad (7.7)$$

En su forma más simple, este balance responde al modelo conceptual de la Figura 7.6. El agua es almacenada en el suelo por fenómenos de capilaridad. La Precipitación, descontadas las pérdidas por la Interceptación, suponen un aporte de agua al suelo que, a su vez, es consumida por la Evaporación y por la Transpiración. Cuando el agua infiltrada que forma parte de la humedad del suelo alcanza un exceso sobre la capacidad de campo, se produce un flujo descendente (Percolación).

Este tipo de balances son modelos conceptuales extremadamente simples que pueden ser no válidos en todas las situaciones. En su aplicación suele estar implícita la hipótesis de que los parámetros y propiedades son uniformes sobre una determinada zona. Una de las partes esenciales del balance es el cálculo de la ETR, que, a su vez, está relacionado con el método utilizado para calcular la Evapotranspiración potencial ETP y con las condiciones de humedad existentes en el suelo. La validez de este tipo de balances en zonas áridas y semiáridas es muy discutible; generalmente se aplican a zonas húmedas. Los resultados son tanto más fiables cuanto más desarrollado es el suelo, mayores son las condiciones de humedad y, por tanto, cuanto más similares son la ETP y la ETR.

El Balance Hidrometeorológico cuantifica cada uno de los componentes del balance para cada uno de los períodos. Para ello se parte de unas condiciones iniciales de humedad conocidas. El intervalo de tiempo en el que se hace el balance es importante. En el caso de considerarse el año hidrológico como unidad temporal, que engloba los períodos estacionales, el balance es prácticamente nulo; es decir,

$$P - IN - ES - ETR - PE \approx 0 \quad (7.8)$$

la variación de agua es nula, lo que implica que al comienzo del año hidrológico siguiente se repiten las mismas condiciones iniciales de humedad en el suelo que el año precedente. Si la unidad temporal es menor, mes o día por ejemplo, la Ecuación (7.8) no se cumple, teniendo que aplicar la Ecuación (7.5).

A modo de ejemplo, en España el Balance Hidrológico del año hidrológico tiene los siguientes valores medios de los componentes del Ciclo Hidrológico:

Precipitación media anual: 680 mm
 Evapotranspiración media anual: 480 mm
 Escorrentía Superficial media anual: 160 mm
 Recarga media anual: 40 mm

Se puede comprobar que la Precipitación es igual a la suma de la Evapotranspiración, la Escorrentía Superficial y la Recarga.

Humedad y Reservas de agua en el suelo

El concepto de Reserva de Agua Utilizable (RAU) alude a la cantidad de agua que puede retener el suelo y que es susceptible de ser evaporada o consumida por la vegetación. Las plantas precisan, para vivir, que en su zona radicular exista oxígeno libre y por ello esta zona no debe estar permanentemente saturada de agua. Tal y como ya se definió en un capítulo anterior el punto de marchitez es el límite inferior de contenido de humedad, a partir del cual las raíces no tienen fuerza de succión suficiente para extraerla, y la capacidad de campo es el máximo contenido de humedad que el suelo es capaz de retener tras cesar el drenaje natural por gravedad.

La Reserva de Agua Utilizable es la cantidad de agua que el suelo puede almacenar entre los estados de capacidad de campo y de punto de marchitez (Figura 7.7).

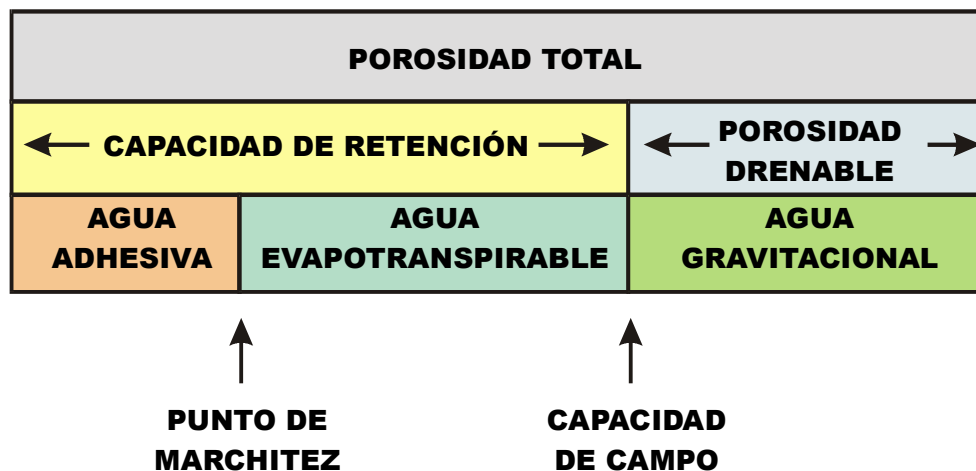


Figura 7.7. Humedad y Reservas de agua en el suelo.

Para un suelo con una capacidad de campo de 0.32 (en volumen), punto de marchitez permanente de 0.11 y con un espesor de 0.3 m, el volumen de agua utilizable o Reserva útil (RAU) vale:

Volumen de la zona radicular por unidad de superficie:

$$1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} = 0.3 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen utilizable o Reserva útil (RAU):

$$0.3 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times (0.32 - 0.11) = 0.063 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 63 \text{ mm}$$

Cálculo de la Evapotranspiración Real

Tal y como se explicó en el Capítulo 4 la Evapotranspiración real se puede estimar aplicando las fórmulas de Coutagne, de Becerril o Turc. En el caso de períodos húmedos en los que las Precipitaciones más las Reservas existentes en el suelo son mayores que la Evapotranspiración potencial (ETP) la ETR coincide con ésta. En caso contrario la ETR coincidirá con el agua disponible que haya. La diferencia entre la ETP y la ETR constituye lo que se llama el déficit hídrico.

El cálculo de la ETR requiere conocer la ETP, los valores de la Precipitación y las condiciones de humedad en el suelo, tal y como se desprende de las fórmulas detalladas en el Capítulo 4.

CÁLCULO DE BALANCES DE AGUA EN EL SUELO

Se describe, a continuación, el proceso de cálculo del Balance Hidrológico en el suelo, para lo cual es necesario conocer los valores de la Precipitación y la ETP. En este caso el balance a realizar es mensual aunque el balance podría hacerse diario.

Para la explicación del balance se va a explicar un ejemplo utilizando los datos de una estación termopluviométrica situada en una cuenca gallega. En este caso la estación utilizada es de “Aranga la Reborica”, cuyos valores medios mensuales de Precipitación y ETP son los que se muestran en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1. Precipitación media mensual y ETP mensual (mm) para la estación de “Aranga la Reborica” en un año hidrológico genérico.

	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sept.
P	200.6	171.6	284	206.2	199.4	161.8	139.6	119.8	66.7	41.5	48.8	93.6
ETP	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	108.8	102.8	81.38

Se ha escogido la estación termopluviométrica de “Aranga la Reborica” por ser representativa de la cuenca del río Mandeo y por ser una de las pocas de esta cuenca que posee los datos necesarios para estimar la ETP por Thornthwaite.

Para la realización del balance hay que conocer el volumen de la Reserva de Agua Utilizable. En este caso se van a suponer dos casos:

- a) La Reserva de Agua Utilizable al comienzo del año hidrológico es completa y que el valor es de 50 mm.

- b) La Reserva al comienzo del año hidrológico está vacía. En los siguientes casos se desprecia la interceptación.

Reserva de Agua Utilizable llena inicialmente

En este caso se supone que la Reserva es de 50 mm. En la Tabla 7.2 se muestra el balance. El valor en las casillas corresponde a los valores mensuales al final de los meses.

Tabla 7.2. Balance Hidrológico mensual sin interceptación.

(mm)	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sept.	Total
P	200.6	171.6	284	206.2	199.4	161.8	139.6	119.8	66.7	41.5	48.8	93.6	1733.6
ETP	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.860	108.89	102.8	81.38	674.17
P-ETP	148.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	-24.16	-67.39	-54	12.22	1059.4
RAU	50	50	50	50	50	50	50	50	25.84	0	0	12.22	
VRU									-24.16	-25.84	0	12.22	-37.78
EXC.	148.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	0	0	0	0	1192.7
DEF.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.55	54	0	95.55
ETR	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	67.34	48.8	81.38	578.62

donde P es la precipitación media mensual, RAU es la Reserva de Agua Utilizable, VRU es la variación de la Reserva de Agua Utilizable, EXC son los excedentes (agua que formará parte de la Escorrentía Superficial y agua que percola a la zona no saturada) y DEF son los déficits.

Durante el mes de octubre la precipitación es superior a la ETP ($P > ETP$), por lo que la diferencia entre estos dos valores serán excedentes (Escorrentía Superficial más Infiltración) y no hay, ni déficits ni variación de Reservas (VRU). En consecuencia, los valores de la ETR y la ETP coinciden ya que la ETP se puede conseguir entre la Precipitación y la Reserva de Agua Utilizable (existencia de suficiente agua en el terreno).

Esta situación se repite hasta el mes de Junio, con sus distintos valores. En este mes la ETP es superior a la Precipitación, por lo que se evapotranspira parte del agua de la Reserva del suelo (24.16 mm). Este valor es el de variación de la Reserva. En la Reserva se produce una disminución quedando $50 - 24.16 = 25.84$ mm. Por ello, tampoco hay excedentes ni déficits y se tiene que $ETR = ETP$ ya que se alcanza este valor entre la Precipitación y la Reserva.

En el mes de Julio la ETP también es superior a la Precipitación ($41.5 - 108.89 = -67.39$). Esta diferencia es cubierta en parte con el resto de agua que queda en la Reserva (25.84 mm). Aún así, no hay tanta agua para que se evapotranspire, por lo que se produce déficit ($67.39 - 25.84 = 41.55$ mm) y la Reserva de agua en el suelo queda nula. En consecuencia, la ETR no coincide con la ETP, solamente se puede evapotranspirar el agua que hay y no la potencialmente susceptible. La ETR será la suma de la Precipitación más la Reserva existente a principio de mes ($41.5 + 25.84 = 67.34$ mm). No hay excedentes y el déficit es la diferencia entre la ETP y la ETR.

En el mes de Agosto también se cumple que la Precipitación es inferior a la ETP ya que $48.8 - 102.8 = -54$ mm. Puesto que las Reservas están agotadas sólo se podrá evapotranspirar el agua de lluvia por lo que $ETR = 48.8$ mm.

En el mes de Septiembre las Precipitaciones vuelven a ser superiores a la ETP ($P-ETP = 12.22$ mm). Este exceso pasa a rellenar las Reservas del suelo. Dado que no se sobrepasa el valor de máxima reserva (50 mm) no se producen excedentes. Tampoco hay déficits y por ello $ETR = ETP$.

En la Figura 7.8 se muestra la evolución temporal a lo largo del año hidrológico de la Precipitación, ETP y ETR.

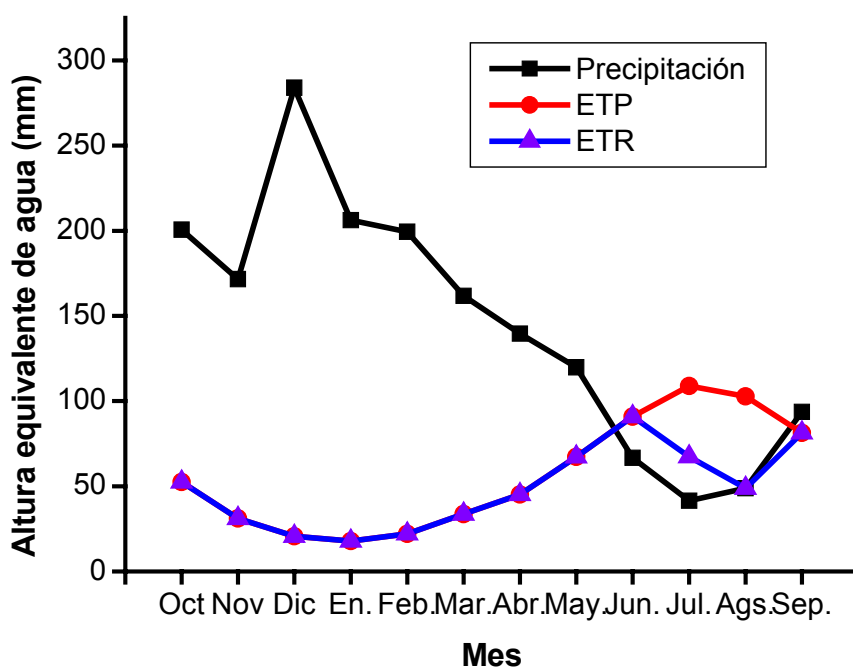


Figura 7.8. Evolución temporal de la Precipitación, ETP y ETR en el año hidrológico. Magnitudes mensuales.

Analizando los datos globales se puede observar que los valores de ETP y ETR no son muy diferentes y que sólo en dos meses no se satisfacen las necesidades de la ETP, lo que confirma las características climáticas de la cuenca que se puede calificar de zona húmeda.

Reserva de Agua Utilizable vacía inicialmente

En este caso se muestra el balance de la Tabla 7.2 con esta modificación (Tabla 7.3)

Tabla 7.3. Balance Hidrológico mensual sin interceptación. Reserva inicial vacía.

(mm)	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sept.	Total
P	200.6	171.6	284	206.2	199.4	161.8	139.6	119.8	66.7	41.5	48.8	93.6	1733.6
ETP	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.860	108.89	102.8	81.38	674.17
P-ETP	148.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	-24.16	-67.39	-54	12.22	1059.4
RAU	50	50	50	50	50	50	50	50	25.84	0	0	12.22	
VRU	50								-24.16	-25.84	0	12.22	12.22
EXC.	98.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	0	0	0	0	1142.7
DEF.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.55	54	0	95.55
ETR	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	67.34	48.8	81.38	578.62

Se puede comprobar que lo único que varía es, en este caso, el excedente que resultará 50 mm menor que en la Tabla 7.2, ya que de los 148.07 mm, 50 mm se quedan en el suelo en forma de Reserva. El resto (98.07 mm) constituiría el excedente (Percolación y Escorrentía Superficial).

Consideración de la Interceptación

En el supuesto caso de que se considere la Interceptación, el balance cambiaría al distraer la cantidad de ésta de la precipitación. Generalmente, desde el punto de vista práctico, se suele estimar como un porcentaje (o un tanto por uno) de la precipitación, tal y como se definió en un capítulo anterior:

$$IN = \alpha \cdot P \quad (7.9)$$

donde α es un valor comprendido entre 0 y 1. En el ejemplo que está sirviendo de referencia se ha utilizado un α de 0.15, acorde con las características de la cuenca del Mandeo y que aluden a la cobertura vegetal y que son las que determinan el valor de ese coeficiente. Los resultados del balance se muestran en la Tabla 7.4. En dicho balance se ha supuesto que al inicio del año hidrológico la Reserva está llena.

Tabla 7.4. Balance Hidrológico mensual considerando Interceptación. Reserva inicial llena.

(mm)	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sept.	Total
P	200.6	171.6	284	206.2	199.4	161.8	139.6	119.8	66.7	41.5	48.8	93.6	1733.6
IN	30.09	25.74	42.6	30.93	29.91	24.27	20.94	17.97	10.01	6.23	7.32	14.04	260.04
ETP	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.860	108.89	102.80	81.38	674.17
P-IN-ETP	117.98	114.71	220.74	157.47	147.43	103.85	73.48	34.59	-35.85	-73.62	-61.32	-1.82	799.39
RAU	50	50	50	50	50	50	50	50	14.15	0	0	0	
VRU									-35.85	-14.15	0	0	-50
EXC.	117.98	114.71	220.74	157.47	147.43	103.85	73.48	34.59	0	0	0	0	970.25
DEF.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59.47	61.32	1.82	122.61
ETR	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	49.42	41.48	79.56	551.56

El valor de la Interceptación afecta en el valor de los excedentes totales disminuyendo en 222.45 mm (1192.7 - 970.25), comparando las Tablas 7.2 y 7.4. Por otra parte, el

déficit total aumenta y la ETR disminuye, ya que el agua interceptada no está incluida en la evapotranspirada. Se supone que el agua interceptada queda retenida en las plantas sin que se evapore.

Para elaborar la Tabla 7.4 hay que tener en cuenta que al agua precipitada hay que sustraerle la interceptada; y, una vez así, se detrae la ETP. El déficit se calculará precisamente a partir del agua posible que se puede evapotranspirar (P-IN) y la potencialmente factible (ETP) cuando $P - IN - Reservas < ETP$. Por ejemplo, en el mes de Julio de la Tabla 7.4, el déficit será:

$$Def = P - IN - ETP - RAU = 73.62 - 14.15 = 59.47 \text{ mm en valor absoluto}$$

Con el propósito de ilustrar la sensibilidad de los resultados del balance al valor de la Reserva útil, se han rehecho los cálculos de la Tabla 7.2, teniendo en cuenta una Reserva máxima de 100 mm en lugar de 50 mm. En la Tabla 7.5 se muestran los resultados.

Tabla 7.5. Balance Hidrológico mensual sin interceptación. Reserva de 100 mm, inicialmente llena.

(mm)	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ags.	Sept.	Total
P	200.6	171.6	284	206.2	199.4	161.8	139.6	119.8	66.7	41.5	48.8	93.6	1733.6
ETP	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	108.89	102.8	81.38	674.17
P-ETP	148.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	-24.16	-67.39	-54	12.22	1059.4
RAU	100	100	100	100	100	100	100	100	75.84	8.45	0	12.22	
VRU									-24.16	-67.39	-8.45	12.22	-87.78
EXC.	148.07	140.45	263.34	188.4	177.34	128.12	94.42	52.58	0	0	0	0	1192.7
DEF.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45.55	0	45.55
ETR	52.53	31.15	20.65	17.79	22.06	33.67	45.17	67.22	90.86	108.89	57.25	81.38	628.62

Los resultados básicamente coinciden con los de la Tabla 7.2 excepto que el déficit disminuye en 50 mm (incremento de la RAU = $100 - 50 = 50$ mm) y la ETR aumenta en 50 mm (de 578.62 a 628.62 mm). Por otra parte, los excedentes no cambian para este caso particular, se mantiene su valor total de 1192.7 mm.