

leer estas líneas del Sr. Cosculluela, es la agresiva ignorancia de ciertas críticas.

Digo ignorancia, porque á renglón seguido la confiesa así el propio Sr. Cosculluela, diciendo «sólo debe tomarse lo que precede como comentario á cifras que leo, pues no conozco el pantano ni en el proyecto ni en la ejecución lo suficiente para formar juicio crítico completo.....»

Juzgar sobre lo que se ignora es ligereza, siempre funesta, incluso en aquellos escritores de profesión, que persiguiendo fines más ó menos confesables, necesitan ó no les importa embarrullar; pero que un técnico ignore y juzgue públicamente, no una teoría, idea ó proyecto, sino las realidades de una empresa en marcha, es algo inconcebible, á no verlo escrito.

El verano actual es el primero que funciona el pantano de La Peña, cumpliendo su misión de suplementar la corriente estival del Gállego para completar las dotaciones de cuatro canales.

Ante esta perspectiva de riego, seguro con cualquier estiaje, la huerta inferior, hasta aquí condenada á precarios cultivos de verano, los ha intensificado como la cabecera; y todos hemos presenciado tranquilos cómo la mengua del río dejaba en seco el día 11 de Julio el último caual y á media agua el canal penúltimo, que á su vez quedaba seco también en fin del mismo mes, y cómo ha seguido y sigue en baja el caudal fluvial, cual muchos otros años, hasta no cubrir en Agosto la dotación de los primeros canales.

Pues bien, las cosechas del verano corriente, fiadas exclusivamente al recurso del pantano, representan, sólo en la zona de los dos últimos canales, valor de 6 millones de pesetas. Por consiguiente, cabe afirmar que el pantano de La Peña asegura, desde el primer año de empleo, una riqueza anual igual, por lo menos á su coste íntegro.

Y tal resultado es corriente en nuestras obras de riego; entre las que figuran, tal vez, esas otras clasificadas como fracasos económico-hidráulicos, que son muchas, al decir del articulista.

Fácil será al Sr. Cosculluela autocriticarse discurriendo sobre el hecho citado que, en puridad, es una de tantas maneras simples de apreciar el buen éxito económico de la obra.

En todo caso, me pongo gustoso á su disposición antes que para polémica periodística, para mostrarle el terreno y la obra y para documentarle mano á mano.

SEVERINO BELLO.

Agosto 1913.

Sr. D. Pablo Cosculluela:

Empiezo, como en la carta anterior, con las palabras *Muy señor mío y de mi mayor respeto*, porque, aun cuando sospecho que es usted el amigo y paisano que conocí y traté, con la intimidad correspondiente á esta última circunstancia en la desaparición «Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos», muy bien pudiera ocurrir que fuera usted persona diferente, aunque su nombre y apellido sean los de mi antiguo compañero.

De no haberme asaltado esta duda, hubiera sustituido lo ceremonioso de las palabras subrayadas, por las que hubieran expresado mejor el cariño y la amistad que conservo, no ya con la intensidad de aquellos felices tiempos, sino con intensidad mayor, porque los afectos que se crean en los años primeros de la vida, se avivan á medida que el tiempo avanza.

En el artículo que he indicado en la carta dirigida al Sr. Director de esta Revista, se razona á propósito del coste del panta-

no de La Peña, de un modo que, en mi modesta opinión, conviene rectificar.

Se dice textualmente:

«Pantanos como el de La Peña, que tan celebrado es estos días por los periódicos, y que de ser ciertas las cifras que publica el *Madrid Científico*, habrá que clasificar entre los muchos fracasos económicos hidráulicos, pues si es cierto que ha costado (sin contar los intereses) 6.864.020 pesetas y que embalsa 18 millones de metros cúbicos de agua, resultará que el metro cúbico embalsado habrá costado á razón de 0,38 pesetas, y como para regar una hectárea hacen falta 8 ó 10.000 metros cúbicos de agua, resultará que en el vaso solamente se han gastado 2.640 á 3.800 pesetas por hectárea, y como el valor en venta se calcula en Aragón y en otros proyectos de riego en 2.000 pesetas, término medio, el error económico no puede ser más palpable.

Si el pantano de La Peña hubiera costado las indicadas 2.640 ó 3.800 pesetas por hectárea, me avergonzaría de haber puesto mi modesta firma al pie del proyecto primitivo.

Si el pantano de La Peña no pudiera llenarse más que *una vez al año* y los beneficios de su realización se redujeran *exclusivamente* al riego de las 1.800 hectáreas que sólo se regarían con la supuesta dotación de 10.000 metros cúbicos por hectárea, su coste sería, en efecto, el señalado por la segunda de las cifras expresadas.

Pero este no es el caso. Podrá llenarse y se llenará, por regla general, varias veces al año, y su objeto no ha sido implantar el regadío en la reducida extensión superficial antes dicha, sino completar los riegos en una zona de 16.000 hectáreas nada menos, y hacer posible la utilización de unos cuantos miles de caballos de fuerza.

El coste del metro cúbico de agua embalsada es un dato que por sí solo no sirve para defender ni para condenar el presupuesto de un pantano; necesita ser completado con todos los que deban tenerse en cuenta para apreciar las circunstancias del proyecto.

Los pantanos, como todas las cosas, sólo son caros cuando los beneficios que han de producir no guardan la debida relación con la cuantía de sus respectivos presupuestos.

Si rectifico con lo anterior al respetable señor, desconocido para mí, que firma el artículo de referencia, tengo mucho gusto en ofrecerle el testimonio de mi mayor consideración; si rectifico al paisano y antiguo compañero, lo tengo aún mayor en enviarle el abrazo más estrecho y más cordial.

En uno y otro caso queda muy atento servidor,

ANTONIO LASIERRA,
Ingeniero de caminos.

LOS MONTES Y LA LLUVIA (1)

I

Mi ilustrado contrincante Sr. Cosculluela, haciéndose cargo de las conclusiones formuladas por mí en el artículo en que contestaba á los suyos, se dispone á discutirlos, empezando por lo referente á la acción de los montes sobre la lluvia.

Observaciones de Nancy.

Para demostrarla recurre, en primer término, á las tan renombradas observaciones de Nancy, tomando los datos de un folleto de M. Henry, que alcanza en los resultados á veintiocho

(1) Del *Madrid Científico*.

años de observación. El período entéro ha durado treinta y tres años, y los resultados completos pueden verse en la *Economie Forestiere*, de Huffel, actual Subdirector de la Escuela de Nancy (2.^a edición, páginas 67-76).

Sólo se establecieron tres estaciones pluviométricas: la primera, correspondiente á los terrenos arbolados, estaba situada en Cinq-Tranchées, en el interior del monte de Haye, en los alrededores de Nancy; la segunda en Bellefontaine, en la linde del bosque, y la tercera, que corresponde á un terreno agrícola, ha estado primero en Amance, á 10 kilómetros al NE. de Nancy, y después en la Bouzule, á 4 kilómetros al SE. de Amance.

Las medias de los treinta y tres años han sido 847,7 milímetros para Cinq-Tranchées, 796,8 para Bellefontaine y 650,6 para la estación agrícola. Pero, ¿prueba esto que en un terreno arbolado llueva, á igualdad de las demás circunstancias, más que en un terreno desnudo? No. Prueba tan sólo que en Amance y en La Bouzule llueve menos que en Bellefontaine, y en Bellefontaine menos que en Cinq-Tranchées. Y nada más.

No sólo á distancias de 10 ú 11 kilómetros, sino aun dentro del recinto de una población, pueden notarse en la cantidad de lluvia diferencias muy importantes. En París varía la altura media anual de lluvia desde 416 milímetros en la torre de Saint-Jacques hasta 575 en el parque de Saint-Maur. Dentro del mismo observatorio, y el caso es sobrado conocido, un pluviómetro colocado en la azotea recibió, como término medio, en el período de 1817 á 1827 500 milímetros, mientras otro colocado en el patio recibió durante el mismo tiempo 570. En España, para dar también ejemplos nacionales, encuéntranse diferencias importantes entre San Fernando y Jerez y excepcionales (próximamente de sencillez á doble) entre el Mareógrafo y el Instituto de Alicante.

No basta, pues, comprobar una diferencia, es necesario, además, demostrar que la causa es la que se supone y precisamente á demostrar lo equivocado del supuesto en el caso de Nancy dediqué una nota presentada al último Congreso de las Ciencias. Allí demostré que la diferencia observada entre Cinq-Tranchées y Bellefontaine podía ser atribuída con toda probabilidad á la diferencia de altitud de ambas estaciones. Quedarían así igualadas las dos estaciones forestales. Subsistiría, es verdad, la diferencia entre éstas y las agrícolas; pero la mejor prueba de que nada tiene que ver esta diferencia con la naturaleza de la cubierta vegetal, es que, tanto durante el período de vegetación activa (Mayo á Septiembre) como en el período de reposo (Octubre-Abril), la relación entre las alturas de lluvias de unas y otras estaciones es casi la misma: 76,4 por 100 en el primer caso y 76,9 en el segundo. La relación constante demuestra que el efecto es debido á circunstancias probablemente topográficas y, en todo caso, ajenas á la acción variable del arbolado. Mucho más podría decirse de estas observaciones y ya lo he dicho en la nota citada; pero creo que lo expuesto basta para contestar al señor Cosculluela.

Esto no es decir que no pueda haber montes donde llueva más que en los campos limítrofes; los hay y aun suele presentarse el fenómeno con bastante generalidad, aunque no en las proporciones que supondrían las cacareadas observaciones de Nancy. Encuéntrase con frecuencia un aumento de un 2, de un 3 y hasta de un 4 por 100; pero esto no significa que los árboles aumenten la lluvia en esa proporción, sino simplemente que, por defender del viento á los pluviómetros, permiten á éstos recoger mejor la lluvia, hecho perfectamente conocido hoy, y en previsión del cual se recomienda en todas las instrucciones meteorológicas resguardar del viento á los pluviómetros. La atenuación del viento por el bosque provoca también la caída sobre él de al-

gunas gotas de las más pequeñas que, sin esa atenuación, serían arrastradas de la misma manera que los remansos provocan el depósito de las materias en suspensión que no son producidas por ellos. Pero ni los errores de medida hacen variar la cantidad real de lluvia precipitada, ni la captación por el bosque de algunas gotas más aumenta los recursos hidráulicos de la comarca, porque sólo tiene lugar á expensas de los terrenos que se encuentran á sotavento.

Tampoco habrá que extrañar ver llover en los terrenos con árboles, porque donde no llueve los árboles no pueden prosperar, y, al sostener la opinión contraria, se toma á menudo el efecto por la causa, ó, como dice el refrán, el rábano por las hojas.

El caso del Durance.

Y vamos al caso del Durance. Hay que recordar, ante todo, que no le daba yo en mi primer artículo un valor probatorio decisivo, como lo prueban las expresiones con que lo citaba. Decía que dicho caso *tendería más bien á demostrar* que los bosques reducían el caudal de estiaje; no aseguraba que la disminución de acarreo fuera debida á la repoblación, sino solamente que se atribuía á ella, y sólo hacía constar que *paralelamente con esa disminución* se había notado otra muy sensible del caudal, llegando á la consecuencia de que ambas disminuciones, en buena lógica, debían ser atribuídas á la misma causa.

El Sr. Cosculluela, con datos tomados del proyecto de M. Ivan Wilhelm, trata de demostrar que las repoblaciones han aumentado el caudal del río y los datos que presenta son los que, para mayor claridad, resumimos en el siguiente cuadro:

AÑOS	GASTOS MEDIOS			
	Anual.	de Enero.	de Junio.	de Septiembre.
1892.....	94	31	272	53,2
1893.....	63,4	35	109	
1894.....	158	32	105	
1895.....	117	51	340	
1896.....	66,6	36	137	
Medias.....	79,8	(1) 37	192,6	58,2
1907.....	77,5	21	213	
1908.....	72,6	34	174	
1909.....	57,7	20	101	
1910.....	107,2	37	400	
1911.....	103,8	42	321	
Medias.....	83,8	30,8	241,8	

Lo que desde luego salta á la vista es que son muy pocos cinco años para que las medias deducidas de ellos tengan ni medianas garantías de exactitud. Son bien conocidas las enormes variaciones que los caudales de los ríos presentan á causa de las diversas influencias que sobre ellos actúan. Sólo en lo que se refiere á la lluvia, Brückner creyó necesario, para dar cuenta de sus irregularidades, recurrir al período de treinta y cinco años, que lleva su nombre, y aun no es suficiente en muchos sitios tan largo período para abarcar todas las irregularidades. Júzguese lo que podrá esperarse de las observaciones de dos quinquenios. El resultado no puede ser debido sino al azar.

(1) La media de los cinco primeros años, calculada con las cifras transcritas, sería 99,8; pero como yo supongo que el Sr. Cosculluela habrá hecho bien las operaciones y se llegaría á su resultado poniendo en el año 1894 58,1 en vez de 158, número más probable el primero que el segundo, acepto esa hipótesis para no fundar argumentos sobre errores de copia ó erratas de imprenta.

Pero hecha esta salvedad, que por sí sola es suficiente para quitar todo valor á las deducciones del Sr. Cosculluela, todavía es muy instructivo el examen detallado de las cifras aducidas. Enseña el cálculo de probabilidades que, en ausencia de errores sistemáticos, el valor medio es también el más frecuente, de donde inversamente se deduce que cuando la conservación ha dado muchos valores sensiblemente concordantes, su media puede aceptarse con bastante confianza, pero que, cuando esa concordancia no existe, la media que se obtenga será puramente artificial é insegura. Pues bien, lo último es lo que ocurre en este caso. La primera columna, con la que se pretende probar que el gasto medio anual ha aumentado, contiene en cada período cifras que van casi de sencillo á doble, y presentan hasta la circunstancia de que el año más lluvioso corresponde al período más seco, y viceversa.

Todavía mayores irregularidades hay en la columna de Junio, donde los caudales están en la relación de 1 á 3,2 en el primer período y de 1 á 4 en el segundo, y donde se da también el caso de que el año más seco corresponde al período más lluvioso. En uno y otro caso, las divergencias en los datos son considerablemente superiores á las diferencias que se trata de comprobar en las medias.

En cuanto al mes de Enero, en el que se pretende que el caudal ha disminuído, sin que se vea qué relación puede tener esta disminución con la presencia del bosque, en completo reposo de vegetación en esa época del año, la concordancia es ya mayor en el primer período, si se prescinde del valor excepcional por exceso de 1895, y en el segundo, si se suprimen los dos valores excepcionales por defecto de 1907 y 1909; pero, si después de eliminar esas anomalías se vuelven á calcular las medias, la relación se invierte, y quedaría para media probable del primer período 33,7, y para el segundo 37,7.

Por último, de Septiembre el Sr. Cosculluela sólo nos da las medias, sin que conozcamos los elementos de que están compuestas. No hubiera estado demás que hubiera presentado el detalle, y es de lamentar igualmente que, disponiendo de veinte años de observaciones, se haya limitado á darnos los resultados de los dos quinquenios extremos.

Así y todo, los datos aducidos no contradicen los que yo tenía y cuyo origen citaba. Estaban tomados del tomo III de la *Hidráulica Agrícola* de Levy Salvador, publicada en 1900, y no alcanzaban, por consiguiente, sino á algunos años más atrás. Se venía notando por entonces una disminución persistente del caudal de estiaje, y nada de extraño tiene que hacia 1892-96 haya éste pasado por un mínimo, que quizás se haya prolongado aún más, para crecer de nuevo por completa independencia de estado forestal de la cuenca. Lo que habría que demostrar sería que el caudal actual era superior al que se observaba antes de la disminución comprobada, y esto es lo que no parece que ocurra. Se calculaba, en efecto, en el proyecto de entarquinamiento que yo citaba, que el canal pudiera derivar 32 metros cúbicos por segundo, en aguas medias, los que sumados á los 50 que había que respetar para concesiones anteriores dan un total de 82 metros cúbicos, y el caudal medio sólo ha excedido de esa cifra durante el quinquenio de 1907 á 1911, en los dos últimos años.

Lo probable es también que la disminución observada en los acarreos proceda igualmente de la reducción temporal del caudal. Aquella disminución venía observándose, en efecto, desde 1868, y el mínimo se produjo hacia 1880, y como es en esta última fecha cuando, según el Sr. Cosculluela, empezaron prácticamente las repoblaciones, es claro que éstas no pudieron intervenir en el fenómeno. Levy Salvador trae un cuadro con la potencia colmante del metro cúbico de caudal, según las observa-

ciones hechas de 1868 á 1889, lo que demuestra que la obra, cuya concesión es de 1881, no se emprendería sin maduros estudios, que son garantía de que los aforos, aunque Levy Salvador no los cita detalladamente, no serían tampoco descuidados. No copiaré el cuadro íntegro, bastando para el efecto el resumen siguiente:

PERÍODOS		Poder medio colmatante del metro cúbico por segundo.
Bienio.....	1868-69.....	30862
	1870-74.....	23471
Quinquenios...	1875-79.....	19049
	1880-84.....	13890
	1885-89.....	17678

Se ve que en el último quinquenio citado la importancia de las turbias vuelve á aumentar, y la obra de Levy Salvador no me da elementos para seguir más adelante en la comparación. Tampoco dispongo del libro de Ivan Wilhelm; pero leo en *La Nature* de 19 de Julio último, donde se hace un análisis de la obra, que dicho eminente Ingeniero admite que en Serre-Ponçon, es decir, bastante más arriba del punto de arranque del canal de la Crau, el volumen anual de limos es de metros 2.600.000 cúbicos, á los que habría aún que añadir 200.000 metros cúbicos de gravas, ó, en total, 2.800.000 metros cúbicos de arrastres, y como el caudal medio de los dos quinquenios que cita el Sr. Cosculluela es de 81,8 metros cúbicos por segundo, resulta que el poder colmatante del metro cúbico es actualmente de 33863, es decir, bastante superior al del bienio de 1868-69. El resultado de la repoblación habría sido completamente nulo, aun para la evitación de arrastres.

Pero todavía hay otro error en la argumentación del Sr. Cosculluela, y es el de suponer que el caudal de un río mida la lluvia recogida por su cuenca, ya que el caso del Durance nos lo presenta, para demostrar que los montes aumentan la lluvia. Todos los que se ocupan de estas cosas saben que, aun con la misma cantidad de lluvia total, la recogida en los ríos puede variar enormemente, según la manera como aquélla se reparte en el año, y de ello le presenté elocuente ejemplo observado por mí en este mismo año de excepcional sequía (1), ejemplo con el cual trataba de demostrar la insignificancia de la supuesta lluvia forestal, pero que no ha merecido la atención del Sr. Cosculluela, sin perjuicio de motejarme después el no presentar ejemplos más que extranjeros. Si, pues, el coeficiente de aprovechamiento de la lluvia puede variar entre límites tan extremos, ¿cómo pretender demostrar un aumento en las precipitaciones, con la sola observación de otro aumento, probablemente más aparente que real, de sólo 5 por 100 en el caudal anual del río?

Las lluvias y los montes en España.

El Sr. Cosculluela pasa después á hablarnos de San Sebastián, y parece que los datos que en seguida aduce son la contestación á los plegados por mí en mi artículo de 25 de Julio (2). Cualquiera que lea lo que allí dije y lo que contesta el Sr. Cosculluela, verá que se trata de cosas completamente distintas, y que sólo tienen de común el referirse las dos á San Sebastián. Es como si igualáramos *Los intereses creados* con *Pepa la Frescachona*, porque ambas obras se dieron en el escenario de Lara.

Ratificándome, pues, en lo que allí dije, paso á ocuparme de

(1) Véase el núm. 777 de *Madrid Científico*, pág. 313.
(2) Véase el segundo artículo, pág. 423.

lo que dice ahora el Sr. Cosculluela. Dice que ha leído, invitado por mí, el *Anuario meteorológico*; yo le recomendé más bien los *Cuadros numéricos* que acompañan al primer tomo de la *Reseña geográfica y estadística de España*, del Instituto, donde no se trata de años aislados, sino de medias, que en su mayor parte se refieren á observaciones de treinta años. Para el caso de que se trata, esto, sin embargo, es indiferente; porque el fenómeno observado por el Sr. Cosculluela se presenta también en los *Cuadros numéricos* á que yo aludía. Sólo las cifras difieren, por tratarse aquí de medias y allí de un año aislado. Resulta, en efecto, que la lluvia de Diciembre á Marzo, ambos inclusive, es en San Sebastián de 440 milímetros, y en Bilbao de 463, mientras que en los meses restantes las cifras son, respectivamente, 956 y 767. ¿Por qué se invierte la relación? Para el Sr. Cosculluela la cosa es fácil. «Cualquiera que conozca, siquiera sea someramente, las leyes meteorológicas, comprenderá que en Bilbao debe llover más que en San Sebastián», nos viene á decir sin agregar el por qué, y, esto supuesto, añade: «pues eso es lo que pasa en la época de reposo de la vegetación». Pero llega el período de vegetación activa, y entonces, como Guipúzcoa tiene más vegetación (es esta la palabra que emplea) que Vizcaya, y esto también lo sabe todo el mundo, el bosque se impone y eleva la precipitación de San Sebastián en un 25 por 100. Problema resuelto.

Yo declaro que no conozco, sino por referencias, ni á San Sebastián ni á Bilbao, y que en estos asuntos considero siempre preferibles las cifras á las impresiones, y, por consiguiente, creo que no hubiera estado demás indicar la proporción de los bosques que existe en una y otra provincia; y digo de bosques y no de vegetación en general, porque es la influencia de los primeros la que está en litigio, y porque cuando del particular tratan los forestales, suelen hacer distinción muy cuidadosa entre los bosques y los cultivos agrícolas. Ni Amance ni La Bouzule son yermos y son las estaciones que se han opuesto al monte de Haye. Sería ese, pues, el punto de partida para una comparación seria. Para hacerla, sólo tengo á la vista el «Bosquejo forestal de España» que acompaña á la *Geografía médica de la Península Ibérica*, del Dr. Hauser; la escala es pequeña y se trata de un bosquejo, no puedo pretender una exactitud muy grande; pero lo que de allí resulta es que una mancha considerable de hayedos se reparte casi por igual entre las dos provincias, quizás algo más en la de Vizcaya. Los robledales, sin embargo, cubren una mayor extensión en Guipúzcoa. Al borde de uno de éstos parece situado San Sebastián é inmediato á una gran superficie cultivada que podría medir unas 23.000 hectáreas, ó sea el 12 por 100 próximamente de la superficie de la provincia. Su distancia á los hayedos más próximos es de unos 18 kilómetros. Bilbao se encuentra algo más separada de bosques: á 7 kilómetros próximamente de una mancha de robles y á unos 20 kilómetros de la gran mancha de hayedos.

Esto, por lo que hace á la situación forestal, ciertamente algo más favorable la de San Sebastián, aunque no lo suficiente para que se pueda suponer entre una y otra población una oposición radical. Por lo que se refiere á la situación topográfica, la diferencia es apenas sensible: la altitud de San Sebastián es de 5 metros, la de Bilbao de 8; ambas se encuentran á orillas del mar: la primera en costa abierta, la segunda en el fondo de una amplia ría. No se ve que haya motivo para una gran diferencia en las precipitaciones.

Pero el régimen de los vientos no es el mismo todo el año. De Marzo á Octubre, ambos inclusive, la dirección dominante en ambas estaciones es, según los citados *Cuadros numéricos*, del NO., mientras que en el resto del año soplan en San Sebastián vientos preponderantemente del Sur, cuando en Bilbao dominan

los del SE. Ahora bien, los vientos del Sur son aquella costa vientos terrales, y, por tanto, poco favorables para la precipitación, en tanto que el SE. tiene una componente paralela á la costa, y en las perturbaciones atmosféricas, que son en invierno las únicas que hacen llover, será más fácil en Bilbao que se convierta en marino el viento normal. En cambio, con el régimen de los NO. la lluvia será lo normal y por eso se la encuentra con relativa igualdad repartida entre toda la estación, y bajo este régimen, determinado en parte por la forma de las costas, no es extraño que el máximo de la precipitación, que viene aumentando desde Santander, tenga lugar precisamente en la frontera francesa, en el fondo del golfo de Gascuña, al que se encuentra más próxima San Sebastián que Bilbao.

Por otra parte, si en los cuadros tantas veces citados se quisieran buscar ejemplos de estaciones próximas en las que la distribución de la lluvia tiene lugar en oposición completa con lo que exigiría la tesis forestal, muchos podrían encontrarse. Al efecto, he calculado la proporción en cada provincia de los terrenos ocupados por los montes calificados de utilidad pública, valiéndome para ello de los datos oficiales consignados en el mapa anejo á la Memoria relativa á los servicios de Agricultura, Minas y Montes, varias veces citada en mis artículos, y de ellas he considerado sólo aquellas de que hay datos meteorológicos en los cuadros numéricos del Instituto. Los resultados han sido los siguientes:

	Coefficiente forestal.	Altura de lluvia. — Milímetros.
Sevilla.....	0,008	499,8
Alicante.....	0,017	439,6
Cáceres.....	0,020	751,0
Badajoz.....	0,021	389,5
Ciudad Real.....	0,026	456,7
Valladolid.....	0,047	308,3
Madrid.....	0,058	424,8
Salamanca.....	0,058	284,1
Coruña.....	0,061	1.209,2 ⁽¹⁾
Cádiz.....	0,086	715 ⁽²⁾
Granada.....	0,090	453,1
Guadalajara.....	0,096	441 ⁽³⁾
Barcelona.....	0,099	541,1 ⁽⁴⁾
Murcia.....	0,108	348,3 ⁽⁵⁾
Albacete.....	0,108	381
Soria.....	0,112	567,8
Jaén.....	0,121	706,1
Málaga.....	0,125	607,2
Zaragoza.....	0,134	295,4
Segovia.....	0,137	547,5
Burgos.....	0,140	453 ⁽⁶⁾
Huesca.....	0,151	641,2 ⁽⁷⁾
Teruel.....	0,158	387,1
Orense.....	0,178	699,9
Lérida.....	0,188	351
Valencia.....	0,243	472
León.....	0,325	351,1
Santander.....	0,385	838 ⁽⁸⁾

Examinando este cuadro se observa que en Sevilla llueve más que en Badajoz, en Alicante más que en Murcia y en Albacete, en Cáceres más que en Salamanca y Badajoz, en Ciudad Real más que en Albacete, en Valladolid más que en Salamanca, en La Coruña más que en Orense, en Cádiz más que en Málaga, en

(1) Media de La Coruña y Santiago.

(2) Media de San Fernando.

(3) Media de Molina de Aragón.

(4) Media de Barcelona é Igualada.

(5) Media de Murcia y Cartagena.

(6) Media de Burgos y La Vid.

(7) Media de Huesca y Jaca.

(8) He prescindido de Navarra, que hubiera dado sólo 0,030, cifra en contradicción con la de 0,244 que da el Sr. Villanueva en su folleto sobre los montes de Navarra. Prescindiendo también de San Sebastián, que sólo figura en el mapa por una extensión insignificante. En uno y otro caso el régimen foral será la causa de que sólo una extensión muy reducida quede intervenida por el Estado.

Granada más que en Murcia, en Guadalajara más que en Zaragoza, en Barcelona más que en Lérida, en Soria más que en Zaragoza, en Segovia más que en Burgos, en Huesca más que en Lérida y en Orense más que en León, por no citar más que provincias limítrofes ó muy próximas. Es decir, que en 28 provincias hay 16 excepciones.

Pero aun hay más: si se halla la media de la lluvia de las provincias cuyo coeficiente forestal es inferior á 0,10, se obtiene una altura de 531,7 milímetros; las que tienen coeficiente comprendido entre 0,10 y 0,20 dan una media de sólo 498,8; entre 0,20 y 0,30 se encuentra Valencia con altura aún más baja de 472 y por encima de 0,30, si la media vuelve á elevarse á 594,9 es solamente por la influencia de Santander que corresponde á la zona lluviosa del Cantábrico; pero en el mismo grupo entra León que sólo tiene de lluvia 351,1; de suerte que en la España árida, donde principalmente la repoblación se recomienda con fines meteorológicos, la regla parece que es la inversa: *á más monte, menos lluvia*.

Si yo tratara solamente de atacar á los montes, bella ocasión se me presentaría para hacerlos pasar, fundado en esos datos, como contrarios á la lluvia, sobre la cual ejercerían un maravilloso poder de repulsión, como el que ciertos forestales suponen que ejercen sobre el granizo. Pero nada más lejos de mi ánimo que tales argucias. Creo simplemente que la acción del arbolado es nula, y, si de los datos apuntados parece resultar otra cosa, la explicación es muy sencilla. En las provincias secas, solamente los bajos, los terrenos regados ó los de una fertilidad excepcional son susceptibles del cultivo agrario: el resto ha sido abandonado por los particulares y constituye la propiedad de los Municipios ó del Estado. En ese resto el que queda clasificado como montes públicos, aunque una gran parte de su superficie, por las inclemencias del clima, es de erial ó pastizales, y así se comprende, sin necesidad de grandes lucubraciones científicas, que *á menos lluvia, más monte*.

La probabilidad de las causas.

Si he traído, á pesar de todo, aquellas cifras á cuento ha sido para demostrar cuán fácil es caer en error en materias tan complejas, tomando los resultados brutos de la observación, sin discutir minuciosamente todas las circunstancias, y como esta discusión minuciosa sería inacabable, llegaríamos á eternizarnos sin llegar jamás á un resultado serio.

Por eso creo yo que el Sr. Cosculluela podría prescindir de citar tantas casualidades como dice que tiene en cartera, pues á todas seguramente habrá algo que reprochar, y nada sería más fácil que oponer otras tantas é igualmente probatorias á favor de la tesis contraria. No es así como llegaremos á nada práctico. En los fenómenos sencillos que la Física estudia en el gabinete basta separar en los experimentos toda influencia perturbadora para que la ley que los rige pueda estudiarse con toda la precisión deseable; pero cuando se trata de fenómenos complejos, imposibles de aislar por su escala ó por sus conexiones necesarias con otros fenómenos, como ocurre en el caso que nos ocupa, la observación directa es el más largo y el más falaz de todos los procedimientos de investigación. No basta, por supuesto, mirar; es preciso tomar en cuenta todas las combinaciones posibles de circunstancias posibles, y como éstas son muy numerosas, será preciso recurrir á detalladas estadísticas, donde los números sustituyan á las impresiones y vengán á prestar al estudio la precisión que inútilmente se buscaría prescindiendo de ellos.

Y ni aun esto es todavía suficiente cuando de la comprobación de los hechos quiere uno remontarse á la determinación de

las causas. Se plantea entonces un problema de probabilidades que el cálculo trata de resolver mediante el conocido teorema de Bayes. Pero aquí surge una nueva dificultad: el citado teorema supone conocida la probabilidad *a priori* de la causa que se estudia, es decir, la que poseía anteriormente á toda observación.

Bertrand, en su excelente tratado de cálculo de probabilidades, compendia esta doctrina, con aquella fuerza de expresión que le era propia, en un ejemplo sugestivo.

«Los habitantes de Saint-Malo estaban persuadidos hace un siglo de que en su pueblo el número de defunciones á la hora de la marea alta era mayor que en marea baja.

Admitamos el hecho.

Supongamos que en las costas de la Mancha se haya notado una mayor proporción de naufragios con el viento NO. que con ninguno de los demás.

Supongamos que las cifras recogidas en apoyo de ambas observaciones sean en igual número é inspiren idéntica confianza; las consecuencias serían, sin embargo, muy diferentes.

Quando se haya llegado á considerar como una certeza la influencia del viento NO. sobre los naufragios, las gentes prudentes exigirán todavía pruebas nuevas para reconocer sólo la verosimilitud de la influencia de la marea sobre la última hora de los maluinios.

Los problemas son idénticos; la imposibilidad de aceptar una misma respuesta demuestra la necesidad de hacer intervenir la probabilidad *a priori* de la causa que se quiere apreciar.»

Dedúcese de aquí que en todos estos casos el estudio teórico del asunto debe preceder á la investigación experimental, en la que poco ó nada podría adelantarse procediendo á tontas y á locas á recoger datos inconexos. Y en el caso particular que nos ocupa la aplicación del precepto exigiría que antes de ver lo que llueve en cada sitio, para probar una tesis que desde luego no salta á la vista, se estudien las razones teóricas que abonarían la influencia del monte sobre la lluvia para no interrogar á la experiencia, sino cuando la interrogación sea oportuna, y rodeándola siempre de todas las precauciones y garantías suficientes para que la contestación sea inequívoca. Sólo de esta manera haremos ciencia. Lo demás será como consultar al oráculo de Delfos.

Pues bien, en cuanto á esas razones teóricas, el Sr. Cosculluela no ha dado más que una en toda esta larga discusión. Aquella en que fundaba toda esa pretendida influencia en la menor temperatura y la mayor humedad del monte, y ésta contestada está por mí con aquel ejemplo de San Sebastián que ha servido al Sr. Cosculluela para llevar sus investigaciones por otros derroteros distintos de los que yo le indicaba, sin que por ellos haya llegado tampoco á ninguna conclusión decisiva.

Es verdad que él pretende que esas diferencias de humedad y temperatura se extienden hasta gran altura en la atmósfera: pero fundado sólo en la afirmación de Renard, á la cual yo opuse serias y graves objeciones que han quedado sin respuesta, y que, aun admitida, todavía sería insuficiente por las razones indicadas en mis últimos artículos á propósito de *la temperatura del espacio*.

En todo esto queda ancho campo al Sr. Cosculluela para ilustrarnos respecto á las influencias del monte sin ir á recolectar casualidades.

A la defensiva.

Y creo que con ceñirse á discutir lo indicado sin tratar de ningún otro asunto hasta dejar éste bien resuelto, habríamos hecho mucho para el mejor orden de la discusión; pero antes de terminar este artículo, y porque el Sr. Cosculluela no lo tome á

desdén, he de contestar brevemente dos ó tres puntos en que toma la ofensiva.

Es el primero aquella divagación (así la califica él) sobre la falta de datos publicados de aforos. La falta no es absoluta, porque algo se ha publicado y, de los recogidos, no creo que se haga ningún secreto, sino que estarán en el Ministerio de Fomento á la disposición de los que deseen consultarlos. Además, la publicación, según mis informes, no se hará esperar, aunque los datos no sean tan completos como lo serían si se dispusiera para ese servicio de créditos suficientes.

El Sr. Cosculluela deduce también de fantásticos cálculos, cuyo fundamento queda refutado más atrás, que cada hectárea de monte aumentaría la lluvia en 207,3 milímetros y, como para ello supone que el agua recogida por el Durance es íntegramente la lluvia de su cuenca, hipótesis totalmente inverosímil, el cálculo, de ser legítimo en sus bases restantes, sería considerablemente bajo, y la cifra hallada debería ser multiplicada por un coeficiente próximamente de 3, y aun así solamente se tendría la lluvia que llegaba al suelo, sin contar con la que quedara en hojas y ramas, apreciada por los forestales en 15 ó 20 por 100 de la total, con lo que fácilmente el aumento podría elevarse hasta 1.000 milímetros, y llegar á duplicar y aun triplicar la lluvia primitiva del país que, por seco que fuera, habría que sauear á toda prisa. ¡Y aun me decía Mr. Henry, calificando la tesis contraria con especial crudeza, que ningún forestal había

pretendido convertir por medio de bosques un país seco en país húmedo!

Pero todos sus números le sirven al Sr. Cosculluela para hacer una crítica acerba del pantano de La Peña, crítica, además, injusta. El Sr. Cosculluela debería saber que no es el volumen de agua que un pantano puede contener el que mide la dotación precisa que puede asegurar á la zona regable, y que tal volumen sería sólo un mínimo, cuando, después de llenar el pantano, el río se quedara seco. Olvidando tan elemental consideración, llega á deducir que la hectárea regable cuesta á 3.800 pesetas, cuando en realidad el costo por hectárea es sólo de 429 pesetas, teniendo en cuenta que la zona contiene 16.000.

La conclusión que de todos esos cálculos deduce el Sr. Cosculluela es que hubiera sido preferible repoblar 60.000 hectáreas á construir el pantano, dado que con aquéllas el resultado hubiera sido mayor, con casi el mismo coste. La primera parte contestada queda; en cuanto al coste, sólo debo hacerle observar que, según los datos nada sospechosos de Demontzey, el coste de aquellas 60.000 hectáreas de que yo hablaba en mi primer artículo fué de 25.390.000 francos, es decir, el costo de casi cuatro pantanos de La Peña, y eso aun siendo el pantano de La Peña relativamente caro por las condiciones especiales de su emplazamiento y las dificultades encontradas en la ejecución, lo que no impide el que su valor económico sea superior á su coste.

(Continuará.)

PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO.

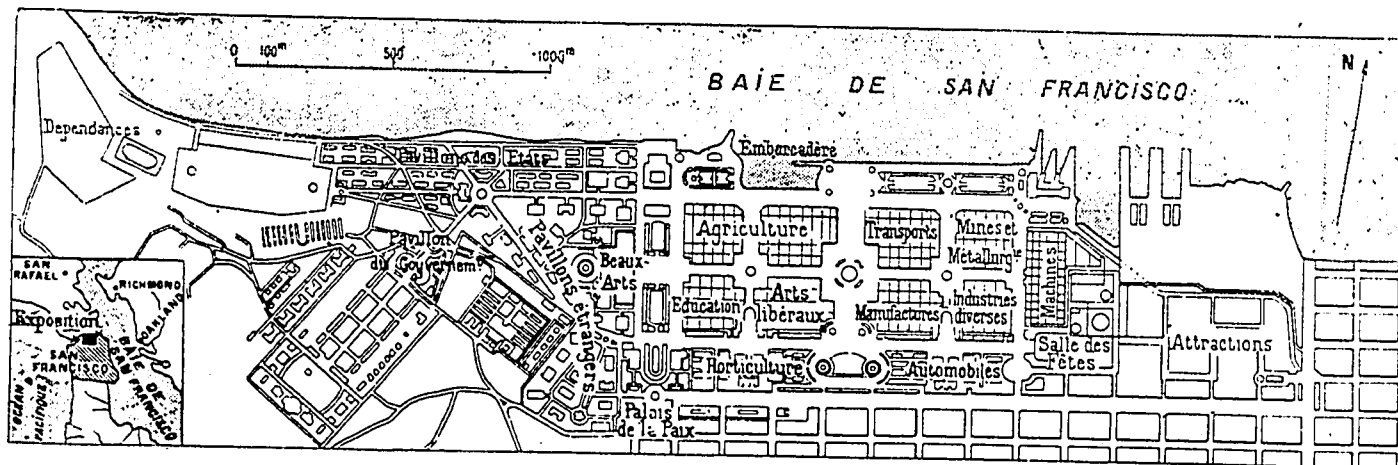
Revista de las principales publicaciones técnicas.

La Exposición Internacional de San Francisco de 1915.

La apertura del canal de Panamá, de cuyas obras hemos hablado á menudo en esta REVISTA, se ha fijado para el 1.º de Enero de 1915, y en conmemoración á ella debe celebrarse una importante Exposición Internacional, que se inaugurará en San Francisco, en Febrero del mismo año.

iguales del Gobierno y de la ciudad. Desde el punto de vista financiero, la Exposición está administrada por la Panamá Pacific International Exposition C.º, formada por un grupo de cincuenta personalidades de la región, asistida de Comisiones municipales y gubernamentales.

El lugar escogido para la Exposición se extiende á lo largo de la bahía de San Francisco en una longitud de 2.575 metros y



Para celebrarla se ha elegido esta población porque se supone que la apertura del canal será para San Francisco, y, en general, para los Estados occidentales, una causa de prosperidad.

Los fondos reunidos hasta ahora para esta Exposición se elevan á 17.500.000 dólares, de los que 7.500.000 se han suscrito por el público y el resto se ha cubierto por dos subvenciones

una anchura de 800 metros. La figura, que tomamos de *Engineering News*, muestra este lugar, así como la disposición de los principales palacios.

En la actualidad el terreno está completamente nivelado y se han construido los muros de unos muelles situados á lo largo de la orilla marítima de la Exposición. El edificio de la administración está ya terminado. El palacio de las máquinas, que cos-