



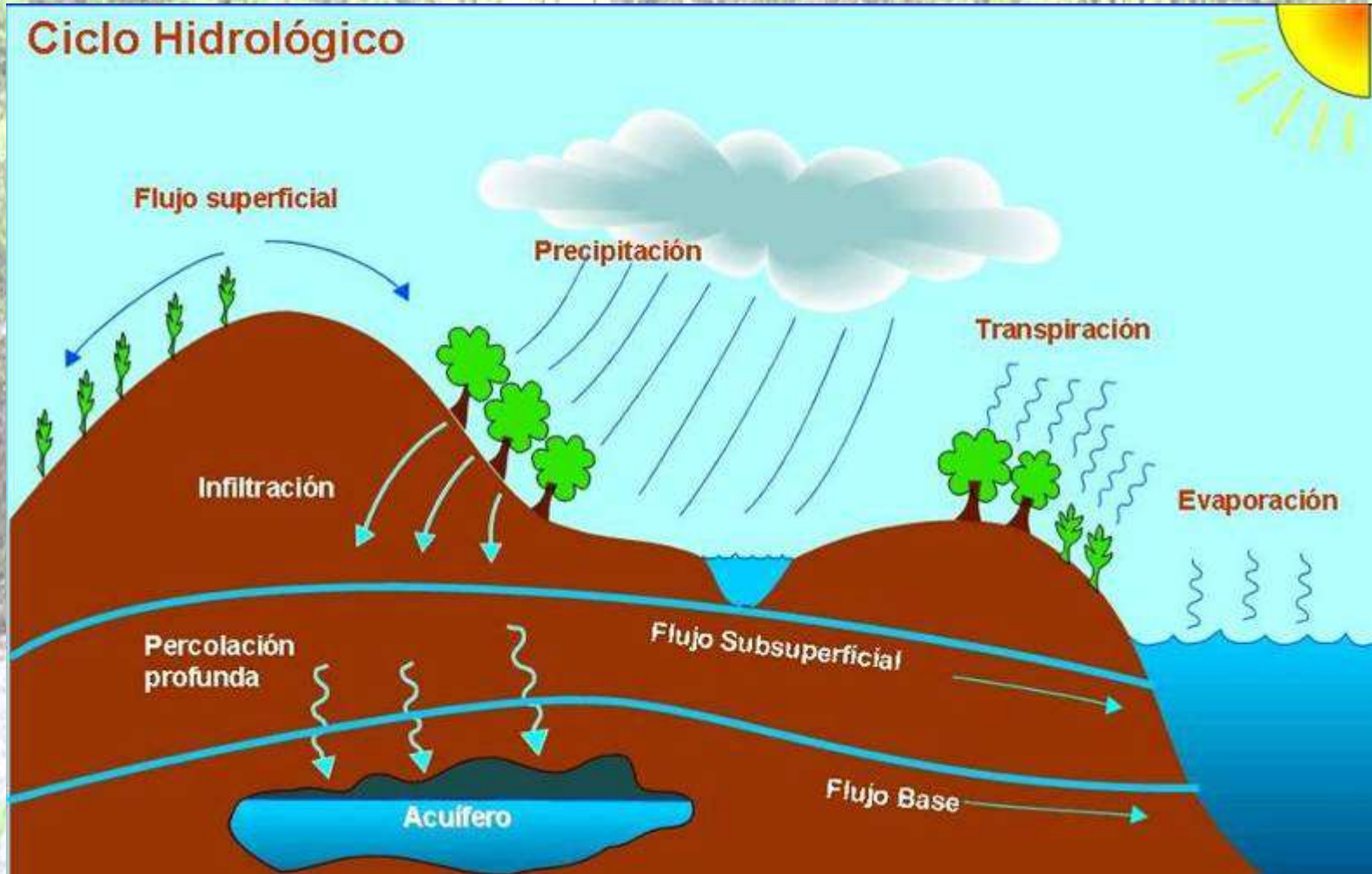
*Jornadas Técnicas 25 de mayo de 2011*

**TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA.  
EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN  
DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES  
Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE  
CUENCA**

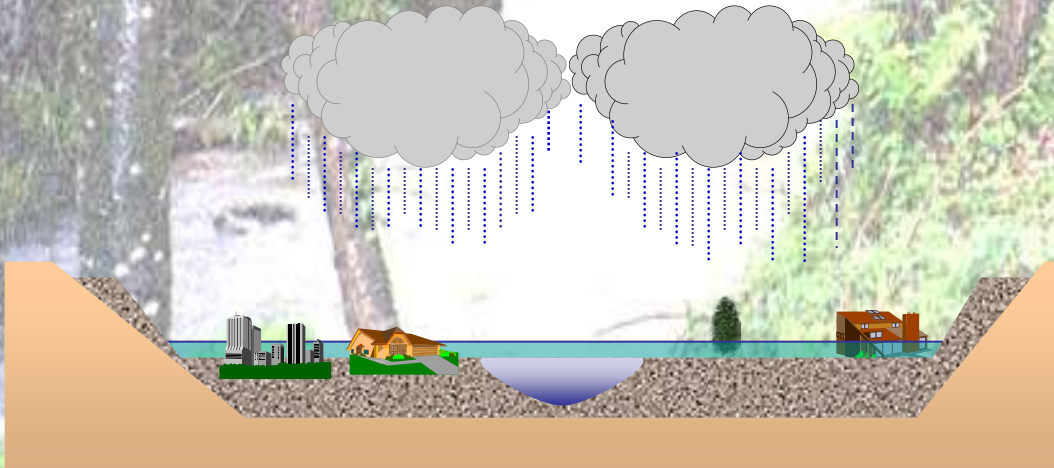
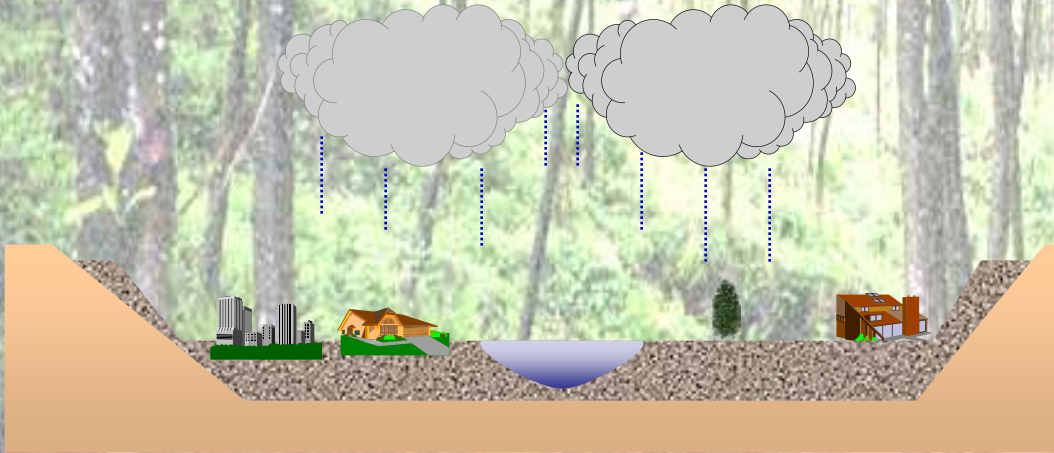


*C. Copano González de Heredia  
M. Díaz Romero*

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

ELEMENTO DEL BALANCE	PARÁMETRO	EFEECTO	INFLUENCIA SOBRE
CLIMA	Luminosidad	1.Cualitativamente: disminuye las longitudes de onda rojas y azules (las frondosas) 2.Cuantitativamente: reduce la luminosidad entre un 5-20%	1.Balance de radiación 2.Evapotranspiración
	Temperatura	1.Reduce las temperaturas extremas 2.Mantiene las medias de los meses fríos y disminuye las medias de los meses cálidos 3.Disminuye la media anual en unos 4°C	1.Evapotranspiración 2.Humedad relativa
	Viento	1.Reduce la velocidad a 1/4 ó 1/5 de la del raso	1.Evapotranspiración 2.Humedad relativa
	Humedad relativa	1.La aumenta en un 10% como media (por menor temperatura y mayor dificultad de difusión del vapor de agua, entre otras cosas)	1.Evapotranspiración
	Precipitaciones	1.En las ciclónicas no influye. En las convectivas tiene una ligera influencia, si bien está poco precisada. En las orográficas las incrementa, de forma que aumenta las precipitaciones totales entre un 2-3% 2.Incrementa el agua captada por las precipitaciones no convencionales tales como el rocío, la escarcha, las precipitaciones ocultas y las precipitaciones horizontales (estas últimas son especialmente importantes en bosques de zonas sometidas a vientos marítimos) 3.Intercepción: las masas forestales captan parte de la lluvia originando unas pérdidas respecto del agua que alcanza el suelo. Dicha intercepción se valora en un 30% de las precipitaciones para las coníferas, entre 15-20% para las frondosas, y cantidades inferiores para matorrales y pastos; la cubierta en contacto con el suelo también produce una intercepción importante, dependiendo de su espesor y composición. El agua interceptada termina por evaporarse, contribuyendo así, al proceso de evapotranspiración del sistema	1.Disponibilidades hídricas 2.Evapotranspiración 3.Balance de radiación

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

ELEMENTO DEL BALANCE	PARÁMETRO	EFEECTO	INFLUENCIA SOBRE
AGUA	Esorrentía	1.La disminuye al conjugarse la mayor capacidad de infiltración que producen; la intercepción que generan; la mayor rugosidad de la superficie del suelo y los mayores obstáculos que interpone, lo que produce una fuerte disminución de la velocidad del escurrimiento, que a su vez influye en la disminución del caudal punta y en la pérdida de volumen por mayor infiltración y evaporación debido al retraso; la transpiración de las plantas, que regula la humedad del suelo y mantiene una cierta capacidad de almacenamiento aún en épocas húmedas; y por la gran capacidad de absorción que tiene la cubierta de restos vegetales y la capa de humus propias de las masas forestales	1.Caudales punta 2.Disponibilidades hídricas 3.Infiltración 4.Evapotranspiración
	Evapotranspiración	1.Además de su influencia en los elementos climáticos que la regulan, las masas forestales intervienen en el balance de la evapotranspiración a través de la composición de las masas (especies que las configuran), de la densidad de las mismas y de la edad de sus individuos, fundamentalmente	1.Evapotranspiración
	Calidad	1.Producen una disminución de sedimentos; introducen menos carga de nutrientes, nitrógeno y fósforo principalmente, en las aguas que drenan, lo cual es muy positivo por los riesgos que conlleva, en el caso de suministros de aguas potables, la presencia de un exceso de nitratos, difícil de corregir en las plantas de tratamiento de aguas; disminuye la temperatura de las aguas, lo que propicia un mayor contenido de oxígeno y una mayor capacidad depuradora; y además, las masas forestales regulan la calidad de las aguas evitando las oscilaciones bruscas de temperaturas.	1.Disponibilidades hídricas 2.Mantenimiento y equilibrio de los ecosistemas
SUELO	Infiltración	Modifican la capacidad de infiltración de un suelo mediante: la intercepción inicial de las gotas de lluvia, que retarda su llegada al suelo disminuyendo su intensidad; el escurrimiento a lo largo del tronco, agua que se incorpora en su mayoría al suelo a través de la base del tronco; la gran capacidad de absorción de las cubiertas de restos vegetales y húmicas, retrasando el punto de encharcamiento; la mayor porosidad de que dotan a los suelos forestales los sistemas radicales y la materia orgánica incorporada, que establecen una permeabilidad superior a la de cualquier otra cubierta vegetal; y, finalmente, un incremento de la propia capacidad de absorción de agua por el suelo, consecuencia de su modificación estructural debida al arbolado.	1.Recarga de la capacidad de campo 2.Aumento de las reservas de aguas subterráneas

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## 1.- Replantaciones y silvicultura para la recarga en profundidad:

Estaría justificada en zonas de especial interés para la recarga de acuíferos. Los criterios de aplicación son:

- Creación de masas pluriespecíficas y con numerosos estratos.
- Favorecer a las especies de alto valor edificador y bajo consumo de agua, eliminando a las hidrófilas.
- Potenciar las especies con sistemas radicales adaptados a las condiciones edáficas y de recarga del acuífero correspondiente.

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## 2.- Preparación mecanizada del suelo para favorecer la infiltración:

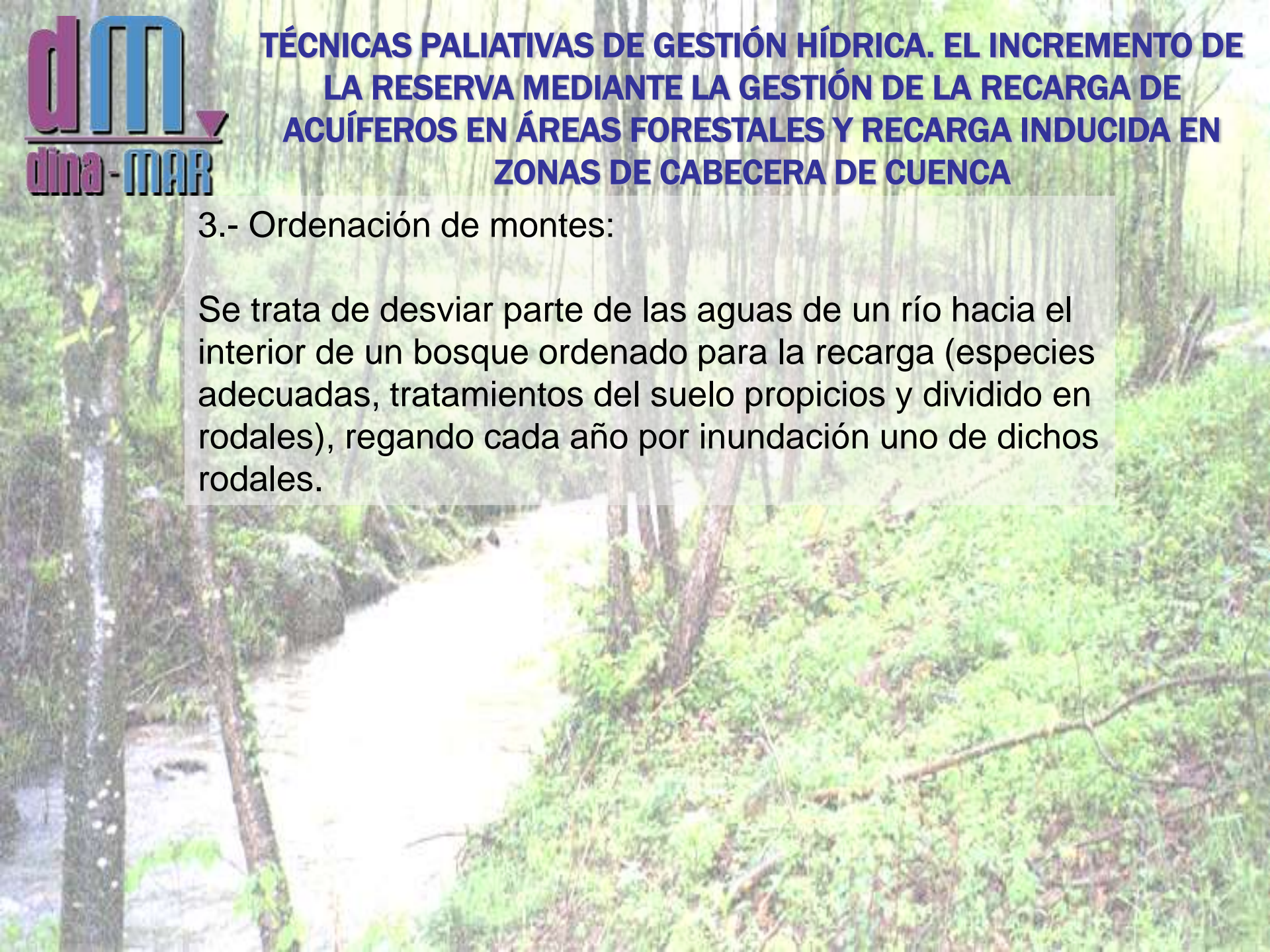
- Crear surcos que favorezcan la infiltración
- Disminuir la escorrentía superficial
- Facilitar la implantación y desarrollo de las plantas



## TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

### 3.- Ordenación de montes:

Se trata de desviar parte de las aguas de un río hacia el interior de un bosque ordenado para la recarga (especies adecuadas, tratamientos del suelo propicios y dividido en rodales), regando cada año por inundación uno de dichos rodales.





# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## 4.- Restauración y mantenimiento de bancales:

Los bancales son rellanos artificiales, de forma más o menos rectangular, que interrumpen la pendiente de un terreno, favoreciendo su disponibilidad para el cultivo.

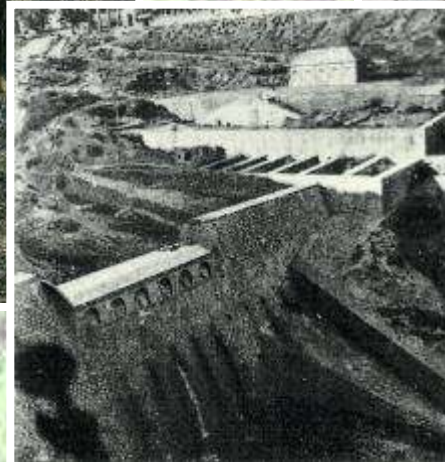
Las especies a utilizar dependen de la zona climática en donde se encuentren los bancales, pero se suele buscar una vegetación diversa, con alto nivel protector y con una mezcla de estratos. Deben plantarse con marcos amplios, de 3 x 3 o, mejor, de 4 x 4.



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## 5.- Aprovechamiento de las aguas de escorrentía.

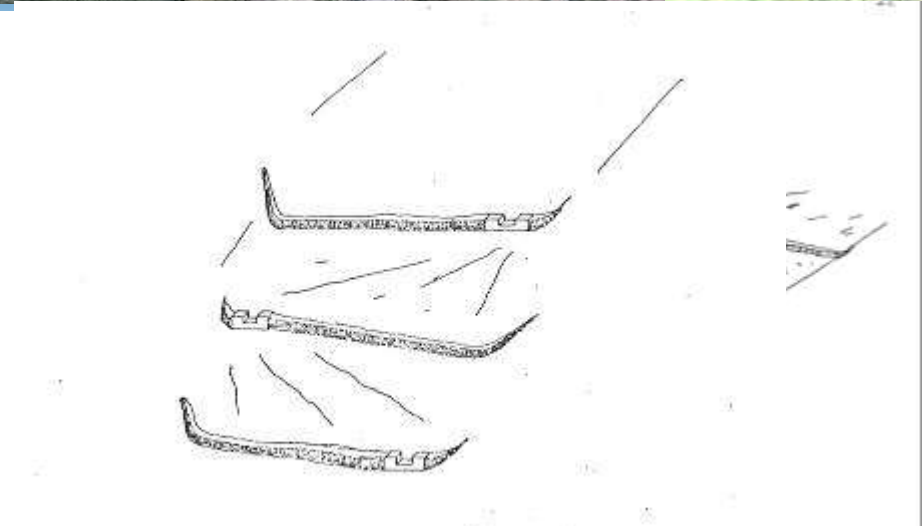
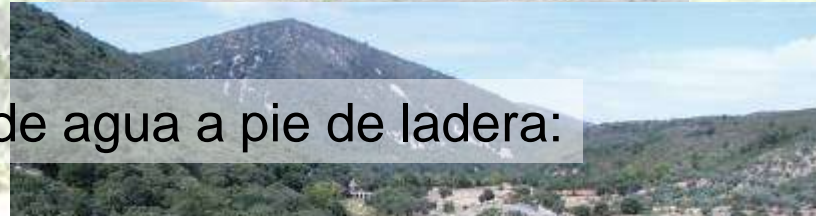
Los diques, si bien se construyen normalmente con otros fines (laminación, retenida, consolidación), pueden, según los casos, servir también como infraestructuras para embalsar las aguas.



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## 5.- Aprovechamiento de las aguas de escorrentía (II).

- Recogida de agua por impermeabilización de superficies:
- Pequeñas presas en cauces fluviales, a modo de pequeños embalses:
- Balsas de recogida de agua a pie de ladera:
- Boqueras:
- Atochadas:



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

Otros beneficios de las masas forestales sobre el agua:

- mayor aumento de la calidad, lo que a su vez supone:
  - menores costes de depuración
  - mayor garantía sanitaria
- conservación de ecosistemas húmedos:
  - beneficio ecológico y de conservación de la biodiversidad
  - impide la intrusión marina y otros problemas de contaminación
  - mantiene el paisaje y permite mayor disfrute recreativo y cultural.



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## UN PASO MÁS: BALANCE HÍDRICO

1.- Replantaciones para la recarga en profundidad: cuantificar la influencia de las masas forestales arboladas de cara a una mayor disponibilidad del elemento **agua**.

× Objetivo: establecer un método que permita la realización de un balance hídrico que refleje dichos beneficios.

× Caso estudio: Acuíferos de la Comunidad Valenciana.

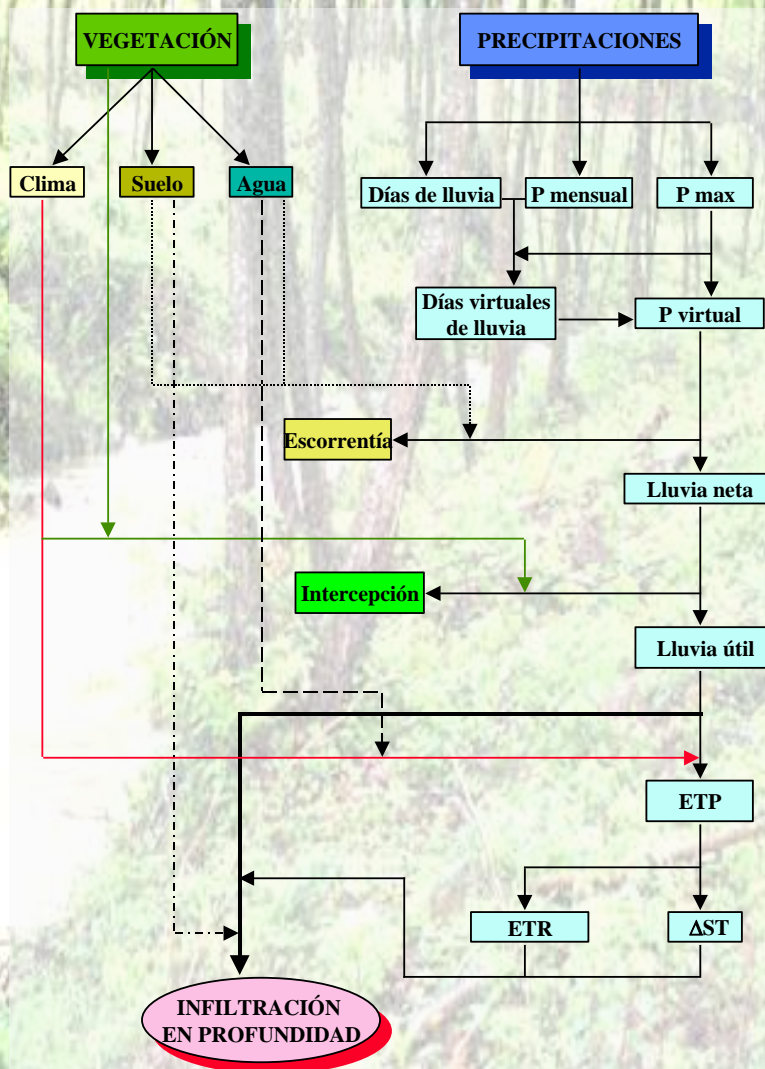
Se diseña un balance hídrico que se calcula en la situación actual y en la situación futura tras una repoblación forestal.

Se persigue la determinación de los incrementos en los recursos hídricos subterráneos que pueden producirse como consecuencia de la mejora de las masas forestales en las superficies de afloramiento de los acuíferos valencianos.

El balance se realiza en cada caso para año medio, año seco y año húmedo.

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## ESQUEMA BALANCE HÍDRICO



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

## RESULTADOS

1.- La problemática de los balances es un fenómeno muy complejo en el que intervienen gran cantidad de factores, cuyo orden, según el presente estudio es el siguiente:

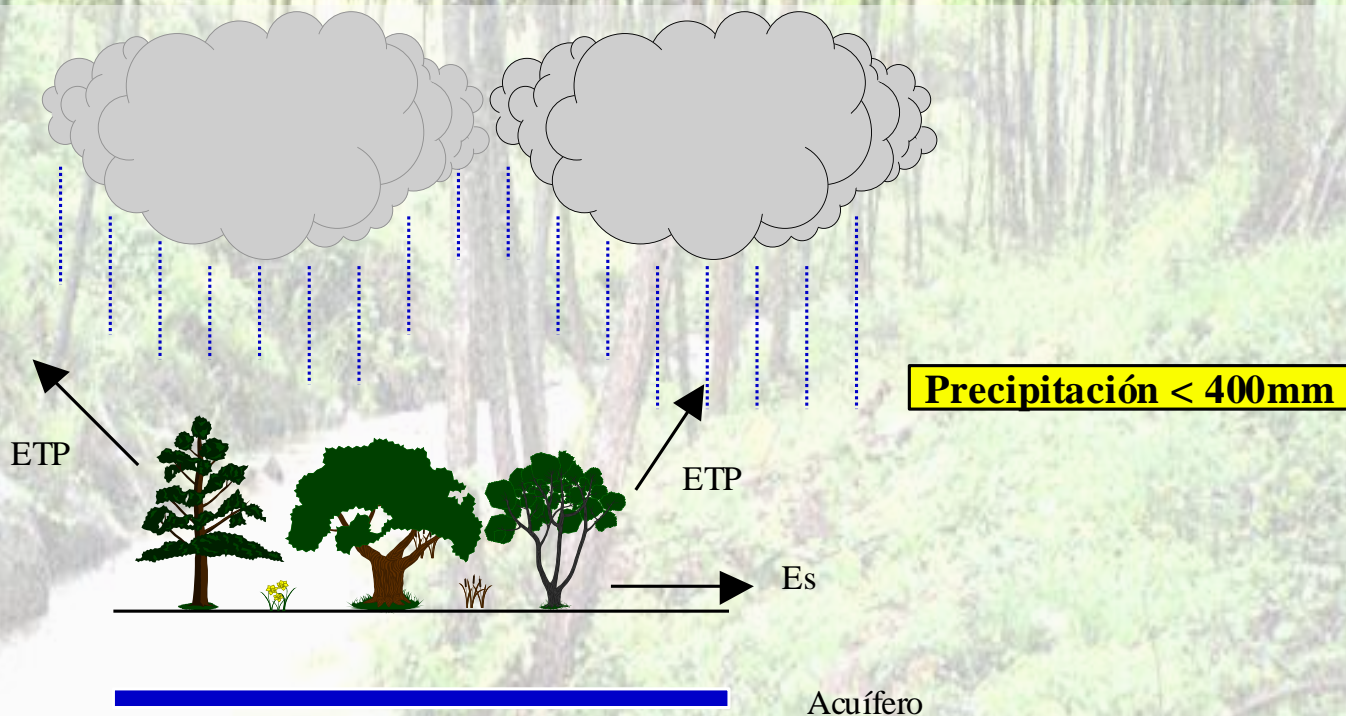
- Precipitación (cantidad total)
- Temperatura (sobre todo para unos determinados valores extremos) y porcentaje de mejora de la cubierta vegetal
- Variación de la escorrentía
- Resto (distribución de la precipitación, viento, capacidad de campo)

Lo que realmente condiciona el proceso del balance hídrico es la interrelación entre todos los factores medioambientales.

2.- En función de las características ambientales, se presentan en la Comunidad Valenciana los siguientes casos: Zonas A, B y C

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

**ZONA A**

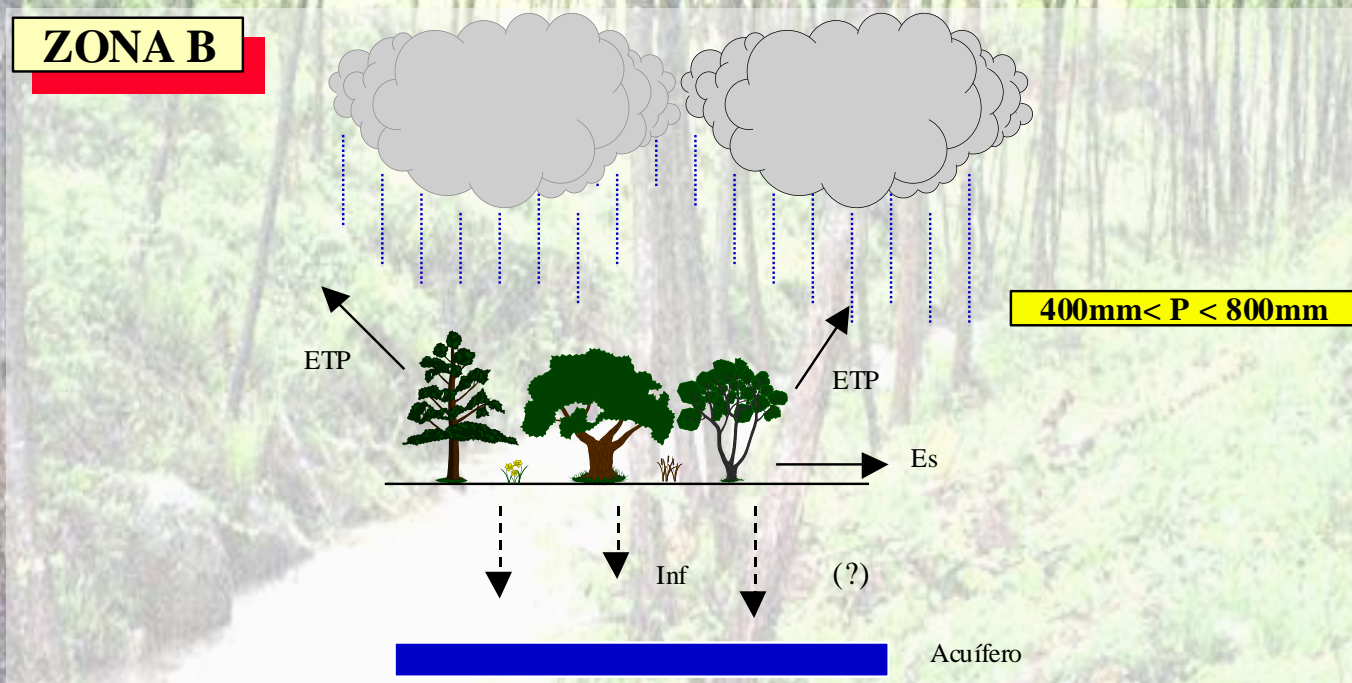


Zona A: Áreas con precipitaciones inferiores a 400 mm anuales.

En ellas nunca hay infiltración; la recarga de los acuíferos se produce solamente cuando acontecen fuertes lluvias en eventos ocasionales.



# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

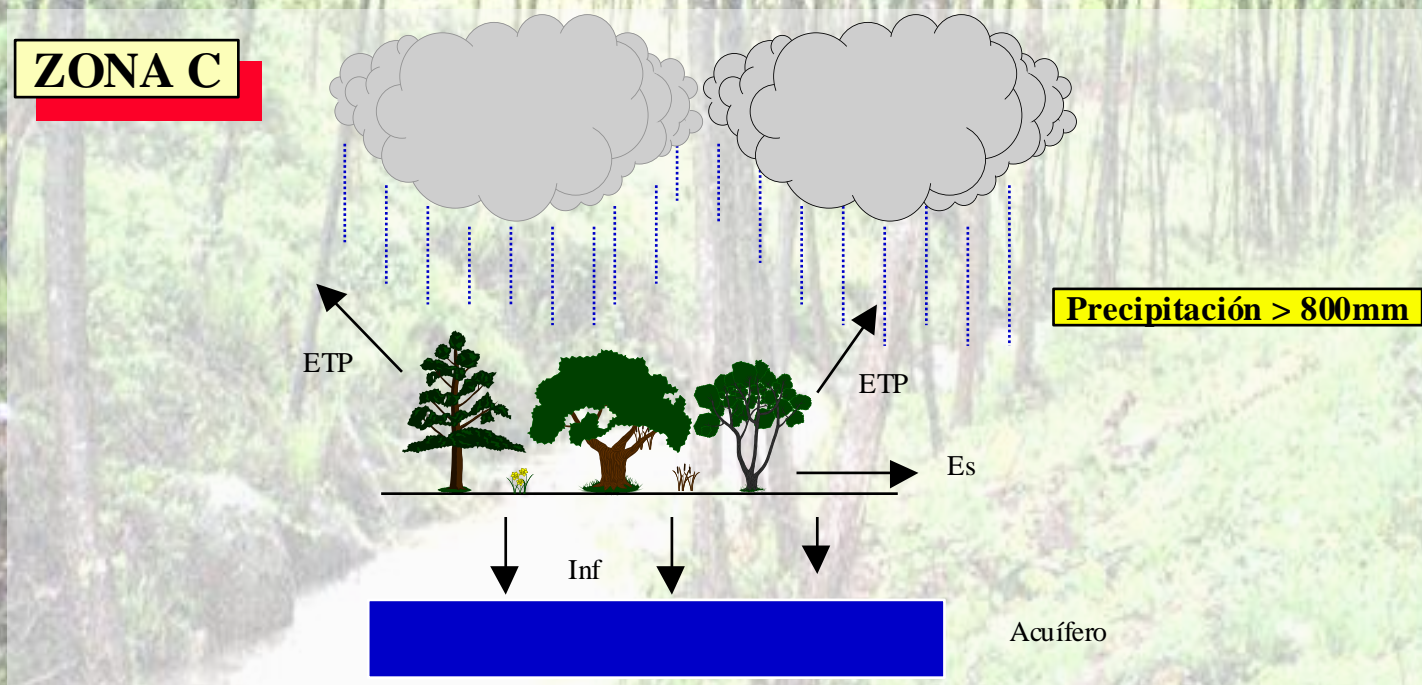


Zona B: Áreas con precipitaciones entre 400 mm y 800 mm anuales.

Se presenta una gran variabilidad. Hay casos en los que se produce un aumento del agua infiltrada al acuífero y otros en los que no. Esta diversidad está en función, sobre todo, del grado de intensidad de las mejoras.

Por encima de los 500 mm casi siempre se produce un incremento del agua infiltrada.

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA



Zona C: Áreas con una precipitación superior a los 800 mm anuales.

Siempre que se mejora la cubierta vegetal se produce un incremento en la cantidad de agua infiltrada al acuífero, y este incremento es tanto mayor cuanto más intensa es la mejora de las masas forestales.

## TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA

La realización de una serie de infraestructuras en las cuencas de cabecera y a lo largo de los cauces, así como la reforestación de áreas de recarga y su gestión adecuada, suponen un incremento en la cantidad de agua subterránea que recarga los acuíferos y en las disponibilidades hídricas para diversos usos en la zona afectada. Igualmente, esa gestión forestal favorece una mayor calidad de las aguas y el mantenimiento o aparición de unos ecosistemas con mayor biodiversidad y calidad ambiental.

“Los bosques son el proveedor universal de los manantiales. Hacen más esponjoso y absorbente el suelo; la mullida alfombra de césped que se tiende a su sombra, lo consolida; los brezales aprisionan como otras tantas redes las hojas secas, y las hojas, obrando como esponja, retienen el agua de la lluvia y la obligan a filtrarse a través de la roca, hasta los depósitos formados en las entrañas de los montes, o a derramarse por los estratos inclinados que las llevan a largas distancias. (...) El caudal de los manantiales y, por consiguiente, el número de ellos, es doble en los terrenos poblados que en los desolados.”

# TÉCNICAS PALIATIVAS DE GESTIÓN HÍDRICA. EL INCREMENTO DE LA RESERVA MEDIANTE LA GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS EN ÁREAS FORESTALES Y RECARGA INDUCIDA EN ZONAS DE CABECERA DE CUENCA



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN