

Nalón, con vigas rectas de cinco tramos de 25 metros de luz cada uno, sobre pilas de sillería.

Reingresado en el servicio del Estado, prestó el ordinario en diversas provincias, Divisiones hidrológicas, y especialmente en las Divisiones de ferrocarriles del Noroeste y en la segunda técnica y administrativa, con residencia en Valencia. La circunstancia de haber sido encargado, por especial Real orden, de la inspección del ferrocarril central de Aragón, líneas de Valencia á Sagunto, Teruel y Calatayud, le obligó á trasladarse á las fábricas de Bélgica y Francia para la recepción y adquisición del material de vía con traviesas de acero, y con este motivo representó al Estado en la concesión de estas líneas construídas por extranjeros y subvencionadas por España con 25 millones de pesetas.

El número y cuantía de las obras de fábrica es grande, y entre ellas figuran viaductos de consideración: más de 40 metros de altura tiene el viaducto de Albentosa, compuesto de arcos de 20 metros de luz. Todas estas obras son de fábricas de mampostería y sillarejo, pues entre Sagunto y Teruel no se empleó el hierro por la abundancia y buena clase de materiales pétreos. Las importantes obras de estas líneas se construyeron sin accidente alguno y se liquidaron por el Estado sin prórrogas y sin reclamaciones.

En el servicio particular, y como Director de la Compañía de ferrocarriles y tranvías de Valencia, construyó la línea del Grao de Valencia á Bétera. En la provincia de Oviedo hizo los estudios de los ferrocarriles de vía de un metro de ancho de Oviedo á San Esteban de Pravia, comisionado para ello por el Gobierno, y los de Pravia á Avilés y San Juan de Nieva y Pravia á Cangas de Tineo, para diversos particulares y Sociedades. También hizo el estudio de la carretera de Pravia á La Granja por el valle de Arango para el Ayuntamiento de Pravia, según la ley de Moret, y á esta carretera pertenece el viaducto de la Pompeya, proyecto que fué construído por los Ingenieros de la provincia de Oviedo y cuya fotografía conservaba con cariño en su despacho nuestro inolvidable Subdirector D. Rufo G. Rendueles.

Al ascender á Ingeniero-Jefe se le encomendó la provincia de Valencia, en la que permaneció once años, 1901 á 1911, durante los cuales se aumentó el número de kilómetros abiertos al tránsito público en 169 de carreteras nuevas y 147 de caminos vecinales. En estos 300 kilómetros hay numerosas obras de fábrica, de las que citaremos el puente de Cullera, establecido sobre el río Júcar en la proximidad á su desembocadura en el mar. Corresponde esta obra, reclamada desde muy antiguo, á la carretera de Silla á Alicante, y puede decirse que fué el primer paso definitivo que cruzó el río Júcar en la citada provincia de Valencia, y está constituido por un tramo parabólico de 60 metros de luz y largas avenidas de muros aligerados con pontones. Por primera vez también se empleó para la cimentación el sistema de cajones invertidos hincados por el aire comprimido. A esta obra siguieron después otros cinco puentes de hierro para el mismo río y en distintas carreteras, siguiendo para su establecimiento procedimientos parecidos á los del puente de Cullera.

Ascendido á Inspector, y después de un período de descanso, pasó al Consejo, donde ha llegado al alto cargo de Presidente de tan ilustre Corporación.

Nunca ha reñido con nadie y tiene por sus compañeros y por el Cuerpo verdadero afecto.

Libre de sus ocupaciones oficiales, y con la satisfacción interior de haberlas atendido plenamente, queremos seguirle viendo entre nosotros, á nuestro lado, para seguir aquellas campañas profesionales en pro de los ideales que perseguimos siempre, de ser útiles á la Patria procurando el aumento de su riqueza, tanto más necesario hoy que los tiempos son difíciles para todas las Naciones y en que tan indispensable es una labor intensa para salvarlos.

Los bosques, las lluvias y las inundaciones.

(Folleto repartido en el Congreso de Riegos, de Sevilla.)

El adjunto trabajo constituye un extracto extenso del informe sobre «Los bosques, las lluvias y las inundaciones», redactado por el profesor Willis L. Moore, á requerimiento del Presidente de la Comisión parlamentaria de Agricultura de la Cámara de Representantes de Washington, al tener que dictaminar sobre el Presupuesto federal de 1910 y haberse suscitado la cuestión de la influencia de los bosques sobre el clima y las corrientes superficiales de agua.

Se trata de un tema en que las opiniones más corrientes se han formado merced á campañas persistentes y tenaces, casi siempre bien intencionadas, pero no inspiradas, generalmente, por representantes autorizados é imparciales de la verdadera ciencia, y en que la poesía y la pasión han ocupado, con harta frecuencia, el lugar que debiera reservarse á los frutos sazonados de una investigación seria y documentada.

El autor del trabajo, meteorologista de la más alta reputación, ocupaba, al realizarlo, el cargo de Director del Servicio de previsión del tiempo y de las Avenidas en los Estados Unidos de Norte-América, considerado con justicia como el más perfecto, el mejor establecido y el más científico de cuantos se conocen, modelo seguido é implantado por otros países. Se hallaba, pues, el profesor Moore especialmente bien calificado y en situación excelente para disponer de los datos y practicar los estudios necesarios al objeto de que el informe que de él se había solicitado revisiera una gran autoridad, asistida por un espíritu de imparcialidad é independencia, que no es frecuente encontrar en esta clase de trabajos.

Son tan escasos los de este género, careciendo nosotros, casi en absoluto, de estudios propios semejantes, basados en datos numerosos y fehacientes, que, indudablemente, divulgar el del profesor Moore ha de constituir empresa laudable para fijar las ideas en la materia, evitando que la repetición inconsciente de conceptos pseudo-científicos infiltre en nuestras clases cultas errores evidentes, admitiéndose como verdades incontrovertibles las que no suelen pasar en muchos casos de hipótesis halagadoras ó sugerencias meramente imaginativas, que se desvanecen en gran parte al contacto de la realidad, revelada por una discusión é investigación verdaderamente científicas.

El extracto que se presenta á continuación, constituido por la traducción de la mayor parte del informe del profesor Moore, comprende, desde luego, todo lo sustancial del mismo, omitiendo tan sólo, en beneficio de la brevedad, algunas partes que se han juzgado de interés secundario, y presentando el resumen de otras.

Al publicar este estudio se intenta prestar un servicio eficaz á la patriótica empresa de la repoblación forestal de España, pues es evidente que una parte muy grande de nuestro suelo, quebrado é improductivo, espera del bosque su rescate para la economía nacional, esto es, del bosque, mirado como elemento esencialmente económico.

Introducción.

Mucho se ha escrito sobre la relación que pueda existir entre los bosques, el clima, las inundaciones y los estiajes de las corrientes, pero muy poca parte procede de los meteorologistas y de los encargados del servicio de previsión del nivel de las corrientes de los ríos, á pesar de que al realizar este servicio han debido conocer los datos que son esenciales para la resolución de estos problemas, con lo que se hallaban en condiciones especialmente favorables para dilucidar la relación que exista entre dichos hechos y las corrientes naturales.

El autor confiesa que ha cambiado de opinión.

Ha sido afirmado con frecuencia que de los bosques depende el caudal de las corrientes, en altas aguas y en estiaje, y que el clima es tan directamente influido por la destrucción de aquéllos,

que las sequías han aumentado notablemente y el bienestar de las futuras generaciones se halla seriamente amenazado. Los hechos y cifras que á continuación se presentarán no confirman tales presunciones, algunas de las cuales, especialmente las relativas al caudal de las corrientes, eran compartidas por el autor hasta hace pocos años, en que un estudio cuidadoso de los datos propios y ajenos condujole á modificar sus opiniones.

Los bosques deben ser protegidos.

Existen excelentes razones que aconsejan como muy conveniente la protección y económica conservación de los bosques en interés de la humanidad, hasta el punto de que es perjudicar una buena causa el intentar apoyarla en falsos razonamientos y equivocadas conclusiones de personas entusiastas, por rectas que sean sus intenciones y elevados sus propósitos.

Efectos de los bosques sobre el clima.

Se dice á menudo que el clima de una localidad determinada depende de la extensión y proximidad de las superficies cubiertas de los montes; que el número de días lluviosos y la cantidad total de lluvia se modifican según las alteraciones que experimenta la extensión de los bosques; que la altura de las avenidas, el nivel de los estiajes y la regularidad de las corrientes son profundamente modificados al cambiar en las cuencas correspondientes la relación en que se hallen las superficies cubiertas por bosques y las que carecen de ellos.

Mas, en realidad, la importancia y la naturaleza de la influencia de los bosques es materia en que dista mucho de existir completa unanimidad de opiniones. En cuanto al clima, independientemente de las causas que podrían alterarlo, no se dispone de datos fidedignos sobre temperatura, lluvia y otros elementos meteorológicos que abarquen un período bastante amplio para llegar á la solución que pudiera llamarse *estadística* del problema. No obstante, se dispone de testimonios elocuentes que permiten afirmar que en tiempos remotos, los mares salados de Asia y América cubrían superficies mucho más considerables que las que ahora existen, y hay también pruebas de que en algunas de estas regiones han crecido en algún tiempo los árboles más abundantemente que en la actualidad; pero esto no debe admitirse como demostración de que ha habido una disminución de lluvia debida á destrucción de los bosques. Ciertamente es que los bosques han disminuído y en algunos casos han desaparecido totalmente, y cierto es también que hay datos que parecen demostrar la hipótesis de una disminución en las lluvias y, por tanto, una alteración más ó menos profunda en el clima. Mas semejante reducción debe considerarse la causa más bien que el resultado de la esterilidad del suelo.

Nada prueba que en Alaska y en otras regiones de alta latitud los bosques fueran anteriormente más extensos que ahora. No obstante, en estos países, lo mismo que en las regiones áridas de los grandes continentes, hay signos de un lento cambio de clima realizado en un largo período—disminución de las lluvias ó aumento de temperatura, ó ambas cosas—, cambio que puede ser debido á causa bien distinta de la destrucción de los bosques. Prueban estas afirmaciones la lenta ó irregular contracción (interumpida á veces por avances ligeros) y la disminución de las heladas, fenómeno que se reputa universal, sin distinción de longitudes, latitudes y alturas, y que parece haber seguido un progreso más ó menos estable desde la época culminante del gran período glacial, con retrocesos eventuales más ó menos grandes. En realidad, puede afirmarse que estamos aún en el período glacial, período que, ciertamente, se está desvaneciendo, pero que no ha desaparecido enteramente, y además que cualesquiera que sean

los cambios de clima que se están realizando tienen un carácter esencialmente universal y no local.

Mister William J. Humphreys, Profesor de Física Meteorológica en el Servicio meteorológico de los Estados Unidos, dice á este propósito.

«Estos lentos y universales cambios de clima, que durante miles de años han estado modificando las heladas y alterando los mares interiores, pueden muy bien haber originado la destrucción de extensos bosques; pero que ello fuese el efecto y la destrucción de los árboles, la causa parece lo menos probable.»

Desecación en Asia.

A este propósito deben recordarse algunos hechos registrados por el profesor Ellsworth Huntington, explorador del Eufrates, del Turquestán ruso y de la cuenca del Lop en el Turquestán chino.

En esta cuenca, dice, se encuentran pruebas abundantes de un cambio de clima. En toda ella la vegetación ha disminuído grandemente en épocas recientes sin la intervención del hombre. En las laderas más bajas de las montañas hay restos que demuestran la existencia, en tiempos no muy remotos, de una cubierta de césped que ahora no existe. En la zona en que se desarrolla la vegetación hay signos ciertos de un proceso de desecación en progreso durante siglos. Se ha dicho con frecuencia que la destrucción de los bosques ha sido causa de la disminución de lluvias, pero en la cuenca del Lop lo contrario es lo que ha ocurrido: al disminuir las aguas, los bosques se han secado. Las lluvias incuestionablemente rigen el crecimiento de los bosques, pero ni en la cuenca del Lop ni en otras partes del Asia central y occidental hay pruebas de que los bosques produzcan efecto sensible sobre las lluvias.

Otra prueba importante de este aserto aduce el mismo escritor al relacionar los ríos y el desierto de Taklamakan y las minas de antiguas viviendas. Al Sur de la cuenca del Lop, desde Khotan, hacia el Este, hasta Lop Nor, reconoció aquél 17 corrientes, de las cuales 13 terminan en la zona de vegetación donde se esparcen y desaparecen, ya naturalmente, ya porque se emplean en el riego, por lo cual es imposible determinar si han disminuído de longitud. En los extremos de las cuatro corrientes restantes se encuentran antiguos cauces, bordeados por bosques secos, que prueban claramente que estas corrientes en otro tiempo se extendían de 15 á 44 kilómetros más allá del punto en que hoy desaparecen absorbidas por la arena.

Bosques subsistentes después de secarse las corrientes.

El hecho de que bosques secos subsistan mucho tiempo después que han cesado las corrientes de agua parece probar que ellos son lo último en desaparecer, no lo primero, y, por tanto, que su destrucción no precede á las sequías, sino que de éstas es una consecuencia su desaparición.

Pruebas incontrovertibles de este aserto se encuentran en los troncos petrificados de árboles que existen en Arizona y Nuevo Méjico, que revelan la existencia de extensas florestas. Aquí no puede decirse que el hombre destruyó los bosques y dió lugar á las sequías.

Influencia de los bosques en el clima de una localidad.

De datos diversos resulta que la temperatura en verano es ligeramente inferior en los bosques y su vecindad, especialmente del lado del viento, que en el campo raso, mientras que en tiempos fríos sucede lo contrario, debido probablemente á la acción de los árboles, aunque sean de hoja caduca, sobre la radiación del suelo.

El aumento de temperatura en invierno no es igual, sin embargo, á la reducción en el verano, estacion en que la mayor parte de los vegetales necesitan todo el calor que son susceptibles de recoger; y por eso acontece que las superficies cubiertas de bosque pueden retrasar sensiblemente el crecimiento de las plantas en su vecindad, según se dice que ocurre en las tierras altas de Mauritius.

Con respecto á los efectos de los bosques sobre las lluvias se transcribirán las siguientes afirmaciones, que Mr. Cleveland Abbe, Profesor principal del Servicio meteorológico de los Estados Unidos y miembro de la Academia Nacional de Ciencias, ha hecho en escritos recientes:

«Es de sentir que sigan propagándose los errores de pasados siglos mucho tiempo después que las investigaciones científicas los han destruido. Es fácil presentar teorías falsas y creerlas, porque generalmente son simplistas y plausibles, pero se requieren muchos años de labor para descifrar los secretos de la Naturaleza. En estos tiempos y en la generación actual, la idea de que los bosques aumentan o disminuyen la cantidad de lluvia que cae de las nubes, no es digna de ser sustentada por hombres razonables é inteligentes.»

A propósito del hecho de que los pluviómetros situados en los bosques recogen más aguas que los situados á igual altura en campo raso, el mismo profesor dice:

«La principal dificultad estriba en admitir que el agua recogida y medida por un pluviómetro representa correctamente el agua llovida. Acaso las observaciones más interesantes realizadas directamente á este propósito son las efectuadas por Brandis y Blanford en la India, en regiones muy lluviosas, con pluviómetros colocados al nivel del suelo y á alturas superiores á las copas de los árboles. Los pluviómetros altos del bosque recogían un 4 por 100 más de agua que los colocados á la misma altura fuera de él, mientras que los situados en el suelo, en los rasos del bosque, daban un 2 por 100 más que los colocados análogamente en el terreno libre. Pero semejantes cifras no prueban que la lluvia en los bosques fuera realmente mayor que fuera de ellos, aunque á primera vista puedan confirmar esta idea (1); el hecho es que los pluviómetros de los bosques estaban mejor abrigados del viento que los otros, y esta era la causa de que recogieran una proporción mayor de la lluvia caída.

«El pluviómetro ofrece varias causas de error que deben investigarse y tenerse en cuenta, como en los demás aparatos meteorológicos, antes de admitir sin corrección los datos imperfectos que proporciona. El efecto del viento disminuyendo la cantidad de agua recogida por aquél ha sido estudiado desde 1812, en que Mickle presentó los primeros trabajos sobre el particular, y el estado de nuestros conocimientos sobre la materia fué resumido elocuentemente en 1887 en un apéndice al *Boletín* 7 de la División forestal del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos. Este *Boletín*, editado por Mr. B. E. Fernow, «el padre de la Dasonomía americana», pasa revista á los varios métodos existentes para determinar las verdaderas alturas pluviométricas y sus relaciones con las teorías relativas a las influencias de los bosques.

«Resulta que en las lluvias ordinarias hay una mezcla de gotas grandes y pequeñas que caen con velocidades variables según su tamaño, densidad y la resistencia del aire. El granizo desciende aún más rápidamente que la lluvia, mientras que la nieve lo hace más lentamente. Cuando el viento azota las paredes latera-

les de un pluviómetro, las corrientes de aire desviadas por él pasan junto á este obstáculo más rápidamente y hay una capa invisible de aire sobre la boca del aparato, cuyo movimiento en sentido horizontal es más rápido que las capas superiores. De aquí que mientras algunas de las gotas grandes, que descienden con mayor rapidez que las restantes, son capaces de atravesar aquella capa sutil de aire en movimiento, las gotas más pequeñas, que caen con menos fuerza, son arrastradas al lado de sotavento sin llegar á penetrar en el pluviómetro. Las pérdidas de lluvia que éste deja de acusar dependen á la vez de la velocidad del viento en sentido horizontal y de la velocidad que toma la lluvia al caer.

«El hecho de que el déficit aumenta con la velocidad del viento (la cual es menor sobre los bosques), ha sido también demostrada, poniendo los pluviómetros al abrigo de aquél; en este caso el déficit se reduce considerablemente. Los profesores Henry, Nipher, Boernstein y Helmann, todos investigadores eminentes, están de acuerdo con estas conclusiones.»

De dos pluviómetros colocados á la misma altura sobre el suelo, uno en campo libre y otro en un bosque sobre las copas de los árboles, recogerá éste más agua que aquél, porque los árboles reducen, por su rozamiento con el viento, la velocidad de éste, y no azota la boca del pluviómetro con la misma velocidad con que lo hace en el pluviómetro colocado en campo libre.

Resulta, pues, que la influencia de un bosque sobre la lluvia es únicamente aparente; ella puede aumentar ó disminuir la cantidad de agua que el pluviómetro recoge, pero no la de lluvia que realmente cae de la nube.

Diferencias de temperaturas debidas á la naturaleza del suelo.

Investigaciones diversas demuestran que la naturaleza y condiciones del suelo tienen una influencia muy apreciable en la temperatura que en él se registra, á pesar de hallarse al mismo nivel y en condiciones por lo demás análogas. Las distintas clases de cubiertas, el abrigo producido por bosques, materiales, césped, por edificaciones, cultivos diversos, etc., llegan á originar diferencias de temperatura á las de tierra de 3 á 5 grados y aún más; pero estas diferencias desaparecen prácticamente á muy poca altura sobre el suelo, de tal suerte que á la de 30, ó á lo sumo 60 metros, ya no son apreciables.

(Continuará.)

MARTÍN PRAT

Expresamos nuestro más profundo sentimiento por la muerte del joven Ingeniero de Caminos D. Jacinto Martín Prat, afecto á la Jefatura de Obras públicas de Tarragona, producida por una descarga eléctrica en acto del servicio al reconocer el cruce de una carretera por una línea de alta tensión.

En casos como éste se impone la concesión á la familia de una pensión en su grado máximo, á semejanza de los militares.

La proposición de ley presentada en este sentido al Congreso de Diputados por el Sr. Romeo, á que se han adherido los Ingenieros de Caminos Diputados, es muy justa y deseamos su pronta aprobación.

La Asociación de Ingenieros de Caminos ha tomado el acuerdo de coadyuvar, sin pérdida de tiempo, á que se conceda la pensión de referencia para la familia de nuestro infortunado compañero.

La REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS se une en un todo á tan noble acto, expresa su gratitud al iniciador de la idea, Sr. Romeo, y testimonia á la familia del finado su más sincero pésame por la desgracia que le afflige.

(1) Es digno de notarse que tanto en estos experimentos, como en los demás que con carácter verdaderamente científico se han aducido, la influencia de los bosques, aun admitiéndola sin reservas, se manifiesta por un ligerísimo aumento en la cantidad de lluvia, verdaderamente insignificante y sin importancia práctica. En este orden de ideas bien podría decirse que la que puedan ejercer las filas de árboles de un camino, las plantaciones esporádicas, etc., había de ser enteramente nula.—(N. del T.)