

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## Más sobre los pantanos y los bosques. (1)

I

El ilustrado Ingeniero de montes Sr. Coscolluela contesta á mi artículo sobre los pantanos y los bosques con otro que titula *En defensa de los montes*, que me propongo analizar. Y, en primer término, debo hacer constar que esa *defensa* no responde, en realidad, á un *ataque*, pues yo no he negado la utilidad de los montes, ni aun siquiera de un modo absoluto he llegado á afirmar que su valor sea nulo para la fijación del suelo; sólo he dicho que no son remedio único ni enteramente seguro contra los aterramientos de los pantanos, y que desde este punto de vista, podría ser más económico aceptar la necesidad de las limpias que tratar de prevenirlas por la repoblación. Más bien hubiera yo podido titular mi artículo: *En defensa de los pantanos*, con poca justicia atacados por el Sr. Ayerbe.

Por otra parte, yo ni niego ni dudo que, en algún caso aislado, la repoblación puede ser un remedio eficaz. El Sr. Coscolluela reconoce que en asuntos de ingeniería hay siempre á mano ejemplos á gusto de todos, y no sería extraño encontrar también alguno en que viniera como de molde; pero lo que no puedo por menos de negar es que se presente la repoblación como remedio universal y único y como antecedente obligado de la contrucción de todo pantano, hasta el punto de que sin ella la obra se hubiera de reputar temeraria, como afirmaba en su artículo el señor Ayerbe, y como se defiende en la mayor parte de las campañas á favor de la repoblación.

Al ejemplo del torrente de Clévieux, por mí citado, opone el Sr. Coscolluela que el abeto rojo es de raíces someras, y que, por consiguiente, nada tiene de extraño que defienda mal el terreno; y añade que repoblar terrenos socavables con dicha especie sería como construir muros de contención en tierras húmedas con adobe ó tapial. El reproche sería justo, si esos árboles hubieran sido expresamente empleados para defender la ladera; pero no hará ese cargo el Sr. Coscolluela á los forestales franceses encargados de esos trabajos. El hecho es que el monte existía ya espeso y centenario, y, sin embargo, se formó el torrente á pesar de la afirmación que suele hacerse, general y sin reservas, de que en los terrenos arbolados no se forman torrentes. Y por poco que sea

el desarrollo radical del abeto rojo, ¿no será mayor, en un monte *en plena vida*, que el que alcancen *en los primeros años* las especies que vengan desde luego á fijar el suelo? pero, además, ¿no demuestra el autor de la nota su desconfianza en que al fin pueda vencerse el difícil problema? ¿no implicaría error ó negligencia imperdonable, que no tenemos derecho á suponer en la administración forestal, el no haber corregido á tiempo un estado de cosas que había de ocasionar más tarde grandes gastos, y aun sin la seguridad de un éxito feliz?

Por otra parte, aunque las raíces fueran más profundas, ¿cómo conseguir un desarrollo eficaz de ellas á las profundidades que sería necesario en casos como el de Clévieux, en que se trata de terrenos muy deleznales y en grandes masas, insistiendo sobre yesos solubles, que dan lugar, naturalmente, á asentos y oquedades y á los grandes corrimientos que son su consecuencia? En tales casos, la repoblación por sí sola es insuficiente: es más, es imposible, si previamente no se ejecutan determinadas obras que vengan á dar estabilidad á las laderas y fijeza á los lechos, merced á avenamientos y diques enfajinados y atajadizos, obras algunas de ellas muy económicas aisladamente consideradas, pero cuyo número puede llegar á ser considerable si se ha de obtener un resultado eficaz: de mucha mayor importancia otras, y necesarias todas si se ha de conseguir el fin deseado. Sólo más tarde puede venir, en casos tales, la repoblación como útil complemento, no para hacer la obra definitiva como pretenden muchos, sino para añadir una fuerza más y para dar valor al terreno conquistado.

Y es precisamente en estos terrenos difíciles donde hay que comprobar el valor de los procedimientos, porque son también esos terrenos los que pueden hacer el problema de los aterramientos verdaderamente importante, que el arrastre meramente superficial de las tierras no suele llegar á extremos tan desesperados.

Queda demostrado así que el ejemplo de Clévieux no era tan incongruente, ¿y para qué citar otros si el Sr. Coscolluela reconoce, en previsión de los que pudieran citarse, que en materia de ingeniería hay siempre ejemplos á gusto de todos? Sin descender, pues, á casos concretos, baste recordar el siguiente pasaje de Piccioli: «Algunos, exagerando el papel que desempeñan los montes, y confundiendo las diversas causas de los torrentes, atribuyen estos exclusivamente á la despoblación. La formación de los valles y la crónica de las inundaciones nos dicen que barrancos, torrentes, hundimientos y aludes los hubo en todo tiempo, aun en la época en que nuestras montañas estaban cubiertas de monte; además, modernamente, se forman torrentes importantes

(1) Copiamos del *Madrid Científico* estos interesantes artículos de nuestro distinguido compañero Sr. González Quijano.

en regiones bastante bien repobladas, que transportan gran cantidad de materiales arrastrados de las orillas y del lecho» (1).

Y si de los montes conservados por el hombre pasamos á los bosques naturales, bien podría citarse también entre otras la cuenca del Atrato en Colombia, casi toda cubierta de espesos é intrincados bosques, con todo el desarrollo propio de los trópicos, y donde los arrastres son enormes, hasta el punto de constituir enorme barra en el golfo de Darién. ¿Cuándo podría llegarse á un tanto por ciento análogo de superficie arbolada en nuestros países de población más densa? ¿Y no son los árboles mismos los arrastrados en ocasiones, y los que, cual testigos de la procedencia, acompañan á los acarreos y llegan á formar hasta islas flotantes como en el Alto Nilo y en alguno de los grandes ríos de América? No provienen sin duda del desierto los arrastres del Nilo, que no hubieran encontrado en él los elementos de su asombrosa fecundidad. Y en las edades geológicas, la formación de la hulla no supone también, según fundadas teorías, el acarreo de grandes árboles? No estaba, sin embargo, allí el hombre para talar los bosques, ni para extenuarlos con un pastoreo abusivo.

Todo ello demuestra que los montes no suprimen los arrastres en absoluto, y que si mi objeto hubiera sido negar al bosque toda importancia en la fijación del suelo, hubiera podido recurrir á ese nutrido arsenal de hechos. Yo he reconocido, sin embargo, algún efecto al monte, y aún más especialmente á los trabajos de corrección, que era á lo que principalmente hacía referencia.

El Sr. Cosculluela pasa luego á examinar los cálculos hechos por mí respecto al valor de las repoblaciones, como protectoras contra los aterramientos, aunque fuerza algo mis afirmaciones, pues yo no he llegado á decir *que sea preferible* á repoblar, el limpiar el pantano á 4 ó 5 pesetas el metro cúbico. Lo que he dicho, y no es lo mismo, es que tanto montaría lo uno como lo otro; pero he añadido que una limpia sería mucho más barata. El simple desmonte, aun no tratándose de terrenos sin cohesión, aun no contándose con agua para ayudar al arrastre, aun colocándose en las condiciones ordinarias de las obras públicas, difícilmente excedería de 0,60 ó 0,70 pesetas. De una peseta no suele pasar el metro cúbico de desmonte en las carreteras, como la proporción de roca no sea considerable. Si, pues, la repoblación costara 4 ó 5 pesetas por cada metro cúbico de depósito evitado, es claro que aceptando las limpias, el costo se reduciría, por lo menos, á una quinta parte y muy probablemente á un octavo ó un décimo.

Pero el Sr. Cosculluela me opone que la hectárea repoblada podría valer á los veinte años más de las 2.000 pesetas gastadas, y que á mi cálculo de gastos faltaría, en todo caso, la corrección correspondiente á una partida por los ingresos á que diera lugar la producción natural del bosque. Antes de pasar adelante, convendrá, sin embargo, deshacer un equívoco. Habla el Sr. Cosculluela de la hectárea repoblada; hacía yo principalmente referencia á los torrentes corregidos, y es conveniente hacer constar que son dos cosas que no deben confundirse. Ya dudo que un repoblado de veinte años pueda llegar á valer, salvo casos muy excepcionales, á 2.000 pesetas por hectárea; pero cuando negocio tan colosal pueda realizarse, ya será emprendido por los particulares, que no es el plazo tan largo como para desalentar al propietario. Repoblaciones de esa naturaleza se harán siempre, sin que el Estado intervenga en ello. Por término medio, los resultados no son tan ventajosos, y por eso precisamente no se repuebla, por lo menos en gran escala. Ya el Inspector de montes

Sr. Codorniu consideraba como un *desideratum* que los montes españoles rentaran en su conjunto 15,40 pesetas por hectárea, es decir, el décuplo de lo que rentan actualmente y algo más del doble de lo que corresponde á los en la actualidad ordenados, y no se trata aquí de repoblados de veinte años (1). Pues bien, téngase ahora en cuenta que, según el mismo distinguido forestal (2), en los trabajos de corrección de torrentes han de utilizarse, *no las especies de productos más valiosas, sino las más sobrias y de rápido crecimiento, para que cuanto antes tomen posesión del suelo y lo preparen, á fin de que algún día puedan ser reemplazadas por otras preferibles desde algún punto de vista*; recuérdese, además, que en los casos que consideramos el suelo es pobre y deteriorado, y se comprenderá que ya sería bastante con obtener á los veinte años el rendimiento de los montes actuales. ¿Y valía la pena partida tan exigua para ponerla enfrente de las 80 pesetas, intereses del capital invertido, en un avance de cálculo aproximado? Pero como el margen es amplio, yo quiero conceder al Sr. Cosculluela que á los veinte años la renta hubiera llegado al límite inverosímil de las 15,40 pesetas. Quedarían todavía 64,60 que cargar al efecto protector, y el coste del metro cúbico evitado fluctuaría ahora entre 3 y 4 pesetas, y sería todavía cinco ó seis veces mayor que el coste de una limpia.

Pero todavía recusa mis cifras el Sr. Cosculluela, porque, según él, si se atiende á lo gastado en montes españoles, no es lógico suponer que el gasto inicial de las repoblaciones sea de 1.000 pesetas, ni puede afirmarse que el 60 por 100 de los arrastres se depositen antes de que lleguen á ser perjudiciales. Examinemos los dos puntos, y ante todo, volvamos á insistir sobre la distinción necesaria entre los trabajos de repoblación y de corrección, distinción que yo hacía en mi artículo y que conviene no echar en olvido. Partía yo de un precio medio de los trabajos hechos en Francia, y el Sr. Cosculluela convendrá conmigo en que, dado nuestro clima más desfavorable, los trabajos de repoblación deben ser aquí más costosos.

Para tener en cuenta la diferencia entre los gastos de la repoblación pura y simple y la corrección de torrentes, me limitaba á duplicar la cifra, y añadiendo la expropiación del terreno, calculada más bien moderadamente, llegaba en cifra redonda á las 1.000 pesetas. Entendía así hacer un cálculo medio prudente, más bien bajo, pues si hubiera intentado llegar á cifras mucho mayores, nada me hubiera sido más fácil, fundándome en el parecer de autoridades forestales indiscutibles. Dice, en efecto, el Sr. Codorniu (3): «*Aun prescindiendo del valor del tiempo, si el repoblar la hectárea del calvero importa de 10 á 20 pesetas, la hectárea de raso costará de 50 á 150, y cuando las erosiones obligan á practicar trabajos hidrológico-forestales en ciertos casos, puede exigir diez veces más*». Nos pondríamos así en las 1.500 pesetas, prescindiendo del valor del tiempo y del valor del terreno, que evidentemente no se toma en cuenta en las cifras citadas. Y es la opinión del Sr. Codorniu tanto más de tener en cuenta, cuanto que se trata del Jefe que fué de la Comisión de repoblaciones de la cuenca del Segura, y bajo cuya inteligente dirección se llevaron á cabo los trabajos de corrección y repoblación de la Sierra de Espuña, que, cualquiera que sea su eficacia hidrológica, fueron llevados á cabo con un celo y una competencia técnica insuperables, constituyendo timbre de gloria para el Cuerpo de Montes y para los dignos Ingenieros que, bajo la alta dirección del Sr. Codorniu, tomaron parte en aquellos trabajos.

Es, además, el Sr. Codorniu un entusiasta ferviente del arbo-

(1) Cuerpo nacional de Ingenieros de Montes. Inspección de repoblaciones forestales y piscícolas, núm. 16. Hojas forestales, pág. 25.

(2) Página 45.

(3) Obra citada, pág. 9.

(1) *Montes y Torrentes*, pág. 57.

lado y da las cifras apuntadas en un trabajo de vulgarización, libre de las responsabilidades del que proyecta ó informa, más atento á las necesidades de la propaganda que á la más meticulosa exactitud científica. Quizás en obra de más empeño hubiera dado cifras más elevadas, y en vez de fijar para la repoblación de los rasos el límite superior de 150 pesetas, que es poco más de la media de lo que han costado en Francia, hubiera llegado quizás á 200 ó 250. El Sr. Olazábal, que hablaba para iniciados, no temía afirmar en el IX Congreso internacional de Agricultura de Madrid que el coste de muchas repoblaciones podía exceder de 200 pesetas por hectárea, y consideraba locura empeñarse en llevarlas á cabo, cuando tanto había que hacer en la ordenación de los montes existentes.

Puesto en las 250 pesetas y decuplicando con el Sr. Codorniu, llegaríamos á un coste inicial de 2.500 pesetas, que se convertirán en 5.000 por lo menos á los veinte años, y digo por lo menos, porque también en esto he sido generoso; pues, al interés regulador del 4 por 100, el verdadero valor sería 5.477,81 pesetas, constituyendo el exceso casi un 10 por 100, al que todavía habría que aumentar otro 5 por lo menos para riesgos ó imprevistos. Con tales bases, el metro cúbico evitado subiría á más de 10 pesetas. Vea, pues, el lector si he tratado de exagerar al hacer mi primera valoración, ó si he procurado encerrarme dentro de límites prudentes y, aun quizás, más bien reducidos.

Bien sé yo que se me dirá que los trabajos de la Sierra de España, que antes citábamos, han costado mucho menos. En la Memoria relativa á los servicios de la Dirección general de Agricultura, Minas y Montes, publicada el año pasado, se cifra el coste de estos trabajos en 421 pesetas por hectárea (1); pero aquí hay que recordar de nuevo que no es lo mismo repoblar que corregir, y que las cifras apuntadas son sólo un término medio aplicable á un conjunto de 4.305 hectáreas, entre las que se reparten los trabajos de corrección, que sólo afectan, sin embargo, á superficies mucho más reducidas, sobre las cuales exclusivamente deberán cargarse, cuando se trate de averiguar el valor de la corrección desde el punto de vista de la defensa contra la erosión torrencial.

Buena prueba de ello es que la corrección de torrentes no entra en la cifra de las 421 pesetas más que por 56,48, cuando todos convienen en que los trabajos de corrección son más caros que los de repoblación. Sólo así se explica que, prescindiendo de las dos partidas referentes á esos trabajos y del importe de las expropiaciones, quede para costo de la repoblación 256,03 pesetas, en vez de las 150 que el Sr. Codorniu consideraba como un máximo. Es evidente que el exceso debe cargarse á la repoblación, mucho más difícil y aleatoria de los terrenos inestables.

Me faltan datos para determinar con exactitud cuál es la extensión precisa á que alcance la eficacia inmediata de los trabajos de corrección, pero aun suponiendo, lo que quizá es conceder demasiado, que el coste de los mismos por hectárea verdaderamente amenazada sea igual al coste medio general, el número de hectáreas servidas sería sólo 950, y si se admite que las 3.355 hectáreas restantes costaran á 250 pesetas cada una, incluyendo en esta cifra la expropiación, quedaría para costo total de las 950 primeras 964.373, ó sea por hectárea 1.015 pesetas, número ligeramente superior al por mí adoptado. Y todo esto á pesar de las hipótesis favorables, de las condiciones excepcionales de estos trabajos y de su relativa baratura.

Y vengamos ahora al cálculo de los arrastres. Difícil es, en efecto, determinar con exactitud matemática cuál es la proporción de detritos y lodo que pasa á los cauces donde los pantanos

se construyen, y cuál otra queda, por más ó menos tiempo, en los conos de deyección y en los valles superiores, y sobre la cual, dicho sea de paso, no tendría ya efecto alguno la corrección del torrente. Esta proporción no puede ser nada definido y ha de variar enormemente de unas á otras cuencas. Al dar cifras no trataba yo sino de presentar términos medios prudenciales, y más bien bajos, que dieran una idea de los valores en discusión. ¿Pequé en el cálculo por defecto? Vamos á verlo.

Supuse que á consecuencia de una lluvia anual de 5.000 metros cúbicos por hectárea pudieran llegar á los cauces 1.666 metros cúbicos, y que ellos pudieran conducir en definitiva hasta el vaso 25 metros cúbicos de arrastres. Para una densidad de 1,8 este volumen representaría 45 hectáreas y habría de corresponder á una proporción en peso de 27 por 1.000. ¿Es que, cualquiera que sea la manera como se distribuyan los materiales socavados, la proporción indicada no es ya bastante fuerte como término medio de las aguas todas del año limpias y turbias? Hanse hecho sobre el particular numerosas observaciones y, por consiguiente, la comprobación es fácil. De todas las que cita el Sr. Llauredó, precisamente Ingeniero de montes y de las más puras glorias del Cuerpo, en su *Tratado de aguas y riegos*, sólo la excede, y no como media anual, sino como proporción en el momento de las crecidas, la de 37,62 obtenida por Hervé Mangón para el Var, y esta proporción descendía para el mismo río, en aguas ordinarias, á 2,82 de 1.º de Abril á 30 de Septiembre y á 1,70 de 1.º de Octubre á 31 de Marzo, con lo que la media anual es muy probable que quedase por debajo de 15, dado que no son precisamente las crecidas lo más frecuente (1).

En el Llobregat, el propio Sr. Llauredó no llegó á aforar más de 20 gramos de tarquín seco por litro de agua turbia en una avenida ordinaria del río, que son precisamente las en que la importancia de la turbia suele ser mayor, pues al aumentar los caudales, la erosión, que sólo tiene lugar por la superficie mojada, no crece en la misma proporción: la media en este caso es, pues, probable que no pase de 10. En el río Martín, mi distinguido compañero y amigo D. Cayetano Ubeda, ha hecho también observaciones de este género para el estudio de los posibles aterramientos del pantano que en él construye, y aunque se trata de un río torrencial cuya pendiente llega á 0,01, sólo ha obtenido como término medio de 16 observaciones, realizadas todas en momentos de avenidas sucias, la proporción de 43 por 1.000, que correspondería á una media anual probablemente inferior á 20. Es la cifra mayor que conozco y que difícilmente será excedida.

Si se trata ya de ríos de pendiente más dulce, las cifras se reducen considerablemente. Aun para el Durance, cuyo régimen torrencial es conocido y cuyas turbias se han ponderado tanto, precisamente por forestales de nota, no alcanzan en las crecidas sino á 3,63 y en el Misisipi es para el año de 0,55, alcanzando sólo á 1,75 en las crecidas.

Téngase en cuenta, además, que esos arrastres no proceden todos inmediatamente de la montaña, sino que en parte proceden de la socavación de las orillas de la corriente principal, y se comprenderá cuántas reducciones habría que hacer todavía para determinar el volumen preciso de los depósitos evitables con la corrección y repoblación, de suerte que no sería muy aventurado suponer que, aun en el caso más desfavorable, la cifra por mí aceptada sería quizá el doble de la verdadera. Véase, pues, cómo tampoco por esta parte he pretendido exagerar en provecho de mi tesis.

Al llegar á este punto pregunta el Sr. Cosculluela qué queda

(1) Obra citada, tomo II, páginas 332-334.

(1) Edición de 1878, pág. 49.

en pie de mis argumentos. Juzgue el lector por lo dicho del valor de sus objeciones, y vea si son capaces de hacerlas tambalearse.

Habla luego el Sr. Cosculluela del valor meteorológico del bosque y de su papel en la regularización de las aguas, pero esto requiere capítulo aparte.

Jerez 14 de Mayo.

## II

Para no molestar demasiado la atención de los lectores he dejado para este segundo artículo el examen de las afirmaciones del Sr. Cosculluela, respecto al valor meteorológico é hidrológico del monte. Empieza el Sr. Cosculluela tratando de rebatir mi aserto de que Picciolli niega en absoluto *la influencia del bosque sobre la lluvia*, y me remite á la pág. 31 de su obra, donde asiente á la conclusión de Claudot, según la cual el monte *disminuye la temperatura media durante los meses de calor*. No veo la contradicción; referíame yo á la lluvia, contesta el Sr. Cosculluela hablando de temperaturas, y la contestación me hace el mismo efecto que aquellos regocijados temas de Ollendorff, con los que allá en nuestras mocedades solíamos en ocasiones olvidar el castellano sin aprender el francés.

Con ello, y con tratar de establecer (ya veremos luego hasta qué punto lo consigue), esa relación que á primera vista se echa de menos entre la lluvia y las temperaturas veraniegas, ya considera demostrada la falsedad de mi interpretación de la obra de Picciolli; pero que no voy tan equivocado lo demuestra el propio traductor, mi estimado amigo y distinguido Ingeniero de montes D. Juan Angel de Madariaga, que no compartiendo aquella opinión de Picciolli, se cree en el caso de salvar la suya en la página 8.<sup>a</sup> del prólogo que precede á la obra.

En cuanto á la opinión de Henry, encuentra el Sr. Cosculluela algo elástica esa expresión de «un poco».

M. Henry la concreta en otro pasaje de su carta, que dice á la letra:

«De même il est certain que les *grands massifs boisés*, les grandes forêts en massif plein avec humus augmentent la pluviosité du lieu, mais de très peu (*naturellement*) de 10 á 15 % par exemple.»

No comparto yo ni aun esa opinión tan moderada, pero ahí tiene el Sr. Cosculluela cuál era el alcance preciso de la frase. Ann admitiéndole, veamos cuáles habrían de ser las consecuencias. Para una lluvia de 500 milímetros anuales (y una gran parte de la Península, precisamente la más seca y la que más puede necesitar de riegos y, por consiguiente, de pantanos, queda muy por debajo de esta cifra) (1), el aumento sería, como máximo, de 75 milímetros; pero todavía este aumento, producido por una causa constante, se repartiría durante todo el período de la vegetación activa, y más, especialmente, durante los meses de verano, en los que la supuesta influencia llegaría al máximo y daría por resultado numerosas lluvias de escasisima importancia cada una, que apenas si mojarían el suelo, y que serían, inmediatamente, pasto de la evaporación, sin que aprovecharan á los cultivos, ni corrieran los arroyos, ni llegara á los manantiales una sola gota.

En el presente año agrícola, que ha sido extraordinariamente seco en casi toda España, hemos podido comprobar, en esta región por lo menos, el escaso valor de esas lluvias repartidas. De

Septiembre á Febrero, se registraron en la estación pluviométrica que tengo instalada en el pantano del Guadalquivir, cuarenta y dos días de lluvias, en los que la precipitación total correspondió á una altura de 247 milímetros; pero de estas lluvias, sólo nueve excedieron de 10 milímetros y sólo dos muy poco de 20, y esa altura total de 247 milímetros, que es poco inferior á la media anual de Zaragoza ó Salamanca, resultaba notablemente insuficiente para las necesidades de los cultivos; las habas se perdían, la cebada se secaba, sólo el trigo resistía algo mejor, aunque dando señales inequívocas de desfallecimiento, que constituían la preocupación de los labradores, justamente alarmados. Si en vez de tratarse de los meses de invierno se hubiera tratado de los días ya más largos de primavera, la ruina del campo hubiera sido segura. Por descontada la daban ya los labradores, cuando en la segunda quincena de Marzo llegaron á caer 124 milímetros, y si los daños causados en los cultivos más tempranos eran ya irremediables, el del trigo consiguió verse libre de la amenaza, aunque desde entonces no ha vuelto á llover en proporción notable, y hoy se espera obtener de él una cosecha mediana, que en algunos sitios privilegiados podría llegar á ser hasta buena.

En cuanto al río, los 247 milímetros no han producido avenida ninguna de mediana importancia, mientras los 124 aumentaron inmediatamente el nivel, produciéndose un embalse de más de 8 millones de metros cúbicos en el pantano, á pesar de tener todos los desagües abiertos, por no haberse colocado aún las compuertas.

Por último, el manantial de Tempul, que abastece á Jerez, venía tan disminuido antes de esas últimas lluvias, que había sido preciso reducir en Marzo el servicio á seis horas, como en los días de verano de los años más secos, mientras que, después de ellas, ha podido restablecerse el servicio permanente, que todavía continúa.

Por lo demás, no citaba yo la opinión de los dos eminentes forestales, sino para hacer ver cómo hasta entre los que, por su profesión y por sus aficiones, habrían de ver con simpatía cuanto redundara en el mayor prestigio del bosque; la opinión de su influencia sobre la lluvia era mirada como inadmisibile, ó reducida, al menos, á límites casi inapreciables. Indicaba que serían en el pleito jueces mucho más competentes é imparciales los meteorólogos, y atendiendo á mi indicación, el Sr. Cosculluela me copia una opinión de Marié Davy, acerca del *valor económico de los montes*, con lo que volvemos á encontrarnos de nuevo en pleno tema de Ollendorff.

Pero aunque la opinión se concretara á la lluvia, y cayera, por consiguiente, dentro del campo propio de la Meteorología, todavía la cita de Marié Davy, que escribía hace unos cincuenta años próximamente, habría de ser hoy de muy poco peso, pues de entonces acá la ciencia ha progresado de modo considerable, muy especialmente en lo que á la teoría de la lluvia se refiere, la cual, en aquella época, puede decirse que estaba en mantillas, hasta el punto de que el propio Marié Davy llegó á emitir hipótesis que hoy avergonzarían á cualquier aventajado alumno de Física (1).

Quando yo hablaba de meteorólogos claro es que me refería á meteorólogos modernos como Angot, como Cleveland Abbe, como Moore, cuyas opiniones copiaría si no temiera cansar la atención del lector, que las encontraría todas formalmente opuestas á la pretendida influencia, y expresada alguna en términos de especial violencia, y aun podría añadir á ellas la de geólogo de tanta

(1) De 41 estaciones citadas en los «Cuadros numéricos» que acompañan al primer tomo de la *Reseña geográfica y estadística de España*, publicada el año pasado por el Instituto, 19 presentan lluvia más reducida, 11 no pasan de los 400 milímetros, y dos, Zaragoza y Salamanca, no llegan ni á 300.

(1) Véase Hildebrand y Teisserenc de Bort. *Les bases de la Météorologie dynamique*, tomo I, pág. 173.

autoridad como Lapparent, no hace muchos años perdido para la ciencia.

Pero agregaba yo que tampoco se justificaba el supuesto efecto por las consecuencias de la teoría, y el Sr. Cosculluela pretende demostrar lo contrario, fundándose en la conclusión ya citada de Claudot, suponiendo que esa disminución de temperatura tenga lugar, no sólo dentro del bosque, sino también por encima de él y hasta bastante altura, hecho que dice ha sido comprobado experimentalmente por las ascensiones en globo. Yo, que aun no me he elevado sobre la tierra, sólo conozco de ese fenómeno la referencia que de él se hace en una carta del comandante Renard á M. Henry, cuyo extracto puede verse en la *Economie forestiere* de Huffel (1), y se hace allí la afirmación en términos tan vagos, que no comprendo cómo se ha querido sacar de ahí un argumento que, sin embargo, he visto repetido con una profusión verdaderamente abrumadora por los propagandistas forestales. Se confiesa allí que el tal efecto térmico *jamás ha sido medido por el termómetro*; pero no se duda de él porque produce, según dice, un marcado descenso del globo, que sólo puede detenerse arrojando lastre, si bien no se explica tampoco cómo esa menor temperatura del aire sobre el bosque, que parece que debía corresponder á una mayor densidad de dicho aire, origina, sin embargo, precisamente un descenso del globo.

Pero aceptemos hasta lo inverosímil; admitamos que el aire situado á 1.500 metros por encima del monte esté más frío que el aire circunvecino, aunque experiencias precisas citadas por Huffel en el mismo capítulo de su obra, demuestran de modo irrefutable que todo efecto desaparece por encima de las copas. ¿Qué se podría deducir de ahí? Según el Sr. Cosculluela, que cuando corrientes de aire saturadas de humedad atraviesen ese espacio debe haber precipitación; pero el Sr. Cosculluela no ha pensado seguramente despacio lo que ha dicho; cualquier estudiante de Física sabe, y un tan ilustrado Ingeniero como el señor Cosculluela no puede ignorar, que el espacio no es frío ni caliente, y que la temperatura es sólo un estado especial de los cuerpos que en él se encuentran, estado que no se adquiere ni se modifica instantáneamente y que si, por consiguiente, la corriente aérea se produjera por encima del bosque, se limitaría sencillamente á barrer el aire que hubiera sufrido la acción de aquél, sin modificar sensiblemente la temperatura que trajera, si la velocidad era apreciable, y sin poder dar lugar á condensaciones medibles, si la velocidad fuera tan pequeña que el contacto con el bosque del aire en movimiento llegara á ser suficientemente duradero.

Y vengamos ya al caso del Durance, en el que el Sr. Cosculluela cree sorprenderme en contradicción flagrante con lo por mí afirmado en otro lugar de mi artículo. Aunque yo hubiera asentido por completo á la opinión de los que atribuyen la disminución de acarreo del Durance á las repoblaciones y encespedamientos de la parte alta de su cuenca, la contradicción no existiría, pues yo en ninguna parte he negado *en absoluto* que con la repoblación no puedan, sin anularse por completo, disminuirse, sin embargo, los arrastres, y para explicar el caso del Durance con eso bastaría. Conste, pues, que aun en el caso más desfavorable, todo podría compaginarse sin atentado mayor contra la lógica.

Y conste también, porque es una declaración importante la que hace el Sr. Cosculluela al admitir como posible que *por la repoblación haya una ligera disminución en el estiaje*. Seguramente habrían de mostrar gran repugnancia para aceptar ese aserto la mayor parte de los propagandistas forestales, y muy especial-

mente la *Revista de Montes*, que en su número de 1.º de Diciembre de 1911 acogía con fruición pasajes de un libro del Sr. Sánchez de Toca, muy notable, sin embargo, por otros conceptos, donde se hacía la peregrina afirmación de que el estiaje del Ebro *se había reducido á la mitad* en poco más de un siglo, á consecuencia de la devastación forestal.

Pero volvamos á lo ocurrido con el Durance. Ciertamente que la diferencia entre los plazos de treinta y tres y ciento cincuenta años, es demasiado grande para explicar el fracaso del entarquinamiento de la Crau por la disminución simultánea de los acarreo y de los estiajes; habríanse reducido aquéllos á la quinta parte, y hubiera constituido el caso para la repoblación un éxito loco. En realidad, de la media de los años de 1868-78 á la de 1879-89, sólo había una disminución de un 33 por 100 en el caudal sólido del río; si bien, de 1.º de Abril á 30 de Septiembre, que es allí la época de las turbias más intensas, por proceder en gran parte las aguas de los deshielos de los Alpes, la disminución fué sólo de 22 por 100; pero es el caso, y aquí de la importancia del caudal de estiaje para el éxito de la operación, que la concesión obligaba á respetar la dotación de 50 metros cúbicos por segundo á que tenían derecho los aprovechamientos inferiores, y como el volumen que habrían de derivar los canales, según habían sido calculados, era de 80, la reducción del caudal en aguas bajas y la mayor duración de las mismas obligaban á dejar cerradas las compuertas de toma durante una buena parte del año, en ocasiones hasta tres meses; aun abiertas, cuando el río trajera menos de 130 metros cúbicos, no sólo sería menor el volumen líquido conducido, sino que, siendo menor su velocidad, con ella disminuiría también la potencia de arrastre, y una parte de los limos podría quedar en los canales, en vez de llegar á la superficie á que se destinaban.

No cabían tantos detalles en un artículo como el que escribí, y por eso creí poder omitirlos, teniendo en cuenta, sobre todo, que no se trataba de un punto esencial. Lo que me proponía probar era que *ni el bosque aumenta la lluvia, ni reduce en la cuenca las pérdidas de agua*, por lo que el pantano no puede obtener de él ningún suplemento de alimentación. Pues bien, del caso del Durance lo que parece deducirse es que, *lejos de producir ese aumento, el bosque reduciría más ó menos, pero siempre algo, el agua embalsable*.

En cuanto á las obras hidráulicas, el Sr. Cosculluela elude la discusión. Yo, ni la rehuyo ni le invito á ella, pero me agrada sobre manera que se declare también entusiasta de los riegos por encontrar así un punto en el que podamos estar los dos completamente de acuerdo.

PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO.

Jerez 26 de Mayo.

## Evolución del material de tracción en los ferrocarriles

DEL

### ESTADO DE PRUSIA-HESSE

y

### ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SERVICIO CON LOCOMOTORAS DE VAPOR RECALENTADO

Extracto de una conferencia de Hammer Regierungsbaumeister, publicada en los *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, por E. Meyer, Ingeniero.

#### PRÓLOGO

Desde hace veinte años el tráfico de viajeros en los ferrocarriles prusianos ha aumentado en enormes proporciones. Algunos datos serán suficientes para demostrar la realidad. Desde

(1) Tomo I, pag. 53.