

4 = 25 Lira

Sr. Salvador (D. Amós)

179

R

MDS  
7409

Congreso de Riegos, de Sevilla

# La conservación de las obras hidráulicas

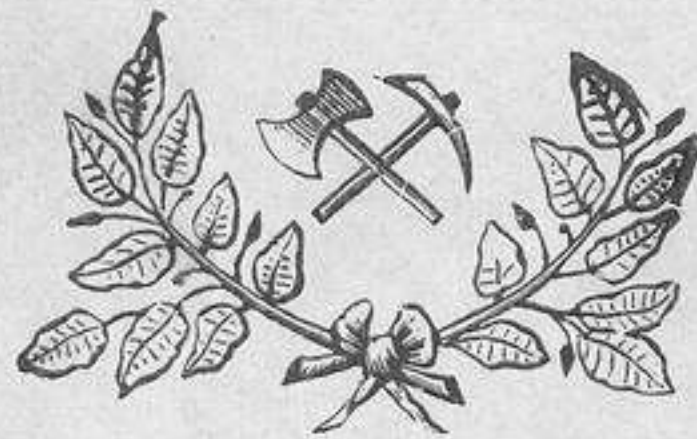
por los

## trabajos hidrológico-forestales

por

**N. Ricardo García-Cañada**

Ingeniero Jefe de Montes.



MADRID

IMPRESA Y ENCUADERNACIÓN DE JULIO COSANO

SUCESOR DE RICARDO F. DE ROJAS

Torija, 5.—Teléfono M 316.

1918



**NO SE PRESTA**

**BIBLIOTECA CENTRAL DE LA RIOJA**



**10000201262**

**MDS 007104**



T=70260

C-201.262

Donativo de S. Anón, Palencia,  
25 Octubre 1918

Congreso de Riegos, de Sevilla

R  
9398  
X

# La conservación de las obras hidráulicas

por los

## trabajos hidrológico-forestales

por

**N. Ricardo García-Cañada**

Ingeniero Jefe de Montes.

### SUMARIO:

Comunicación presentada por el Sr. García Cañada.—Refutación de las conclusiones propuestas por el Sr. González Quijano.—Conclusiones propuestas por los Sres. Madariaga y Quijano, y las aprobadas por unanimidad por el Congreso.

P. 80. 923

MADRID

IMPRENTA Y ENCUADERNACIÓN DE JULIO COSANO  
SUCESOR DE RICARDO F. DE ROJAS  
Torija, 5.—Teléfono M 316.

—  
1918





Al Excmo Sr. D. Amós Salvador y Nooriga-  
nes en prueba de verolatera amistosa y ca-  
rino

Nicolas de la Cauda





## Conservación de las obras hidráulicas por los trabajos hidrológico-forestales <sup>(1)</sup>

El aterramiento de los pantanos y de los canales ha sido, y es todavía, uno de los problemas que más ha preocupado y hace pensar a los Ingenieros proyectistas y directores de estas obras hidráulicas, sin que hasta la fecha hayan encontrado para él una solución satisfactoria.

Ni los sistemas preventivos, tales como la construcción de depósitos de decantación o de descarga por encima de los vasos de los pantanos, o la reserva de una parte de la altura de estos vasos para almacenar en ella una cantidad determinada de materiales sólidos, con el fin de que pueda conservarse, durante bastantes años, la capacidad suficiente para el agua necesaria al servicio a que la obra se destina, ni el procedimiento de limpia natural o español, ni los artificiales de Tremaux, Delamarre, Calmels, Jandin, Gregoire y otros resuelven prácticamente la cuestión.

Y aunque ésta llegara a solucionarse por otros procedimientos en lo relativo a la extracción de materiales sólidos, aun quedaría la protesta inevitable de los ribereños de aguas abajo de las presas, por los daños que les ocasionan las aguas turbias y limosas en la época de las limpias; nosotros podríamos citar una muy enérgica, hecha con motivo de la limpia de un pantano de reciente construcción, que estuvo a punto de producir una grave alteración de orden público.

Es preciso, entonces, orientar la resolución del problema

---

(1) Comunicación presentada al tema de la ponencia de la Sección 5.<sup>a</sup> del II Congreso Nacional de Riegos, «Necesidad de la repoblación de las cuencas de abastecimiento de pantanos y laderas de los canales de riego».



por distintos derroteros de los seguidos hasta aquí; hay que tender necesariamente hacia los procedimientos que impidan que los materiales pétreos y terrosos vayan a parar a los cursos de agua que alimentan a las obras hidráulicas.

Ahora bien; es evidente que el procedimiento ideal para la conservación de la capacidad de los pantanos y de los canales sería aquel que, además de impedir que llegasen a estas obras materiales sólidos, produjera, por lo menos, la cantidad necesaria para amortizar el capital representativo de los gastos de instalación y de sus intereses y para cubrir los gastos de entretenimiento; la repoblación forestal de la cuenca de los cursos de agua alimentadores de las obras hidráulicas, unas veces sola y otras combinada con las obras de arte que se emplean en la corrección de los torrentes y en la fijación y detenimiento de los aludes de nieve, es, en muchos casos, el procedimiento que más se acerca a este ideal. Vamos a demostrarlo.

Observad los efectos que producen una serie de fuertes aguaceros, cuando caen en las cuencas de dos cursos de agua, una de ellas desnuda, la otra poblada de árboles, y las dos de terreno fácilmente erosionable, de poca permeabilidad y de gran pendiente.

En el primer caso, el agua llega al suelo con gran velocidad y le va robando poco a poco su tierra vegetal, asurcándolo primero, abarrancándolo después, y formándose, por último, el torrente: curso de agua que, en las grandes avenidas, arrastra hasta el confluente, que es casi siempre un río torrencial, los materiales pétreos y terrosos procedentes de las laderas y de su lecho y márgenes. Estos materiales sólidos, disueltos o en suspensión en el agua, o arrastrados por ella, son los que principalmente atierran y entarquinan las obras hidráulicas.

Por el contrario, en la cuenca arbolada, el agua encuentra primero a las copas y troncos de los árboles, que constituyen el vuelo de los montes, después al subvuelo, y, por último, a los arbustos y matas; y es evidente que, en esta serie de saltos y de choques, el agua se fracciona y pierde, no sólo una gran parte de su masa, sino también casi toda su velocidad. La fuerza viva del agua experimentará, por estas dos causas, una disminución importante, y le sucederá lo mismo, por lo tanto, a su fuerza de socavación.

Una vez el agua en el suelo, encuentra a la cubierta muerta



que le sirve como de coraza protectora contra la erosión, y ya en la tierra vegetal, el agua no puede producir socavaciones importantes, porque la red inextricable formada por las raíces de las plantas de la cubierta viva, la sujetan y aprisionan fuertemente.

Y aun suponiendo una tempestad muy intensa y de tan larga duración, que las lluvias llegasen a producir en la cuenca arbolada verdaderas corrientes de agua, al resbalar ésta por la línea de máxima pendiente, tropieza con los troncos y con las raíces superficiales de los árboles, de los arbustos y de las matas, y con las malezas y despojos que tanto abundan en el suelo de los montes, obstáculos todos difíciles de vencer, porque la velocidad del líquido encuentra a cada paso un punto muerto, la corriente, pequeños tajamares que la dividen, y la capa líquida, que en una cuenca desnuda tiene una forma de erosión avasalladora, cuando choca con los obstáculos infinitos de un monte, no es más que una serie de fuerzas que obran independientemente unas de otras, que actúan en puntos distintos y en tiempos desiguales, sin que puedan llegar a sumarse en una resultante única de gran potencia.

Mr. Foster demostró, hace ya bastantes años, la favorable influencia del arbolado forestal contra el abarrancamiento de las laderas, por medio de la experiencia siguiente:

«Las observaciones se han hecho sobre una vertiente inclinada a 45°, dividida en tres partes: la primera, cubierta desde la cima hasta el *thalweg* de un buen monte de encinas y de hayas; la segunda, completamente desnuda, y la tercera, desnuda en la parte superior; pero en la baja, a lo largo del arroyo, se había conservado una faja poblada, que sube hasta la cuarta parte de la altura de la ladera y varía de 400 a 500 metros.

En la primera, que está totalmente poblada y ocupa los  $\frac{6}{7}$  de la superficie total, *no hay un solo barranco*.

En la segunda, totalmente desnuda, que no ocupa ni aun la décima parte de la superficie total, *hay tres barrancos*, de los que Mr. Foster ha medido de 50 en 50 metros, las secciones crecientes desde la cima al *thalweg*; y para el más considerable de estos barrancos, la sección aumenta, según se desciende, desde 0 a 75 metros cuadrados. La sección total de los tres barrancos, en la desembocadura, es de 190,50 metros cuadrados.

En la tercera parte, que está despoblada, salvo una faja, y



cuya superficie es igual a la de la segunda, *se han formado cuatro barrancos*, que van aumentando desde la cima hasta la faja poblada. Llegados a este punto, los barrancos se reducen. Las secciones de estos cuatro barrancos dan las medidas siguientes:

	En la parte alta, a la entrada del monte.	En la parte baja, a la salida del monte.
	Metros cuadrados.	Metros cuadrados.
Primer barranco.....	22,50	10,50
Segundo ídem.....	7,50	2
Tercer ídem.....	3,40	} El barranco se ha perdido en el monte.
Cuarto ídem.....	75	
TOTALES.....	108,40	93,50

Las secciones de abarrancamiento, medidas en la parte inferior de cada una de las laderas, de igual extensión, que están la una total y la otra parcialmente despoblada, están entre sí como 190,50: 93,50 metros cuadrados; es decir: que ha bastado una faja de monte que ocupa una cuarta parte de la altura de una de las dos laderas, para reducir a la mitad la sección de sus barrancos.» *Annales Forestières*, año 1859, pág. 358.

En Alemania, el Dr. E. Wollny ha hecho numerosas experiencias para conocer las cantidades de tierra que lleva en suspensión el agua de las lluvias de tempestad que se desliza por las laderas, y ha deducido que son de gran importancia en el suelo descubierto, aumentan con la pendiente y disminuyen mucho por la cubierta viva, siendo, por metro cuadrado, en los suelos encespedados y en los desnudos, las que se expresan en el estado siguiente:

	PENDIENTE		
	10° Gramos.	20° Gramos.	30° Gramos.
Suelo encespedado o herbáceo.....	13,9	41,6	50,8
Suelo desnudo.....	834,3	1368,4	3104,1



Y Wollny añade que la medida en que la cubierta vegetal ejerce protección contra el acarreo depende de varias circunstancias exteriores, pudiendo decirse que:

«El arrastre de tierra y fragmentos de rocas en superficies inclinadas, se halla, por regla general, extraordinariamente disminuído por las diversas cubiertas vegetales.»

«El monte arbolado ejerce, respecto a este particular, mayor influencia, y después la tienen las plantas herbáceas en gran espesura, y los vegetales forrajeros perennes.»

«Si en un suelo protegido desde antiguo por el monte arbolado se practica una tala y se prescinde de la repoblación consiguiente, se producen en él, y sobre todo en las laderas de gran pendiente, efectos más desastrosos que en el suelo despoblado desde un principio, a causa de que, una vez descompuestas las raíces de la cubierta viva, la masa total de arrastres es mucho mayor, por haber perdido el suelo su cohesión, y ser, por lo tanto, más fácil de socavar por las lluvias torrenciales; además de que al suelo raso nunca detiene tan gran cantidad de humus, tierra y trozos de roca, como es posible conseguir bajo la protección de las raíces de los árboles y de la cubierta muerta.»  
*Influencia de la cubierta vegetal en el régimen de los ríos*, por E. Wollny, 1909.

Los hechos observados están muy de acuerdo con estas experiencias.

M. Belgrand, el sabio hidráulico Ingeniero de puentes y calzadas, dice en «La Seine» *Etudes Hidrológicos*, 1872, hablando de la acción de los montes en el abarrancamiento de las tierras, lo siguiente:

«Existen barrancos aún sobre las pendientes despobladas de los terrenos más permeables, como la creta de la Champaña. Yo he recorrido en todos los sentidos la cuenca del Sena, y jamás he hecho constar la existencia de un barranco en una ladera poblada.».....

«Pero los montes disminuyen muy notablemente el volumen de las materias terrosas transportadas por los cursos de agua, puesto que impiden el abarrancamiento de los terrenos sueltos.»  
.....

«Los montes y los prados naturales fijan completamente la superficie del suelo. Es raro, aun después de lluvias fuertes, ver



rastró del paso de las aguas sobre las tierras ocupadas por estos cultivos.»

Pero no siempre pueden detener las masas arbóreas por sí solas todos los materiales sólidos procedentes de las laderas y de los lechos y márgenes de los cursos de agua torrenciales.

Cuando por encima del límite superior de la vegetación arbórea hay terrenos compuestos de rocas, fácilmente atacables por la acción de los agentes atmosféricos, y los materiales, procedentes de su descomposición, pueden ser arrastrados a las partes inferiores por las aguas de las avenidas de los torrentes o por los aludes de nieve; en los casos en que se temen derrumbamientos por erosiones longitudinales, o laterales, o deslizamientos de superficie o de fondo, y cuando los terrenos desnudos de la cuenca de recepción están ya muy erosionados; en una palabra, siempre que se trate de terrenos de poca estabilidad o inestables, el arbolado forestal no puede, por sí solo, detener todos los materiales sólidos en las laderas y en los lechos de los cursos de agua torrenciales; y entonces, para lograr este efecto, hay que combinar su acción con la construcción de las obras de arte que se emplean en la corrección de los torrentes y en la fijación y detención de los aludes de nieve; los diques de consolidación de lechos y de márgenes y los de retenida de materiales, las desviaciones y encauzamientos, los drenajes, banquetas, cestas y puentes de nieves, etc., construídos en los cauces y en las laderas de los torrentes, son entonces preliminares indispensables para conseguir la repoblación forestal de los terrenos inestables de la cuenca de estos cursos de agua.

Conseguida la corrección de los torrentes, y fijados o detenidos los aludes de nieve e introducida la vegetación forestal en las laderas y en los lechos de los torrentes, es indudable que no llegará a los ríos torrenciales confluentes—que son los que en España alimentan casi todas las obras hidráulicas—, sino una pequeña cantidad de materiales sólidos, evitándose, por consiguiente el aterramiento de estas obras.

Muchos Ingenieros españoles han reconocido la eficacia de la corrección de los torrentes y de la repoblación forestal de la cuenca de los cursos de agua torrenciales que alimentan a los canales y a los pantanos para evitar el aterramiento de estas obras hidráulicas, y hasta han propuesto su aplicación, como



medio auxiliar de la conservación de los pantanos, habiendo manifestado el Ingeniero de Caminos Sr. Ubeda y Sarachaga, en su libro *Política Hidráulica*, 1904, lo siguiente:

«*Trabajos auxiliares de la conservación de pantanos.*— Más apropiado que el empleo de los sistemas preventivos que antes examiné, y que en realidad no resuelven el problema del entarquinamiento de pantanos, encuentro que es la aplicación de los procedimientos preconizados y puestos en práctica por Surell para la extinción de torrentes.»

«Las cuencas de recepción de los torrentes pueden ser muy reducidas o de consideración, componiéndose, en este último caso, de varias secundarias, correspondientes a barrancos de mayor o menor amplitud; los arrastres de todos, reunidos en el cauce principal, que sucesivamente vá recibiendo otros nuevos, o bien se esparcen por aquél, rellorando su lecho, o si no encuentran en él suficiente amplitud, forman más o menos potentes conos de deyección. *Aquí está la principal, la más importante fuente de producción de arrastres, que más tarde son llevados por las aguas a los pantanos.*»

«*Todo lo que sea cegar o menguar esa fuente, atacando, por tanto, el mal en su origen, redundará en beneficio de la vida de los pantanos.*»

No expondré aquí el método de Surell, que puede estudiarse, por ejemplo, en la *Hidráulica Agrícola*, de Durand-Claye: «Se reduce a la repoblación forestal y encespedamiento en zonas restringidas, y de cierto modo, en las cuencas de los torrentes, robusteciendo las márgenes de éstos. Si aquí la vida de plantas herbáceas sería muchas veces precaria, podrían utilizarse el romero, tomillo y otras análogas que se dan bien en muchísimos lugares.» . . . . .

«M. Gentil, Ingeniero Jefe de puentes y calzadas, hace constar que en el Departamento Hautes-Alpes, el aspecto de la montaña ha cambiado, y regenerándose *las aguas, aun en épocas de lluvias, son menos turbias y mejores para el riego; al llegar sobre los conos de deyección, no van cargadas de materias.*

«En Saint-Marthe *se cegó por completo un torrente, no bajando ya de la montaña nada.*»

«En el torrente Riubourdoux, cerca de Sabines, que era excesivamente violento y arrastraba muchos materiales, se logró,

\*



merced a los trabajos de consolidación de márgenes, fijar el lecho sobre el cono de deyección; *las aguas ya no traen materiales de la montaña*, y con un gasto de 4.000 francos, se ha podido dar paso a la carretera imperial, núm. 96, en cuyo estudio se habían presupuestado 60.000 para conseguirlo.» . . . . .

«En los Alpes, el coste por metro lineal de barranco corregido, ha sido 10,50 francos; en Cevennes y Meseta central, 284 francos por hectárea y 2,50 por metro lineal; en los Pirineos, 356 y 10, respectivamente.»

«En resumen: Durand-Claye dice que es fácil extinguir los torrentes y precaver la formación de otros nuevos, y *este efecto del arbolado y encespedado en el terreno mismo que se defiende, demuestra la influencia de aquél en el deslizamiento superficial de las corrientes de agua, evitando al propio tiempo el arrastre de enormes masas de detritus*».

«Ya se ve, sigue diciendo el Sr. Ubeda, *las inmensas ventajas que para la conservación de pantanos ofrece el método de Surell*; pero no sólo desde ese punto de vista se beneficia el Estado, sino también por favorecerse la ganadería y el pastoreo, a la par que la repoblación forestal, tan útil y necesaria por varios conceptos; de modo que, *realmente, los gastos hechos en ese sentido pudieran no considerarse como gravamen de aquellas obras*.»

De lo que acabamos de transcribir del libro del Sr. Ubeda, se deduce, sin esfuerzo alguno, la posibilidad de resolver, técnica y económicamente, el problema del aterramiento de las obras hidráulicas, por medio de los trabajos de repoblación de montes y de corrección de torrentes; pero aun vamos a insistir un poco más en este asunto.

En primer lugar, diremos que, según la última estadística (la de 1911), de los trabajos hidrológico-forestales ejecutados en Francia, están ya en su mayor parte corregidos, hasta los torrentes franceses llamados incurables por M. Surell, siendo muy contados los que en lo sucesivo no podrán dominarse por completo, mediante la aplicación de los mismos procedimientos empleados en la nación vecina en otros muchos torrentes: trabajos iguales a los que, desde hace algunos años, están aplicando, con el mismo objeto, los Ingenieros de Montes de España, Suiza, Italia, Austria, etc., en sus naciones respectivas, probán-



donos esto, la posibilidad técnica de sujetar en las laderas y en los lechos de los torrentes, aun en las peores circunstancias, los materiales de acarreo que van a parar a los ríos torrenciales que alimentan a las obras hidráulicas.

En cuanto a la parte económica de estos trabajos, podemos decir que, según la misma estadística, el promedio de lo gastado en ellos en Francia desde 1860 a 1909 es el siguiente:

	<u>Francos.</u>
Promedio de los gastos por hectárea repoblada en los trabajos hechos por el Estado, las Comunidades y los particulares.....	157
Idem íd. de corrección por hectárea en todos los departamentos en los que se han realizado estos trabajos por el Estado . . . . .	145
Idem íd. de repoblación, corrección, auxiliares y diversos . . . . .	412

Ahora bien: teniendo en cuenta que estos resultados son deducidos de trabajos hechos en los torrentes más violentos de los Alpes y de los Pirineos franceses, en cuyas regiones los gastos de corrección han sido muy grandes relativamente a los de repoblación, por haberse realizado casi siempre estos trabajos hidrológico-forestales con el fin de sujetar terrenos inestables, caso que, sólo por excepción, podrá presentarse *con tanta gravedad* en los ríos torrenciales españoles que alimentan obras hidráulicas, además de que, entonces, cualquier otro procedimiento de conservación que se empleara de los hasta ahora conocidos, es posible que no solucionase, ni aun técnicamente, el problema de los aterramientos, o sería muchísimo más caro que la repoblación forestal y los trabajos de corrección de torrentes, y considerando que en los montes bien tratados de Francia, Alemania, Austria, Suiza, etc., la producción por hectárea oscila entre 30 y 65 pesetas, y que si se intensificaran los cuidados en los montes españoles, se podría llegar en ellos a esta producción, como lo prueban: el Pinar de Balsaín, que, sometido a tratamiento ordenado desde hace algunos años, produce por hectárea una renta líquida de 40 pesetas; el monte creado por el Sr. Madariaga en la cuenca del río Lozoya para la corrección de las turbias de este río, que, como puede verse en el estudio que este distinguido Ingeniero ha publicado en la *Revista*



*de Montes* correspondiente al 1.º de Diciembre de 1915, dará al capital empleado en los trabajos de repoblación y de corrección ejecutados en dicho monte, un interés de 10,30 por 100, y otros muchos montes que podríamos citar de análogas condiciones y producción que estos dos, se ve claramente confirmado lo dicho por el Sr. Ubeda, respecto a lo poco o nada gravoso que sería, en muchos casos, el procedimiento que proponemos contra los aterramientos de las obras hidráulicas, y también la conveniencia de estudiar, al mismo tiempo que el proyecto de estas obras, el problema hidrológico-forestal de la cuenca de los cursos de agua que vayan a alimentarlas, con el fin de que puedan comenzarse antes o simultanearse con ellas los trabajos hidrológico-forestales que se consideren necesarios para su mejor defensa.

Esta conveniencia de simultanear los dos estudios ha sido reconocida en todas las naciones que se han ocupado, en estos últimos años, de la construcción de las grandes obras hidráulicas para riegos e industrias; citaremos algunos ejemplos:

El 30 de Mayo de 1913, la Cámara de Diputados de Italia aprobó el proyecto de ley para el aprovechamiento de aguas en Cerdeña y Calabria, con el fin de producir energía eléctrica y regar grandes extensiones de terreno. Las obras hidráulicas necesarias para conseguir estos fines son de las más importantes de Europa, y han sido estudiadas, las de Calabria, por la empresa particular «Società Forze idrauliche della Selle», y las de Cerdeña, por la «Società anonima Impresse idrauliche della Sardegna»; y aunque la ejecución del proyecto correrá a cargo de empresas particulares—que tendrán la explotación durante sesenta años—, el Estado italiano, según un artículo de la ley, *se compromete a proceder a la repoblación forestal de las cuencas de los ríos alimentadores de los pantanos*, habiendo destinado sólo a la selvicultura de la cuenca del río Sile 7.100.000 liras.

En la ley aprobada en 1914 para las grandes obras de riego de Chile, cuyo proyecto fué formulado por una Comisión especial, se leen, bajo el título «Del régimen forestal», los artículos siguientes:

Art... Simultáneamente, con el estudio de los recursos de agua de las corrientes, se hará la clasificación de los suelos que



convenga someter a régimen forestal, comprendido dentro de las hoyas hidrográficas que, por su naturaleza, puedan producir arrastre de material que embanquen las obras de captación, regularización o distribución de las aguas.»

«Art... Todos los terrenos que se encuentren en las condiciones enumeradas en el artículo anterior, serán expropiados y quedarán bajo la supervigilancia de la Sección de Aguas y Bosques, para la conservación de las plantaciones o vegetación natural que en ellos exista.»

«Art.:. El Ministro de Industria determinará, dentro de las necesidades de las vertientes y hoyas hidrográficas, las zonas llamadas de protección, en las cuales los particulares no podrán rozar a fuego ni explotar la madera o leña sin estar debidamente autorizados por las Autoridades forestales respectivas.»

«Art... Queda prohibido, dentro de las zonas de protección, cualquier otra explotación agrícola, e igualmente la desecadura.»

En la Conferencia norteamericana sobre «Recursos naturales», celebrada en Wáshington en 1909, que mereció favorable acogida del Presidente de los Estados Unidos, hasta el punto de remitir sus acuerdos al Parlamento en un mensaje en que recomendaba su importancia, se acordó, entre otras conclusiones favorables a la repoblación forestal, la siguiente:

«Como las selvas son necesarias para proteger los manantiales de los ríos, moderar las inundaciones, regularizar las corrientes de las aguas, templar el clima y proteger el suelo, convenimos en que todas las selvas necesarias para estos propósitos deben ser eficazmente resguardadas. Reconocemos la necesidad absoluta de reservar para bosques todas las cuencas superiores que abastecen los ríos alimentadores de las obras hidráulicas, y, en consecuencia, recomendamos el control o adquisición públicos de dichos terrenos para los fines indicados.»

El X Congreso Internacional de Navegación, celebrado en 1909, adoptó, entre otras, la conclusión que sigue:

«En vista de la *unanimidad* de opiniones respecto a la influencia bienhechora de los bosques en la consolidación de los terrenos inclinados, impidiendo el desprendimiento de materiales y su arrastre al fondo de los valles, en la formación y permanencia de los manantiales, al menos en los terrenos impermea-



bles y pendientes, y en el mejor régimen de los ríos en sus períodos regular y de bajas aguas, el Congreso entiende que los Estados deben intervenir, con leyes claras y severas, el derecho privado de hacer cortas en los bosques cuyos terrenos sean pendientes. Entiende, igualmente, que los Estados deben realizar a sus expensas la repoblación de todas las superficies despobladas, asociando en esta obra el trabajo del selvicultor con el del Ingeniero.»

Para terminar os diré que no veais en lo que me habéis oído nada que, ni por asomó, pueda parecer tendencia a dificultar la construcción de las obras hidráulicas para riegos e industrias. Por el contrario, somos partidarios decididos de ellas, siempre que se hagan en buenas condiciones técnicas y económicas; pero creemos que los trabajos hidrológico-forestales necesarios para la conservación y mejora de dichas obras son su verdadero complemento, pudiendo también aseguraros que el Cuerpo de Ingenieros de Montes trabajará como el que más y con el mayor entusiasmo —si como espero se le da el puesto que le corresponde en la preparación de la batalla que ha de librarse contra los enemigos de las obras hidráulicas—, para conseguir, por medio de estas obras y de los trabajos hidrológico-forestales, el mayor aumento posible de la superficie regable y la máxima potencia hidráulica para su aprovechamiento industrial, mejoras que tanto han de influir en el bienestar y en el engrandecimiento de nuestra querida Patria.

Y ya no quiero molestaros más; os doy muchísimas gracias por la benevolencia con que me habéis escuchado.





## II

### Rectificación de D. N. Ricardo García Cañada

---

#### Refutación de las conclusiones de la comunicación del Sr. González Quijano.

En las conclusiones del trabajo del Sr. González Quijano, este señor admite lo que sigue:

1.º Que la vegetación en general, y en especial el monte bajo, completado con el arbolado, protegen el terreno contra la erosión y socavación de las aguas, sobre todo en las laderas de pendientes pronunciadas.

2.º Que esta acción defensiva dificulta la formación de torrentes en los terrenos de bosque, cuando el arbolado cubre totalmente el suelo.

3.º Que la repoblación de la montaña impide la reformación de las vegas.

4.º Que debe procurarse mantener el arbolado en aquellas partes de las cuencas donde su desaparición pudiera ser causa del desarrollo de los fenómenos torrenciales; y

5.º Que la supresión de los tarquines, por medio de la repoblación forestal, podría ser eficaz en pantanos pequeños situados sobre el torrente mismo o en sus proximidades inmediatas.

Es muy extraño que, admitida por el Sr. Quijano esta favorable influencia, no haga este señor extensiva esta ventaja a los grandes pantanos, puesto que, detenidos los tarquines en todos los torrentes tributarios del río torrencial, sólo llegarían a éste cantidades relativamente pequeñas, procedentes de sus laderas más estables y de su lecho y márgenes.

Vamos ahora a refutar, lo más someramente posible, las ob-



jeciones que hace el Sr. Quijano a las beneficiosas influencias de los montes en la conservación de las obras hidráulicas.

1.º Dice su señoría que cuando en los terrenos de la cuenca del curso de agua que abastece al pantano pueden producirse corrimientos en masa, la protección del arbolado contra la erosión no es absoluta.

Y yo pregunto: ¿El caso de terrenos de movimiento es general en España? Indudablemente que no.

¿Qué diría el Sr. Quijano si nosotros dijéramos, generalizando las dificultades que se presentaron en la construcción de las fundaciones de la presa del pantano de la Peña, feliz y brillantemente salvadas por el prestigioso Ingeniero Sr. Bello, y en las de otros pantanos construídos recientemente en España, en los que, como en aquél, dichas dificultades han dado origen a grandes gastos, que no debían construirse estas obras hidráulicas, por ser sus fundaciones difíciles y costosas? Yo creo que esto no sería argumentar, sería obstruir, y nosotros jamás llegaríamos a la obstrucción, cuando de ella pudieran resultar lesionados cuantiosos intereses de la Patria.

Y en el caso de que gran parte de los terrenos de la cuenca estuvieran en movimiento, ¿sería prudente la construcción de la obra hidráulica, si ésta fuese necesaria, sin sujetar antes las laderas por medio de diques de consolidación, derivaciones, drenajes, etc.? ¿Hay algún procedimiento distinto que el de esta corrección, preliminar de la repoblación forestal de la cuenca, que impida en este caso el rápido aterramiento de la obra hidráulica que en ella se construya?

2.º Dice también su señoría que la acción defensiva del arbolado forestal no basta para detener los progresos del torrente, una vez formado.

La experiencia de Mr. Foster, expuesta con bastante detalle en la comunicación que he tenido el honor de leeros, prueba precisamente todo lo contrario de lo que afirma su señoría, y si no temiera abusar con exceso de vuestra benevolencia, aun podría citaros varios casos análogos, que podéis leer en muchas de las obras que tratan de los trabajos de corrección de torrentes. También apoyan nuestro aserto estas palabras del Ingeniero de Puentes y Calzadas, Mr. Surell, escritas en la página 161 de su obra inmortal *Estudio sobre los torrentes de los Altos Alpes*.



«Se ve por esto—dice Mr. Surell—*que la acción de los montes no se limita sólo a impedir la creación de torrentes nuevos, sino que puede destruir los torrentes ya formados.*

*El desarrollo de los montes provoca la extinción de los torrentes.»*

Además, en caso necesario, y casi siempre como auxiliares de los trabajos de repoblación, se pueden construir las obras de arte que convenga para llegar a la corrección de los torrentes, trabajos que, como habéis visto por lo que he transcrito en mi comunicación del libro del Sr. Ubeda y en los datos estadísticos que en la misma cito, no son, en general, excesivamente complicados ni costosos, lo que también confirma el Ingeniero de Puentes y Calzadas Mr. E. Cezanne, continuador de la obra citada de Mr. Surell, en estas palabras:

«Cuando se visita uno de estos torrentes recientemente extinguido por la mano del hombre, por ejemplo, el de San Pancrancio, cerca de Gap, o el de Santa Marta, a la entrada de Embrún, causa, desde luego, asombro la extrema simplicidad de los procedimientos empleados, su flexibilidad para adaptarse a todos los accidentes de estas superficies desgarradas, y al mismo tiempo, su eficacia y la rapidez decisiva de su resultado.» (Página 214.)

3.º El Sr. Quijano manifiesta también que los materiales acarreados por los torrentes se depositan, en su mayor parte, en el cono de deyección, y que sólo pasan al río los menudos y los limos que se depositan, en los casos de desbordamiento, sobre las vegas de la región superior.

Siento también tener que decir que esto no es cierto.

Su señoría debe saber que en la formación de los lechos de deyección de los torrentes hay tres fases: la cónica, la cónico-piramidal y la piramidal. Que al final de la segunda fase, si el confluente es un río torrencial cuyas aguas pueden absorber los materiales acarreados por el torrente, no queda absolutamente nada de éstos en el lecho de deyección; que sucede lo mismo durante la segunda fase, si el río produce en este lecho una trundadura, y también en el transcurso de la segunda y tercera, si, como ocurre en casi todas las vegas de los ríos torrenciales españoles, se encauzan acertadamente los lechos de deyección por diques longitudinales, análogos a los que suelen



construir los particulares para la defensa de las fincas colindantes.

Pero, además, ¿es que hace gracia a los dueños de las fincas colindantes a las desembocaduras de los torrentes, en los ríos torrenciales, que se les inundan, entarquinan y soterran sus propiedades y cosechas valiosísimas por las aguas y por las deyecciones de los torrentes? Y aunque no fuese cierto que las deyecciones de estos cursos de agua llegaban a los ríos confluente, y después a las obras hidráulicas, ¿no sería convenientísima la repoblación forestal y la construcción de obras de arte en los cauces de los torrentes, para salvar de la inundación y del soterramiento a las fincas más valiosas de las vegas españolas?

Tampoco es cierto que los materiales que pasan al río sólo se depositan, en los casos de desbordamientos, sobre las vegas de la región superior; hay muchos ríos torrenciales, en los que desembocan torrentes en la casi totalidad de su curso. En el río Jiloca, por ejemplo, cuyo cauce tiene una longitud de 126 kilómetros, desaguan en las regiones media e inferior más de 50 torrentes, que arrastran hasta el mismo lecho del río gran cantidad de materiales pétreos y terrosos. En el río Manubles, y en casi todos los afluentes del Jalón, sucede lo mismo.

4.º Manifiesta también el Sr. Quijano que las vegas producidas por estos depósitos son, a su vez, fuentes de nuevos acarreos en la parte que viene a constituir la orilla cóncava de la corriente.

Estamos conformes. ¿Pero es o no cierto que la torrencialidad de los ríos es debida principalmente a los materiales sólidos que reciben de sus torrentes tributarios? ¿No es verdad también que, corrigiendo los torrentes que afluyen a un río torrencial, cesaría el levantamiento de este lecho, y que, cuanto más suave sea su pendiente, menores serán las socavaciones y el alargamiento del cauce, efectos que son necesarios para que pueda verificarse la transformación del perfil de compensación en el de equilibrio al que corresponde el régimen más estable? Y siendo cierto que este alargamiento tiene que hacerse, en casi todos los casos, por socavaciones en las márgenes, ¿no es verdad que la corrección de los torrentes por la repoblación forestal y por los trabajos de arte que sean precisos influye favorablemente



contra los derrumbamientos de las márgenes de los ríos torrenciales?

5.º Dice también el Sr. Quijano que, una vez desaparecido el arbolado, la repoblación forestal de las cabeceras de las cuencas no es suficiente por sí sola para atajar la acción torrencial, si no va acompañada de una obra de corrección, por lo general costosa.

El Sr. Quijano, a fuerza de no querer conceder apenas influencia favorable a la repoblación forestal en la conservación de las obras hidráulicas, viene, con esta conclusión, a atribuirle un valor máximo.

Porque si es cierto que para que el arbolado forestal pueda tomar posesión del terreno desnudo, es de necesidad la construcción de importantes obras de arte, será debido esto a que la despoblación arbórea es causa de que tengan lugar en él grandes erosiones que produzcan derrumbamientos y deslizamientos, de los que resultan gran cantidad de materiales sólidos, que son llevados por los torrentes a los ríos torrenciales alimentadores de las obras hidráulicas. Y siendo esto así, es claro que el Sr. Quijano tiene que admitir que la repoblación forestal de las cuencas de los ríos alimentadores de estas obras, no sólo es conveniente, sino que es necesaria.

Pero tampoco sucede siempre lo que se deduce de lo manifestado por dicho señor.

En los casos de talas recientes, no suele estar el suelo en movimiento ni tan socavado para que no se pueda llegar a repoblar el terreno, aunque sea erosionable, sin apelar a trabajos de corrección o haciendo sólo éstos en los focos peligrosos, que muchas veces son muy limitados.

Y si por tratarse de terrenos despoblados desde muy antiguo, y con grandes erosiones o en movimiento, hay necesidad de realizar trabajos de corrección de torrentes, no vemos por qué han de ser éstos casi siempre carísimos. En muchos casos, basta una simple derivación, o un dique de consolidación, ayudado de otras obras menos importantes, y hasta sólo éstas mismas pequeñas obras, para corregir el torrente hasta donde sea necesario, para que pueda introducirse la vegetación en sus laderas y en el lecho. Ejemplos los tenemos en el torrente Santa Marta, en Francia, y en la región de las turbias del Lozoya, y en otros muchos sitios en España.



El Sr. Madariaga podría daros, con gran detalle, la descripción y coste de las pequeñas obras por él empleadas para detener los materiales sólidos en las mismas conchas de las cabeceiras de los torrentes y de los barrancos que afluyen a este río. En el término de Daroca podéis ver también otras pequeñas obras análogas.

6.º Mi contrincante dice también que la repoblación de la montaña, por impedir la reformación de las vegas, causa el empobrecimiento del valle, siendo en muchos casos preferible emplear las aguas turbias en el entarquinamiento de las vegas para ensanchar la zona yaumentar la profundidad del suelo explotable.

No podrá negar el Sr. Quijano que en esta conclusión admite que la repoblación evita el enturbiamiento de las aguas, y también — lo que es muy extraño — la conveniencia de que los ríos lleven las aguas turbias.

Además, ¿puede admitirse que la reformación de las vegas en los valles se haga a costa del empobrecimiento de la montaña y, por lo tanto, de la ruina de sus moradores? Y los grandes daños que las inundaciones producirían en el valle a causa de la despoblación de la montaña, ¿estarían compensados con el beneficio de la reformación dicha?

Respecto al empleo de las aguas turbias para el entarquinamiento de las vegas, por desbordamientos, tengo seguridad completa de que si el Sr. Quijano hubiese visto una vega con la cosecha entarquinada a consecuencia de la inundación producida por un río torrencial, no se expresaría de este modo: yo contemplé, con el alma entristecida, la del río Manubles, donde se perdieron por esta causa, hace dos años, cosechas valoradas en millones de pesetas. Es casi seguro que muchos de los que tenéis la bondad de escucharme habréis perdido, por el entarquinamiento de cosechas, mayor cantidad de la que os darían en venta por alguna de vuestras fincas inundadas. Claro es que esto no quiere decir que, en ciertos casos, no deben hacerse entarquinamientos; en el de La Crau y otros de Francia y del extranjero, se ha hecho uso de esta operación con verdadero éxito, y en España puede ser muy útil su aplicación en ciertos sitios.

También dice el Sr. Quijano que, aun repoblada y corregida la cuenca, no se habrán evitado las turbias, si no se defienden de la erosión las orillas de la corriente en la región media.



Ya hemos explicado anteriormente la influencia a distancia de los trabajos hidrológico-forestales, pudiendo añadir aquí que tampoco veo inconveniente, sino todo lo contrario, en que se haga, además, esta otra defensa; que si se realiza con vegetación conveniente, se establece una guardería eficaz y se aprovechan sus productos como aconseja la técnica, puede ser un gasto muy reproductivo.

8.º Manifiesta también mi contrincante que el aterramiento de los pantanos por los arrastres de los ríos, aunque es un inconveniente, no tiene más importancia que el que origina uno de tantos gastos de conservación como en las demás clases de obras.

Pero entonces, ¿por qué dan tanta importancia a la resolución de este problema los Ingenieros que proyectan y dirigen las obras hidráulicas? Leed el artículo del libro del Sr. Úbeda, *Política hidráulica*, en el que se ocupa de este asunto; las obras de los Sres. Llauradó, Levi Salvador y otros muchos que podría citaros, y veréis si debe o no estudiarse especialmente este problema y si depende o no de su solución muchas veces que la obra mirada desde el aspecto económico de la explotación, pueda y deba o no establecerse. Y para qué hablar más de este asunto. ¡Es tan evidente, por desgracia, la importancia de los aterramientos de los pantanos!

9.º También dice que la repoblación forestal, además de que no suprime por completo los tarquines, está sujeta a incendios, plagas, etc., y que los gastos de repoblación arbórea están fuera de proporción con el objeto que se persigue, si éste es sólo el de la conservación de las obras hidráulicas.

¿Pero no ha dicho antes el Sr. Quijano que la repoblación forestal perjudicaba a los valles, porque impedía la reformación de las vegas a causa de la detención de los tarquines?

En cuanto a los incendios, plagas, etc., a que están expuestos los montes, ¿es que las presas, los diques y las demás obras que lleva consigo la construcción de los canales y de los pantanos no están también expuestas a otras contingencias que pueden perturbar o anular el servicio de riegos?

Y en cuanto a que están en desproporción los gastos necesarios para la repoblación arbórea de las cuencas abastecedoras de las obras hidráulicas con la utilidad que pueden prestar



para la conservación de estas obras, no comprendo por qué ha de hacer el Sr. Quijano esta afirmación; pudiéndosele dispensar que la haga porque no está obligado a saber la renta en especie y en metálico que puede producir en cada caso un monte repoblado que además sirva y rente como monte de protección. Lo que pueden rentar estos montes, ya lo he dicho en mi comunicación, citando el que ha creado recientemente el Sr. Madariaga en las proximidades de Madrid; predio que, además de ser de protección, dará al capital empleado en los trabajos de repoblación y *de corrección* un interés del 10,30 por 100. ¿Es esto poco?

10. Su señoría dice también que el problema de los arrastres en los grandes pantanos puede ser aplazado, con reservas inferiores en los vasos y con depósitos de decantación, y también por excavación directa, recrecimiento de la presa, etc.

En cuanto a las reservas inferiores de los vasos y a los depósitos de decantación, el Sr. Úbeda—que, no me negará el señor Quijano, ha estudiado con detenimiento estos asuntos—califica a estos dos procedimientos como paliativos «que no hacen más que soslayar la cuestión, remitiendo a otras generaciones el trabajo de resolverlas», y añade: «*especialmente el primer procedimiento no puede parecerme más detestable*». De los demás procedimientos, ¿para qué hablar?, puesto que todos sabéis que está sin otorgar el premio ofrecido, desde hace muchos años en la *Gaceta de Madrid*, al autor de un método eficaz y económico para la limpia de los pantanos.

11. La última objeción que hace el Sr. Quijano es que la repoblación de las cabeceras no es requisito indispensable para la construcción de las obras hidráulicas ni es de recomendar para el solo objeto de su conservación.

Claro es que para la construcción de las obras de las presas de los pantanos y de los canales, no es necesaria la repoblación forestal; pero el estado forestal de los terrenos de la cuenca alimentadora de estas obras hidráulicas puede hacer que la empresa sea o no económicamente realizable: así lo reconocen los Ingenieros en todas las naciones donde se construyen actualmente obras análogas, y así lo da a entender el Sr. Úbeda en la página 122 de su libro citado, en estas palabras:

«No negaré que pueda haber lugar a que un embalse se llene



materialmente de piedra; pero tampoco en este caso hay o debe haber problema, porque si la naturaleza del valle acusa como normal esto, lo que hay que resolver es no construir el pantano.»

Respecto a la eficacia de los trabajos de repoblación forestal para la conservación de las obras hidráulicas, bien claramente lo hemos demostrado, el Sr. Madariaga, en su ponencia, y yo, en mi comunicación, lo que también confirma el Ingeniero señor Úbeda en la pág. 97 de su libro, donde dice:

«Si el suelo es arcilloso y *desprovisto de árboles*, la cantidad de sedimentos será máxima... Y en toda clase de terrenos, *si hay arbolado abundante*, o en las laderas existen numerosos tablares de cultivo, se reducirá la importancia del fenómeno.»

Y ya para que sepáis que tanto en este punto como en otros muchos de los aquí tratados, podríamos ponernos de acuerdo con el Sr. Quijano, con un poco de transigencia por parte de este señor, voy a permitirme leeros algo de lo mucho que él mismo ha dicho acerca de algunas de las beneficiosas influencias de los montes, que estamos discutiendo, en sus libros *El Problema del agua y Política hidráulica y repoblación forestal*, publicados, respectivamente, en los años 1906 y 1915; haciendo también la observación de que, en otros párrafos de los mismos libros, ha tratado de atenuar estas favorables influencias (1).

«Como se ve, el problema de las inundaciones rara vez podrá ser resuelto completamente por un sistema único, y convenirá en cada caso combinarlos todos, cada cual en la medida de su eficacia. Por la rapidez de su resultado son, desde luego, recomendables los diques y los pantanos; los primeros para la región baja, los segundos para la región media de los ríos. *Pero conseguido este primer efecto, no habrá que confiar a estos únicos medios la desaparición del mal; de hacerlo así, los diques probablemente tendrían que ser constantemente recrecidos, y los pantanos, tarde o temprano, se cegarían o exigirían una conservación costosa, arrojando a los arroyos y a los ríos grandes cantidades de materiales, que deteriorarían su régimen. Conseguida la defensa inmediata, habrá que consolidar*

---

(1) En lo que transcribimos hemos subrayado lo que creemos merece fijar la atención de nuestros lectores.



*la conquista atacando el mal en su origen, defendiendo las vertientes por medio del arbolado.»* («El Problema del agua», página 152.)

«Raras veces estas inundaciones pueden ser de resultados provechosos: sería preciso para ello que el manto de agua fuera de débil espesor, sin velocidad apreciable y rico en limos fecundantes, *y aun así, no podrán ser útiles sino durante el período de vegetación latente o antes de la siembra, pues después de esta época, los cultivos no podrán resistir una inmersión prolongada, y los limos depositados sobre las hojas y el tallo de la planta dificultarán su transpiración, perturbando sus funciones vitales.»* («El Problema del agua», pág. 143.)

«*La acción devastadora de los torrentes puede ser suprimida consolidando el terreno por medio de plantaciones de césped y de arbolado, cuyas raíces forman tupida malla, que detendría las socavaciones apenas iniciadas, al mismo tiempo que el manto vegetal impide que se produzcan, oponiendo numerosos obstáculos a la corriente y alejando de la superficie del suelo las velocidades peligrosas.»* («El Problema del agua», pág. 144.)

«*Donde realmente ejercen los bosques una benéfica influencia, por todos reconocida, es en la defensa del suelo contra la acción erosiva de las aguas. Las raíces de los árboles cruzan el terreno en todas direcciones, consolidándolo, y el césped, la broza, las hojas muertas, lo cubren de una capa protectora, que mantiene dividida la corriente, repartiéndola, casi uniformemente por toda la ladera, e impidiendo que las aguas se reúnan y adquieran una velocidad peligrosa.* La acción socavante, en efecto, depende sólo de la velocidad, y por eso se llega a ese resultado, en apariencia, paradójico: que un suelo flojo y suelto pueda servir de defensa a otro más resistente. Cuando esta primera defensa ha desaparecido, cuando, a consecuencia de aguaceros excepcionales, la cubierta muerta ha sido arrastrada y el terreno ha quedado en descubierto, la acción de las raíces no siempre es suficiente para detener la socavación. Si un cauce se ha formado, y en él la socavación avanza, el fondo se iría profundizando cada vez más; las raíces aun sostendrían el terreno y mantendrían un talud más empinado que el de las tierras; pero esta situación sería inestable: las raíces, de-



tenidas en su crecimiento por la falta del terreno, perderían vigor; el árbol tendería a buscar su alimento por la parte opuesta, los desprendimientos no tardarían en reproducirse y, falto de apoyo, el árbol mismo acabaría por ceder a su propio peso (1).

»*Pero si el monte está bien poblado, si la ladera es suficientemente continua, estos accidentes serán raros, y entre uno y otro mediará plazo suficiente para que el monte mismo, con su crecimiento natural, repare el daño causado. No se detendrá por esto el trabajo secular del agua para rebajar las cimas, para rellenar las depresiones; pero todo ello tendrá lugar, sin conmociones violentas, calladamente y con una lentitud extrema que no lastimará ningún interés, porque todos se irán acomodando a la mutación insensible del estado de cosas.*

»*Si en estas circunstancias, el monte llega a desaparecer, el terreno quedará sólo para defenderse; él solo podrá bastarse, si su resistencia es suficiente en relación con la pendiente de su superficie. De esta pendiente depende la velocidad que el agua podrá tomar; si es muy grande y lluvioso el clima y el terreno de consistencia escasa, pronto se dibujarán en su superficie, y en el sentido de su máxima pendiente, surcos que serán desde entonces el camino favorito del agua. Mientras sean numerosos, el trabajo de erosión será todavía lento, pero pronto, por la desigual resistencia de sus márgenes y ayudando también a ello la configuración variada del terreno, algunos de estos surcos tomarán predominio sobre los demás, recibirán más agua y la acción erosiva se revelará en ellos con mayor intensidad que en sus congéneres; la depresión penetrará más profundamente en la ladera, y el surco se convertirá en barranco.*

»*Como consecuencia del trabajo de erosión, la pendiente del fondo irá disminuyendo, y esta disminución de la pendiente traería consigo una disminución de la velocidad y de la socavación, si al mismo tiempo no aumentara el volumen desaguado, con lo cual bastará ya una menor pendiente para alcanzar igual velocidad, al mismo tiempo que aumenta la masa activa. Los márgenes, primero casi verticales del barranco, no pudiendo*

---

(1) En los Alpes hay ejemplos numerosos de bosques seculares que se desploman cuando el pie de la ladera es socavado por las aguas.



sostenerse, tenderán a tomar, por desprendimientos sucesivos, su talud natural; el trabajo de erosión se iniciará también en ellas como antes en la ladera principal, y será origen de nuevos surcos y de nuevos barrancos, en los que vendrá a ramificarse el barranco principal, que de este modo irá formándose su cuenca cada vez mayor, llevando la obra de destrucción hasta el corazón de la montaña. De este modo quedará formado el torrente.

*«Si su cuenca de recepción es grande, poco consistentes los terrenos y muy irregular el régimen de las lluvias, la socavación gana terreno con rapidez, y los materiales arrastrados, al llegar al valle, lo cubrirán de una capa de guijarros estériles, que vendrán a sepultar los campos cultivables, a arruinar las habitaciones, a interceptar las vías de comunicación que se desarrollan a lo largo del valle, y hasta a cortar el paso al río, represando sus aguas, que inundarán las tierras superiores y que pondrán a las inferiores en inminente peligro de ser arrasadas al romperse, bajo la presión del agua, el dique formado por materiales sin trabazón y acumulados al azar.*

*»En la cuenca misma, los desprendimientos de tierra y los corrimientos del terreno mantendrán una inestabilidad constante; aguas abajo de la desembocadura, los materiales acarreados contribuirán también a peraltar el lecho de la corriente principal, dificultando su desagüe y haciendo cada vez más frecuentes sus desbordamientos.» «Política hidráulica y repoblación forestal, páginas 51 a 54».*

Yo creo estaréis conformes conmigo en que, de lo que hemos transcrito de estos dos libros, se deduce, sin duda alguna, que el Sr. Quijano ha admitido hasta hace poco tiempo lo que sigue:

1.º Que el arbolado no sólo es conveniente, sino que es necesario para la conservación de los pantanos.

2.º Que el entarquinamiento es algunas veces conveniente, pero es muy perjudicial en otros casos.

3.º Que los montes arbolados impiden la formación de los torrentes.

4.º Que los montes arbolados llegan a extinguir por sí mismos los torrentes que se han comenzado a formar en ellos, como consecuencia de talas inpremeditadas.



5.º Que, contrariamente a lo que dice el Sr. Quijano en su conclusión tercera, los materiales acarreados por los torrentes, no sólo se depositan en sus conos de deyección, sino que llegan a los ríos confluentes, donde forman presas de materiales sueltos, que son rotas por las avenidas de los ríos, arrastrando sus productos por todo el lecho, que, poco a poco, van peraltando, y claro es que, pronto o tarde, llegan a las obras hidráulicas construídas en los cauces de los ríos torrenciales.

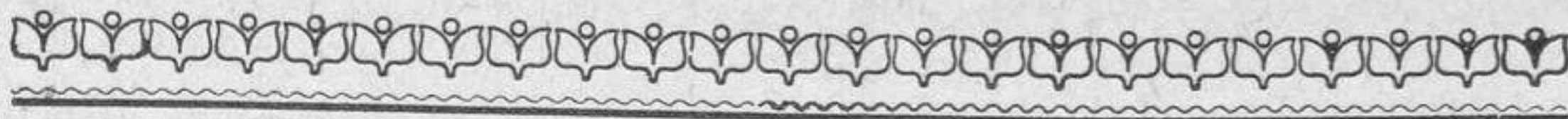
En vista de todo lo que llevamos dicho, opinamos que no deben aceptarse por la Sección las conclusiones de la comunicación del Sr. Quijano, y que procede aprobar, desde luego, las de la ponencia del Sr. Madariaga.











### III

## APÉNDICE

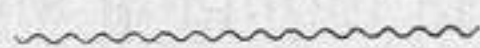
---

### CONCLUSIONES

de la ponencia encomendada al Ingeniero D. Juan Angel de Madariaga,  
en la Sección 5.<sup>a</sup> del Congreso Nacional de Riegos de Sevilla.

1.<sup>a</sup> Al verificar el servicio de Obras públicas los estudios para la formación de los proyectos de construcción de los pantanos y obras similares, debe hacerse, a la vez, por el servicio hidrológico-forestal, el de sus cuencas de abastecimiento, a los efectos de la corrección y repoblación en las mismas, o ya de sólo la mejora de la cubierta forestal, como protección contra los arrastres.

2.<sup>a</sup> Como la medida de llevar a la cuenca de los pantanos los trabajos hidrológico-forestales trae consigo la creación de un importante aumento de riqueza nacional, debe contribuir a su formación el Estado, en proporción semejante a como lo hace en las obras de construcción, asegurando de esta forma el perpetuo destino de la cubierta forestal, aumentando su patrimonio y desarrollando dentro de éste un plan de formación de pastizales, en beneficio de la ganadería, en cuantas extensiones sean susceptibles de este destino.





## CONCLUSIONES

de la comunicación del Ingeniero de Caminos Sr. González Quijano.

1.<sup>a</sup> La vegetación, en general, y, en especial, monte bajo, complementado con el arbolado, protegen el terreno contra la erosión y socavación por las aguas, sobre todo en las laderas de pendientes pronunciadas, pero esta protección no es absoluta, especialmente en terrenos excesivamente arcillosos, donde puedan producirse corrimientos en masa.

2.<sup>a</sup> Esta acción defensiva dificulta la formación de torrentes en los terrenos de bosque, cuando el arbolado cubre totalmente el suelo, pero no es suficiente para detener los progresos del torrente una vez formado.

3.<sup>a</sup> Los materiales acarreados por los torrentes se depositan, en su mayor parte, en sus conos de deyección. Sólo los acarreos más menudos y los limos en suspensión en la corriente son los que pasan al río, reduciéndose su velocidad con la pendiente de los cauces, y depositándose, parcialmente, en los casos de desbordamientos, sobre las vegas de la región superior.

4.<sup>a</sup> Las vegas producidas por estos depósitos son, a su vez, fuente de nuevos acarreos en la parte en que vienen a constituir la orilla cóncava de la corriente.

5.<sup>a</sup> Una vez desaparecido el arbolado, la repoblación forestal de las cabeceras de las cuencas no es suficiente por sí sola para atajar la acción torrencial, si no va acompañada de una obra de corrección, por lo general costosa.

6.<sup>a</sup> Aun suponiendo la zona montañosa repoblada y corregida, no por eso se habrán evitado las turbias, si, además, no se defienden de la erosión las orillas de la corriente, de donde, en la región media, procede directamente la mayor parte de los arrastres.

7.<sup>a</sup> La repoblación de la montaña sin suprimir la socavación de las orillas, impediría la reformación de las vegas y sería causa del empobrecimiento agrícola del valle. En muchos casos, y con bastante generalidad, cuando no haya intereses creados en con-



trario, sería preferible emplear las aguas turbias del torrente o del río en el entarquinamiento de las vegas, ensanchando la zona y aumentando la profundidad del suelo explotable.

8.<sup>a</sup> Los arrastres de los ríos son, indudablemente, un inconveniente para los pantanos, cuya capacidad se disminuye a consecuencia de los depósitos; pero esta circunstancia, que no hay que exagerar, no tiene más valor que el de tantas otras como se oponen a la conservación de las demás clases de obras, todas las cuales exigen cuidados y gastos para mantenerlas en servicio.

9.<sup>a</sup> La supresión de los tarquines por medio de la repoblación forestal, sobre no ser nunca completa ni inmediata y sobre quedar subordinada su siempre limitada eficacia a los riesgos de incendios, plagas y demás causas de desaparición temporal del bosque, estaría, en la mayor parte de los casos, fuera de proporción con los gastos que la repoblación y corrección acarrearía, si había de ser llevada a cabo con este solo y exclusivo objeto. Sólo en pantanos pequeños y situados sobre el torrente mismo o en sus proximidades inmediatas, podría la medida ser eficaz; pero no son esos pantanos los que podrían desarrollar los riegos en gran escala.

10. En los grandes pantanos, el problema de los arrastres no suele ser tan alarmante y podrá ser aplazado con capacidades de reserva inferiores al nivel del embalse utilizable, o con cuencas de decantación independientes, y atacado, en su caso, con la excavación o con el dragado, o remediado, por último, mediante el recrecimiento de la presa, todo ello sin contar con los procedimientos naturales de limpieas, que, aunque no de efecto completo, pueden alejar considerablemente el momento en que sea preciso utilizar los demás medios.

11. Si la repoblación de las cabeceras no es requisito previo indispensable para la construcción de las obras hidráulicas, ni es de recomendar tampoco para el solo objeto de su conservación, deberá procurarse mantener el arbolado en aquellas partes de las cuencas donde su desaparición pudiera ser causa del desarrollo de los fenómenos torrenciales.





## CONCLUSIONES

aprobadas por unanimidad en la Sección 5.<sup>a</sup> del Congreso de Riegos.

1.<sup>a</sup> Es de absoluta necesidad el estudio de los problemas hidrológico-forestales para conocer exacta y científicamente los efectos de la masa arbórea sobre el clima, humedad, suelo, arrastres y cauces. A tal efecto, sería de recomendar la creación de un Centro técnico que responda a aquel cometido y que se halle integrado por el personal facultativo de los Cuerpos de Ingenieros del Estado.

2.<sup>a</sup> Cabe, sin embargo, reconocer, desde luego, la conveniencia apremiante de regular, corregir y proteger las cuencas españolas, por cuanto estos trabajos se hermanan con los hidráulicos que al Congreso preocupan, porque, lejos de oponerse a ellos proveerán al revestimiento forestal de las altas extensiones del territorio español, estériles para todo otro uso. Así, cada factor de la riqueza patria realizará su adecuada misión, utilizándose, según zonas, alturas o condiciones el regadío, el secano el pastizal o el monte.

3.<sup>a</sup> Es indispensable el cumplimiento de las leyes existentes relativas a la protección de los montes públicos y privados, completados con otra encaminada a la constitución de un patrimonio forestal del Estado sobre seis u ocho millones de hectáreas en nuestras cordilleras y en sus estribaciones.









R

9398

BIBLIOTECA CENTRAL DE LA RIOJA



10000201262

MDS 007104



