

VC
13
20

Noviembre 23/90 15.4.

C13 20

TRABAJOS HIDROLÓGICO-FORESTALES

POR

D. PRIMITIVO ARTIGAS

Ingeniero Jefe de Montes.

Conferencias pronunciadas en el Ateneo Científico, Literario y Artístico de Madrid en los días 23 de Abril y 19 de Mayo de 1900, y publicadas en los números del 30 de Enero, 15 y 28 de Febrero de 1901 de la *Revista Contemporánea*, y empezados á publicar en la *Revista de Montes* del 1.º de Abril de este mismo año.



MADRID
IMPRENTA DE RICARDO ROJAS
Campomanes, 8.—Teléfono 316.

1901

10

TRABAJOS

HIDROLÓGICO-FORESTALES

POR

D. PRIMITIVO ARTIGAS

Ingeniero Jefe de Montes.

Conferencias pronunciadas en el Ateneo Científico, Literario y Artístico
de Madrid
en los días 23 de Abril y 19 de Mayo de 1900, y publicadas en los números del 30 de Enero,
15 y 28 de Febrero de 1901
de la *Revista Contemporánea*, y empezados á publicar en la *Revista de Montes*
del 1.º de Abril de este mismo año.



MADRID
IMPRENTA DE RICARDO ROJAS
Calle de Campomanes, 8.—Teléfono 316.

1901

TRABAJOS HIDROLÓGICO-FORESTALES

Señoras y señores: Espero que no me ha de faltar esta noche, como no me ha faltado nunca, vuestra benevolencia, que bien la necesito, para tratar un asunto de suyo difícil y que tanto interesa para el fomento de la riqueza pública, cual es el de la restauración de nuestras peladas montañas, por los medios que, de una manera tan sabia, se hace en Francia. Contando, pues, con vuestra indulgencia, entro ya á desarrollar el tema «Trabajos hidrológico-forestales».

Dejando á un lado la grande utilidad de los montes por lo que toca á sus variados productos, como por lo que respecta á su influencia en los diferentes factores del clima, vamos á decir algo relativo á la fijación del suelo de sus vertientes atacadas por las aguas de los torrentes.

LEYES SOBRE REPOBLACIÓN DE MONTAÑAS EN FRANCIA

Ley de repoblación de 28 de Julio de 1860.—A consecuencia, principalmente, de las grandes inundaciones ocurridas en Francia en 1856, que causaron numerosas victimas y daños por valor de unos 200 millones de francos, se dictó esta ley, que establece dos clases de trabajos: unos que pueden llamarse obligatorios, y los otros voluntarios, ó también *facultatifs*, en francés. Por lo que toca á los trabajos de la primera clase, un decreto imperial, oído el Consejo de Estado, declaraba ser de utilidad pública tales trabajos, fijaba el perimetro de los terrenos que debían ser repoblados y los plazos relativos á la ejecución de tales trabajos. Los dueños

de terrenos de propiedad particular podrán repoblar sus terrenos comprendidos en el perímetro con sujeción al proyecto aprobado por la Administración forestal y que se determinaba en el correspondiente decreto imperial, y si no lo hacían se les expropiaba el terreno. Terminada la repoblación de sus fincas, podrán los dueños antes indicados entrar de nuevo en el pleno dominio de los mismos, reintegrando al Estado el valor de la expropiación y el de los gastos hechos con los correspondientes intereses, ó bien cediendo, en vez de tales gastos é intereses, la mitad de sus terrenos. El propietario que deseaba ser reintegrado en el pleno dominio de sus antiguos terrenos, ya repoblados, debía solicitarlo del subprefecto correspondiente, dentro de los cinco años siguientes á la notificación hecha al primero de haber terminado los trabajos de repoblación.

En cuanto á los terrenos ó montes de los pueblos y establecimientos públicos, si sus dueños no querían verificar los trabajos determinados en el correspondiente proyecto, podía el Estado adquirir aquéllos por mutuo convenio, ó bien tomar posesión de ellos, sin indemnización alguna, y verificar los trabajos, conservando y aprovechando á su favor tales montes hasta haberse reintegrado de todos los gastos. Los pueblos y establecimientos públicos podían conmutar el reintegro del valor ó importe de tales gastos, cediendo al Estado la mitad de los terrenos repoblados, y debía de hacerse esta cesión dentro del plazo de diez años, á contar desde la fecha en que se les notificaba haberse terminado en sus terrenos los trabajos. Las siembras ó plantaciones no podían hacerse anualmente en los terrenos de cada pueblo, sino en una veinteava parte, á lo más, del área de aquéllos, á no ser que el Ayuntamiento autorizara verificarlos en mayor extensión.

Los trabajos voluntarios (*travaux facultatifs*) tienen por objeto evitar el que se formen los torrentes, y al efecto se subvenciona á los pueblos, establecimientos públicos y propietarios particulares, entregándoles semillas, plantas ó dinero, para que repueblen los terrenos situados en las cumbres ó vertientes de las montañas.

La ley de que nos acabamos de ocupar, del año 1860,

halló gran resistencia de parte de los pueblos, principalmente porque con la repoblación, ó sea cubriendo de arbolado sus montes, se les mermaban en gran manera los pastos; así es que á los cuatro años se publicó otra ley.

Ley de encespedamiento de 8 de Junio de 1864.—Esta ley autorizaba la sustitución, en todo ó en parte, de la repoblación por el encespedamiento, ya en los antiguos perímetros, ya en los que se establezcan en lo sucesivo. No se variaba en la misma ni los procedimientos para la declaración de utilidad pública de los trabajos, ni, en general, lo relativo á la repoblación. Los trabajos, repoblación y encespedamiento, y la veda, no pueden realizarse á la vez para cada pueblo, sino en un tercio, á lo más, del área de los terrenos suyos que deben encespedarse, á no ser que el Ayuntamiento autorizara los trabajos en una extensión mayor. Los pueblos y establecimientos públicos pueden evitarse el tener que entregar de una vez el importe del valor de los trabajos por el Estado, cediéndole el valor que dé la mitad, á lo más, de la superficie ó área encespedada, hasta que se reintegre de lo gastado en el encespedamiento, ó bien cediéndole una parte de tales terrenos, que, en ningún caso, podrá ser mayor de la cuarta parte. El dueño de una finca expropiada podrá adquirirla de nuevo devolviendo el precio ó importe de la expropiación, y además reintegrando los gastos directos ó enegü igual forma que para los pueblos.

La ley de 1864 no dió el buen resultado que era de desear, por las siguientes razones: 1.^a Por no ser suficiente el encespedamiento para fijar el suelo en terrenos de alguna pendiente. 2.^a Porque la Administración, contra todo principio de derecho, se incautaba, siquiera temporalmente, de los terrenos de los pueblos, cuyos gastos para recuperar la propiedad eran crecidos, y además no era justo los pagaran todos los pueblos propietarios, pues el importe de los trabajos de corrección principalmente beneficiaban también á los terrenos y poblaciones de los valles, sin que los dueños de aquéllos y éstas contribuyeran en nada; y 3.^a No se indicaba en la ley quién debía cuidar, si el Estado ó sus dueños, de la conservación de las obras de corrección (diques, empalizadas, obras de saneamiento) de los terrenos restituidos á los

pueblos, establecimientos públicos y particulares, una vez repoblados.

En 1876 presentó el Gobierno francés al Congreso de los Diputados un proyecto de ley modificando las expresadas leyes de 1860 y 1864; y después de varias vicisitudes y grande estudio del asunto, se promulgó la ley de 4 de Abril de 1882.

Ley de restauración y conservación de terrenos en montaña, ó de las montañas, de 4 de Abril de 1882.—Se dispone por esta ley que se aplique á estos trabajos la ley común en materia de trabajos de utilidad pública ó de interés general, y los relativos á cada perimetro de restauración son objeto de una ley, previa una extensa y minuciosa información (de los pueblos interesados) é informes del Consejo del distrito (*Conseil d'arrondissement*), de la Diputación provincial y de una Comisión especial que preside el Gobernador, y en la cual entran un Ingeniero de Caminos ó de Minas y uno de Montes. El Estado verifica á su costa los trabajos de corrección y repoblación de cada perimetro. Los pueblos y particulares pueden conservar la propiedad de sus terrenos si se conforman á hacer los trabajos según el proyecto aprobado por el Gobierno, y de lo contrario, se les expropian aquéllos. En el caso de que dichas entidades conserven la propiedad de sus predios, la Administración vela por la conservación de las repoblaciones y demás trabajos que se hayan verificado en sus fincas. Cuando el suelo está bastante deteriorado, pero que no son necesarios todavía en él los trabajos de restauración, se establece por decreto (*rendu en Conseil d'Etat*) un perimetro de defensa ó vedado, como, por así decirlo, medida higiénica. Los dueños de tales terrenos (pueblos, establecimientos públicos ó particulares) no pueden aprovecharse de estos terrenos durante diez años; pero reciben, en cambio, la correspondiente indemnización. Si, transcurrido este palzo, quiere la Administración continuar las repoblaciones, encespedamientos ú obras de corrección en tales terrenos, deben ser expropiados. Las mejoras que durante los diez años antes expresados hubiere hecho el Estado en los indicados terrenos, quedaban en beneficio de los dueños de los mismos. Si es necesario, la Administración ordena, por

medio de un Reglamento, la manera de aprovechar los pastos en los terrenos de los pueblos en que fácilmente, por el abuso, pudieran formarse torrentes, y en este caso no reciben los pueblos indemnización alguna. Dispone también esta ley que en el plazo de tres años se revisarán todos los perímetros que se hubieran aprobado al publicarse la misma. El Estado condonaba, como providencia generosa, á los pueblos, los gastos que le ocasionaron los trabajos hechos en los montes desde 1860 á 1882. Para los terrenos de las montañas y fuera de los perímetros, continúan concediéndose subvenciones á los pueblos, Asociaciones de ganaderos (*Associations pastorales*), á las queserías (*fruitières*), á los establecimientos públicos y á los particulares, por sus trabajos de mejora, fijación del suelo y aumento en la producción de los pastos en los terrenos de su propiedad.

No se consigna en la indicada ley de 1882 el que los propietarios, ya sean los pueblos ó establecimientos públicos, ó ya los dueños de propiedades particulares, puedan adquirir nuevamente los terrenos una vez repoblados, devolviendo al Estado el importe ó valor de la expropiación, y los gastos con los intereses que hubiesen ocasionado los trabajos de restauración de sus terrenos, como se consignaba en las expresadas leyes de 1860 á 1864.

La ley de 1882 dió, pues, satisfacción cumplida al modo y forma como debían llevarse á feliz término los trabajos *hidrológico-forestales*, ó de *restauración de las montañas en Francia*; y bien pudo decir Demontzey en su libro *La Restauration des Terrains en Montagne au Pavillon de Forêts, 1889*, página 8, «que el periodo de los ensayos y de los tanteos había terminado».

Vamos á indicar, siquiera brevemente, el favorable concepto que han merecido de algunas naciones los importantes trabajos de restauración de montañas en Francia, y la influencia que ha tenido su buen éxito en la adopción, por así decirlo, de los mismos por aquéllas.

Austria.—A. de Seckendorff-Gudent, Director del Instituto de experiencias forestales en Viena, hizo en 1882, á consecuencia de las desastrosas inundaciones en los Alpes austriacos, acompañando al Ministro de Agricultura, el

Conde Julio de Falkenhayn, una visita á los Alpes franceses estudiando los grandes trabajos de corrección de torrentes, y en 1883 se presentó á la Cámara de Diputados un proyecto de ley acerca de «las providencias que debían adoptarse con respecto al régimen de las aguas en las montañas en beneficio del interés público». Seckendorff redactó un libro del viaje ó excursión hecha con el Ministro á los Alpes. En 1884 se celebró un Congreso forestal en Austria, para deliberar acerca de los trabajos hidrológico-forestales; y por la primavera del mismo año visitaron los que se habían hecho en los Alpes, varios Ingenieros de Montes, mandados en comisión por el Gobierno. Al mismo tiempo, Seckendorff fundó la Sociedad llamada Kosmos, de la cual fué el primer Presidente, para socorrer á las poblaciones del Tirol y de la Carintia, tan castigadas por las inundaciones, y promover los trabajos de repoblación en tales territorios. La ley de 30 de Junio de 1884, de protección á la agricultura, fué la base para los trabajos hidrológico-forestales, que bien pronto se organizaron, trabajando en el Tirol y en la Carintia principalmente. Dicho forestal dió algunas muy notables conferencias relativas al asunto, y se organizó la enseñanza en Viena, con lo cual la propaganda acerca de la bondad de tales trabajos fué mayor. Tradujo dicho eminente forestal la excelente obra de Demontzey (de 1878) *Etude sur les travaux de reboisement et de gazonnement des montagnes*.

No podemos menos de tributar sentido recuerdo de veneración á la memoria de un forestal tan distinguido, y que tanto bien hizo á su país, y en cuyos libros, artículos y conferencias tanta doctrina dasonómica difundió entre los forestales de la suya y demás naciones.

Italia.—El Director del Instituto ó Escuela forestal de Vallombrosa, el Comendador Francisco Piccioli, acompañado del Profesor Sr. Perona, de ocho Subinspectores de Montes y de diez alumnos, estuvieron en Francia desde el 25 de Junio al 6 de Julio de 1887, invirtiendo gran parte de estos días en visitar los trabajos hechos por el Cuerpo de Ingenieros de Montes en los Alpes. A consecuencia de esta excursión, y estudios acerca de la misma, se organizó en Italia el servicio hidrológico forestal.

España.—Por el verano de 1881, recorrimos acompañados del ilustrado Ingeniero Sr. Sardi, á quien nuevamente expresamos nuestro más sincero agradecimiento, los torrentes de los Bajos Alpes, cercanos á Barelounette, dándonos dicho señor minuciosas y muy instructivas explicaciones acerca de las repoblaciones, construcción de diques y palizadas y obras de saneamiento de terreno que íbamos viendo. De tan amena é instructiva excursión publicamos un artículo en la *Revista de Montes* de 1.º de Noviembre de dicho año, que lo reproducimos en forma de folletó, y en el cual, entre otras cosas, decíamos: «Ya que hemos mencionado al Señor Ministro de Fomento, y que prácticamente hemos podido apreciar lo mucho que se puede aprender en las excursiones á diferentes países, como, por ejemplo, Francia, desearíamos hiciera un pequeño esfuerzo para que no fuera de hoy en adelante letra muerta, como hasta aquí, el art. 25 del Reglamento de la Escuela especial de Ingenieros de Montes, y que, como es sabido, previene que cada año, uno ó dos Profesores deberán ir al extranjero durante los meses de vacación».

Por el verano de 1892 fueron los alumnos del último año de la Escuela especial de Ingenieros de Montes, dirigidos por el Profesor D. Miguel del Campo, á visitar los trabajos hidrológico-forestales en los Bajos Alpes. Posteriormente ha ido también, particularmente, alguno que otro Ingeniero, y hace unos dos años, estuvieron allí, en comisión del Gobierno, un Inspector general del Cuerpo de Montes, y un Ingeniero subalterno, los Sres. D. José Sáinz de Baranda y D. Luis Heraso, quienes están encargados de redactar una Memoria, que sin duda no se hará esperar, y en la cual es de creer, dada la laboriosidad y competencia de sus autores, que será un trabajo de relevante mérito y de grande utilidad para nuestra Administración forestal.

La legislación especial relativa á trabajos hidrológico-forestales en España, de que tal vez más adelante nos ocuparemos, puede decirse que se reduce al Real decreto de 3 de Febrero de 1888 y á la Real orden de 28 de Julio del mismo año, sirviéndoles de indispensable complemento la Ley de expropiación forzosa de 10 de Enero de 1879 y el Reglamento para su ejecución, del 13 de Junio del mismo año.

Inundaciones más notables en España desde mediados, poco más ó menos, del presente siglo.—Fué de las que peores recuerdos dejó en el ánimo de los habitantes de la cuenca del Ter, en la provincia de Gerona, la ocurrida el año 1840, por las numerosas víctimas y pérdidas materiales que causó; entre las primeras, seis ó siete individuos de la muy renombrada familia de Sicard, en la capital, algunas de cuyas víctimas, ya cadáveres, se veían asidos á las rejas que daban á la calle orilla del devastador torrente llamado Galligans. No menos desastrosa fué también la inundación en la ribera del Júcar, denominada generalmente inundación de Alcira, en 1864, que también causó algunas víctimas, y cuyos daños se valoraron en unos 17 millones de pesetas, y acerca de la cual se hicieron notables estudios por una Comisión de Ingenieros de Montes, y de la cual fué dignísimo jefe el docto Ingeniero, entonces Jefe de 1.^a clase, D. Miguel Bosch. De los individuos que formaron parte de tan ilustrada Comisión, sólo vive el Inspector general del Cuerpo D. José Sáinz de Baranda. Por Noviembre de 1865 fué presentado á la superioridad el excelente trabajo intitulado *Memoria sobre la inundación del Júcar en 1864*, que se publicó de Real orden en 1866.

También ha dejado tristísimos recuerdos la inundación en la cuenca del Segura, especialmente en la de su afluente el Guadalentín, provincia de Murcia, ocurrida en 1879, cuyos daños ascendieron, al parecer, á unos 37 millones de pesetas, con 761 muertos, y quedaron sin albergue 28.005 personas.

La catástrofe de Consuegra, provincia de Toledo, en 1891, ocurrida por el desbordamiento del río Amarguillo, fué también una de las mayores calamidades de este género que se han presenciado en la segunda mitad de este siglo (1).

No solo España, sino muchas otras naciones, han experimentado, por causas principalmente de la destrucción del arbolado de las montañas, el duro azote de las inundaciones, y á este propósito indica nuestro amigo el Sr. Piccioli (Don Francisco), Director de la Escuela ó Instituto forestal de Vi-

(1) Esta conferencia se dió el año 1900.

llambrosa, en uno de sus libros, que en Francia se calcula que en un período de cincuenta años, de 1840 á 1890, poco más ó menos, las inundaciones han causado daños por valor de unos 600 millones de francos.

Medio de evitar las inundaciones, ó por lo menos, aminorar notablemente sus desastrosos efectos.—Por lo que á esto respecta nos ocuparemos de lo que son, ó daremos á conocer en qué consisten los trabajos hidrológico-forestales, ó sea de los que se hacen para extinguir los torrentes.

Se han dado varias definiciones del torrente y hecho diferentes clasificaciones, pero nosotros diremos con el señor E. Thiery, que «torrente es una corriente de agua cuyas crecidas son rápidas, las pendientes fuertes é irregulares, y que lo más frecuente es que transporte y deposite en el llano los materiales arrancados en las vertientes de las montañas ó derrumbados de sus cumbres, lo que hace divagar las aguas en las avenidas (1).

Surell, en su notable obra *Etudes sur les torrents des Hautes Alpes* divide las corrientes de agua en las cuatro clases siguientes: 1.^a, Ríos; 2.^a, Ríos torrentiales; 3.^a, Torrentes, y 4.^a, Arroyos. En las corrientes de la 1.^a clase, la pendiente no pasa del 1 por 100; en las de 2.^a, del 6, y en las de 3.^a no pasa de esta cifra.

Los arroyos, según Lasell, son corrientes que no arrastran materiales, aun cuando á veces forman cascadas.

Surell divide los torrentes en tres clases: 1.^a Los que parten de una garganta ó puerto (*col*) y corren por un verdadero valle; 2.^a Los que parten ó tienen su origen en una divisoria, y 3.^a Los que tienen su origen en una vertiente.

Costa de Bastelica divide los torrentes en *simples*, que son los que tienen una sola garganta y á la cual van á parar varios barrancos, y *compuestos*, que son los que están formados por dos ó más gargantas.

Demontzy divide los torrentes en: 1.^o Torrentes de erosión. Los que sólo arrancan ó transportan los materiales que han arrancado á las vertientes de las montañas; 2.^o Torren-

(1) *Rest. des Mont. Correc. des Torr. Prebos*; por E. Thiéry. Paris 1891, página 43.

tes á *clappes* ó *casses*, (¿de canchales?). Los que además de los materiales de erosión transportan ó conducen fragmentos de rocas caídas en sus lechos, y 3.º Torrentes glaciares. Los que tienen su origen allí donde terminan (ó sea en el extremo inferior) los glaciares.

Solo en los torrentes de erosión se puede llegar á extinguir el arrastre de materiales.

En todo torrente se debe considerar la erosión longitudinal, que origina grandes derrumbamientos en las márgenes, y la erosión lateral que no deja, á las veces, de originarlos también. (Por medio de una figura dibujada en el encerado se explicó esta parte ó extremo de la conferencia.)

Clasificación por su tamaño de los materiales arrastrados por la corriente.—Según Surell puede hacerse de estos materiales la siguiente clasificación: 1.º Barro (que se llama *lava* si se presenta en gran cantidad); 2.º Grava, ó sea desde el tamaño de arena hasta el de una manzana de tamaño regular; 3.º Guijarros (*galets*), ó sea desde el de una manzana de tamaño regular hasta el de una cabeza regular de adulto, y 4.º Bloques, ó sea desde el tamaño de una cabeza de adulto en adelante.

Perímetro mojado.—*Sección de aguas.*—Se llama *perímetro mojado* ó *de aguas* la longitud desarrollada de las líneas, de las márgenes y del lecho formadas por la intersección de un plano perpendicular al eje de la corriente, contadas tan sólo hasta la superficie del líquido. Se llama *superficie mojada* ó *sección de aguas* al área de la figura formada por dicho perímetro y la línea recta que une sus extremos.

Si se llama C al perímetro mojado y S al área de la sección de aguas, se llama radio medio á la relación $\frac{S}{C}$, ó sea

$$R = \frac{S}{C} \text{ de donde } S = CR.$$

S es igual, por consecuencia, al área de un rectángulo cuyos lados son C y R ; de modo, que si en vez de un torrente, arroyo ó barranco en que el cauce es estrecho, se tratara de un río de gran anchura y de escaso talud en sus márgenes, el radio medio R , sería igual próximamente á la altura del agua.

Velocidad del agua en una corriente.—Es sabido que la máxima velocidad V del agua está cerca de la superficie, y la mínima W , en el fondo de la corriente. Si se llama Q al gasto, ó sea al volumen del agua que pasa por una sección de la corriente en un segundo, la velocidad media u será igual á $\frac{Q}{S}$, ó sea el volumen Q de agua, dividido por el área de la sección de aguas. Algunos ingenieros toman por valor de u , la cantidad $0,80 V$. Prony halló la fórmula:

$$\frac{u}{V} = \frac{V + 2,37}{V + 3,15}$$

Según las experiencias efectuadas hasta hoy la diferencia $V - W$ oscila entre $\frac{1}{4} V$ y $\frac{1}{2} V$, según la menor ó mayor aspereza de las paredes del cauce; y en cuanto á los torrentes, puede tomarse:

$$V - W = \frac{1}{2} V, \text{ ó sea: } W = \frac{1}{2} V.$$

Si se toma $u = 0,80 V$, resulta que W es igual, próximamente, á $0,60 u$.

Fuerza de arrastre.—El movimiento de todo filete líquido es debido á la gravedad y á las presiones de los filetes que le rodean.

Llamando l á la longitud de una determinada sección de una masa líquida ó corriente en un canal, π al peso específico del líquido, S á la sección de aguas é I á la tangente ó pendiente del lecho, se halla para valor de la fuerza de arrastre $\pi l S I$ (1).

En un trayecto del torrente en que no varían S ni I , el movimiento del agua llega á ser uniforme, porque se opone al movimiento uniformemente realizado lo que se llama fuerza retardatriz, originada por el rozamiento de los filetes de agua en las márgenes y lecho de la corriente, y la cohesión de los filetes entre sí.

(1) Tomamos esta fórmula y otras varias de la excelente obra de monsieur Thiéry antes indicada, y como no representamos las figuras que estaban dibujadas en el eucurado durante las conferencias, tenemos que variar algo la exposición de la materia en determinados puntos ó extremos de las mismas.

Fuerza retardatriz.—Se ha hallado para la expresión de esta fuerza, $\pi l C(a u + b u^2)$; en la cual, l y π tienen los valores antes indicados, y C es el perímetro mojado de la sección ó trozo de la corriente que se considera; pero a y b son dos coeficientes que M. Prony halló ser, respectivamente, 0,000044 y 0,000309, y Etelwein, después de muchas y al parecer más concluyentes experiencias, halló ser, 0,000524 y 0,000366.

Ecuación del movimiento uniforme.—Cuando hay equilibrio entre las fuerzas de arrastre y retardatriz, entonces el movimiento es uniforme.

Si, pues, $\pi l S I = \pi l C(a u + b u^2)$, de la cual se deduce $R I = a u + b u^2$, el movimiento, según Prony, será uniforme.

Los Sres. Darcy y Bazin modificaron esta ecuación. Calcularon, con grande exactitud, el radio medio R , la pendiente por metro I y la velocidad media u , y hallaron como ecuación general la fórmula:

$$\frac{R I}{u^2} = a \left(I + \frac{k}{R} \right)$$

Los coeficientes a y k variaban según la naturaleza de las paredes del cauce; habiendo hallado estos valores para las cuatro siguientes clases de paredes: muy pulimentadas ó compactas, pulimentadas ó compactas, poco pulimentadas ó compactas y paredes de tierra. M. Bazin halló para las corrientes torrenciales que arrastran guijarros:

$$\frac{R I}{u^2} = 0,004 \left(I + \frac{1,75}{R} \right)$$

Esta fórmula sólo puede aplicarse á las paredes de tierra.

Si se llama A al segundo miembro de estas últimas fórmulas, resulta para la expresión del movimiento uniforme

$$R I = A u^2.$$

De esta fórmula se saca

$$u = \frac{1}{\sqrt{A}} \sqrt{R I}$$

que es la expresión de la velocidad en el movimiento uniforme.

Si se sustituye $\frac{1}{\sqrt{A}}$ por B , se halla:

$$u = B \sqrt{RI}$$

Á este coeficiente B se le llama *factor de la velocidad*.

Condiciones acerca del arrastre de materiales. — A medida que la corriente se carga de materiales disminuye su velocidad, y se demuestra fácilmente que, si el volumen de las piedras que arrastra el agua fuera igual al de ésta, la velocidad de la corriente sería algo menor de la mitad de la que tenía el agua pura ó sin tales materiales.

Habrá movimiento de materiales en la corriente, si la fuerza de impulsión ó de arrastre es mayor que la de rozamiento, ó sea que

$$u > \sqrt{\frac{(d-\pi) b f \cos. a}{0,076 \pi}}$$

En esta fórmula, d indica el peso de un metro cúbico de las piedras mezcladas con el agua. π el peso de un metro cúbico, en kilogramos, del líquido (que puede ser hasta de 1.800 kilogramos cuando la corriente es de barro, á lo que hemos llamado lava), a el ángulo que forma el lecho con el horizonte, ó lo que es lo mismo, la inclinación del lecho, b la longitud media de las piedras en el sentido de la corriente y f el coeficiente de rozamiento.

Al segundo miembro de la precedente fórmula, se le llama velocidad límite de arrastre, ó sea la menor velocidad necesaria para poner en movimiento la piedra (ó materiales) de que se trata.

Algunos bloques ó piedras de algunas toneladas flotan en la lava, y esto se explica, no sólo por la pérdida de peso en la masa líquida ó semilíquida en que van envueltos, sino por el rozamiento con dicha masa de lava que deben vencer para irse al fondo de la corriente.

Supongamos, por ejemplo, como dice Tiéry, una piedra cúbica A , de un metro de lado, introducida en toda su altura en la lava ó corriente de barro. La presión de la masa líquida sobre una cara lateral cualquiera, es igual al peso de

una columna líquida de un metro de base y 0,50 metros de altura, es decir $\frac{1}{2} \pi$ ó $\frac{\pi}{2}$ kilogramos ($\pi = 1.800$ kilogramos); y la presión lateral total será de 36.000 kilogramos. Esta presión origina una fuerza de rozamiento contraria á la de la gravedad, igual á 36.000 φ , siendo φ el coeficiente de rozamiento. El peso del bloque dentro de la lava, es de $2.400 - 1.800 = 600$ kilogramos. Habrá por consecuencia equilibrio, si

$$3.600 \varphi = 600 \text{ kg.}, \text{ ó sea si } \varphi = \frac{600}{3.600} = 0,167.$$

Por consecuencia, si $\varphi > 0,167$, el bloque flotará en la masa semilíquida. Como el coeficiente de rozamiento de la arcilla impregnada de agua con la piedra, es 0,34, de aquí el que tales bloques sumergidos en una masa líquida ó semilíquida arcillosa, floten en ella no obstante su enorme peso.

Saturación de una corriente.—Se dice que una corriente de agua está saturada de materiales, cuando añadiendo una cantidad, por pequeña que ésta sea, de los mismos, se depositan algunos de ellos por ser ya la velocidad de la corriente menor que la velocidad límite de arrastre.

En una corriente de agua saturada de materiales y cuya fuerza de arraste es constante, el fondo del cauce no varía de nivel ó pendiente, porque hay compensación entre lo que arranca el agua y lo que se deposita; si aumenta dicha fuerza se ahonda el cauce, y si disminuye se levanta, porque se depositan, en este último caso, materiales.

Estado de torrencialidad de una corriente.—Así se llama, según M. Costa, á la relación entre el volumen de materiales arrastrados y el del agua que los arrastra.

Pendiente de compensación.—(Denominación dada por M. Breton, y llamada pendiente límite por M. Surell.) Así se llama á la pendiente que adquieren los materiales cuando por algún tiempo está saturada la corriente, pues entonces no se levanta ni se ahonda ó baja el lecho del torrente.

Esta pendiente suele representarse por *tg. α* , y depende en gran parte del estado de torrencialidad.

$$tg. \alpha = \frac{f(d - \pi)b}{0,076 \pi B^2 m H},$$

en cuya fórmula m es el coeficiente, de forma, que es igual á

$$\frac{1}{2} \cos. \gamma = \frac{R}{H},$$

H es la altura máxima del agua en la sección de aguas y γ el talud ó ángulo de inclinación de las márgenes, que aquí se supone es igual para ambas.

Transporte parcial y transporte en masa.—*Corrientes de lava.*—Si los materiales están en gran cantidad, de modo que casi se tocan, se mueven todos con la misma velocidad, como si estuviesen pegados unos á otros (transporte en masa); pero si la corriente lleva pocos materiales, entonces las velocidades son diferentes (transporte parcial ó por separación de materiales).

Las lavas ó corrientes de barro se mueven á veces con la velocidad tan sólo del paso de un hombre (1,50 m. por segundo). El agua pura, ó sin arrastrar materiales, en pendiente del 6 por 100, ó sea 0,06 m. por metro, llega á adquirir hasta unos 12 m. de velocidad.

Estado de un torrente con relación á la velocidad de la corriente.—Régimen normal de un torrente es el que corresponde al periodo de estabilidad.

Crecida moderada es la que origina un transporte parcial de materiales.

Fuerte crecida es la que produce el transporte en masa.

Crecida excesiva es la que origina una corriente de lava.

Velocidad de una corriente de agua.—Puede decirse que esta velocidad oscila entre 2 á 3 m. en las lavas, hasta unos 12 metros para el agua pura, si la pendiente no pasa de un 6 por 100.

M. Surell aplicaba, para calcular la velocidad media, la fórmula

$$u = 51 \sqrt{\frac{p s}{c}},$$

en la cual p es la pendiente por metro, s la sección de aguas ó superficie mojada y c el perímetro mojado. Dicha fórmula equivale, cuando la inclinación del lecho es pequeña, á

$$u = 51 \sqrt{R \operatorname{sen.} \alpha}$$

Pudiera hallarse directamente, y con cierta aproximación, el factor de la velocidad B , de la fórmula de la velocidad media:

$$u = B \sqrt{R \operatorname{sen.} \alpha};$$

y para ello se hallaría directamente, por medio de flotadores, la velocidad máxima V en el momento de la crecida y declarar de ésta la media u . Se halla también directamente el valor R , así como el ángulo α , y sustituyendo estos valores en la precedente fórmula se averiguaría el valor de B . En una sección ó trozo, más ó menos largo, de un torrente en que puede considerarse de pendiente uniforme y de igual sección de aguas, se hacen varias experiencias como la indicada, lo que da varios valores para B , y averiguando el término medio, puede éste tomarse como el factor de velocidad para la sección que se ha considerado de la corriente.

Forma de los depósitos de materiales originados por las corrientes.—En las corrientes ó crecidas moderadas, el transporte parcial origina el perfil cóncavo, porque se depositan primero los materiales grandes, cuya pendiente es mayor que la de los pequeños; y en las fuertes crecidas hay transporte en masa, y al disminuir la velocidad, los materiales más grandes, en virtud de su mayor fuerza viva, van á depositarse más lejos, por lo cual el perfil longitudinal es convexo.

Como cerca de la superficie es mayor la velocidad, las piedras de mayor tamaño tienden á aproximarse á aquélla.

El perfil transversal es siempre convexo, porque en el centro la corriente tiene mayor velocidad que cerca de las márgenes, y hay en él, por consiguiente, mayor cantidad de materiales.

Al siguiente día de una corriente de lava, la pendiente es de $1 \frac{1}{2}$ al 2 por 100; pero á los pocos días suele ser del 10 al 12 por 100. Las corrientes de lava no deben, pues, tomarse en consideración por lo que toca á la pendiente de compensación.

Pendiente de equilibrio.—Cuando el agua del torrente no arrastra material alguno ó casi ninguno, entonces, y al cabo de algún tiempo, se forma lo que se llama *pendiente de equi-*

librio: los materiales, aun los más pequeños, no son ya arrastrados, por ser muy poca la velocidad del agua.

Tanto la pendiente de compensación como la de equilibrio indican, por lo tanto, el estado de permanencia del cauce: en el primer caso, porque el volumen de los materiales arrastrados es igual al de los que se depositan, y en el segundo caso, porque la velocidad ó fuerza viva de agua es tan poca que no es arrastrada ninguna piedrecita, ni tan siquiera arenas gruesas muchas veces.

Pendiente de divagación.—Si el torrente no está encauzado ó contenido entre dos márgenes que constituyan un verdadero cauce, entonces la altura H es pequeña; la pendiente de compensación aumenta notablemente, porque el agua tiene poca velocidad, y se le llama entonces *pendiente de divagación*. Esta pendiente con la de equilibrio son los extremos ó límites entre los cuales oscila la pendiente de compensación. (Pág. 21.)

Vista núm. 1 (grabado 1 y 1.^a).—Perfil ideal transversal de un valle y vertiente de una montaña.

En esta vista se observa que después de una fuerte lluvia ó rápida fusión de la nieve, la demudación en la vertiente produce un perfil cóncavo, cuyos materiales son arrastrados al valle, formando allí un depósito cuya sección ó perfil es convexo. Si durante algún tiempo no ocurren fuertes lluvias ni abundante y rápida fusión de nieves, el *perfil de demudación* variará algo, pero continuará siendo cóncavo; pero el *perfil de depósito*, que era convexo, pasa á ser cóncavo, y en la unión de los dos perfiles las curvas son entonces tangentes. El perfil de depósito convexo indica, pues; que ha habido intensas lluvias ó abundante y rápida fusión de nieves en época muy reciente; por el contrario, el perfil del depósito cóncavo indica un período algo largo de bonanza, ó por lo menos, que sólo ha habido lluvias de poca intensidad, y en el cual se han separado, según su tamaño y densidad, los materiales. Estos materiales se extienden y se superponen formando superficies más ó menos cónicas y siendo la proyección horizontal desde el punto más elevado de la vertiente que alcanza la demudación (y nos referimos á la vista ó grabado de que tratamos) hasta la periferia del de-

pósito de materiales en el valle, una figura á modo de abanico (1).

Los conos de deyección se forman por capas concéntricas cuando los materiales, al llegar al extremo del caño de salida, hallan una rápida pendiente á modo de hondonada, hasta que los materiales que se van depositando forman un cono más ó menos perfecto, cuyo vértice llega á alcanzar la altura del muro ó salto, y desde entonces es poca la altura que adquiere el depósito de materiales junto á este sitio ó salto, y se van depositando en superficies cónicas cuyos vértices están en una línea paralela á la pendiente de compensación, y las generatrices están inclinadas según la pendiente de divagación.

Destrozos ó daños causados por los torrentes.—Son muchos los perjuicios que causan las rápidas crecidas de los torrentes, originando inundaciones que ocasionan numerosas víctimas en las poblaciones y en el campo, y obstruyen con los arrastres carreteras y vías férreas, levantando con frecuencia los cauces de los ríos y arrastrando á veces una buena parte de los terrenos agrícolas de los valles, después de haber causado grandes desmoronamientos en las laderas de las montañas.

Vista núm. 2 (fototipia 50 (a)).—Laderas de piedras caballerías.—Valauria (Drome).

En esta proyección se ve las diferentes formas: unas en pirámides y otras en columnas, cuyo fuste es más ó menos piramidal y á las veces algo redondeado, terminadas por una piedra á modo de sombrero, y todo es efecto del desgaste ó erosión producido por las aguas en un conglomerado diluvial formado de cantos calizos, de todos tamaños, unidos débilmente por un cemento arcilloso. A estas columnas ó pirámides, más ó menos perfectas, las llaman en el país *de-moiselles*, sin duda porque alguna de ellas con la piedra ó bloque en que terminan, han querido ver, de lejos especial-

(1) Los números puestos entre paréntesis son para el uso exclusivo del autor de la conferencia. No acompañando á esta relación ó exposición de la conferencia las reproducciones de las vistas presentadas en el Ateneo con el auxilio del aparato de proyección, variamos algo la explicación que en la conferencia hicimos de las mismas.

mente, como la silueta de una señorita cubierta la cabeza con un sombrero.

Vista núm. 3 (fototipia 51).—La grande demoiselle de Valauria.

Esta piedra caballera tiene unos 20 metros de altura y presenta un aspecto sumamente curioso.

El cemento de los conglomerados de tales piedras caballeras es sumamente duro cuando está seco, pero con el agua se desagrega fácilmente.

Partes que deben considerarse en un torrente.—1.^a *Cuenca de recepción*, que es allí donde el agua socava el terreno, y suele alcanzar gran superficie, relativamente á las otras partes del torrente; 2.^a *Canal ó caño de desagüe*, región en la que no hay erosión ni depósito de materiales, y 3.^a *Cono de deyección*, que es la zona en que se depositan los materiales arrastrados en la corriente.

Entre la cuenca receptora y el canal de desagüe hay, de ordinario, una *garganta* de más ó menos longitud, en que tiene el agua la velocidad máxima y arranca, en ocasiones, masas enormes de su lecho y orillas. Mr. Costa de Bastelica entiende por *garganta* la sección del torrente comprendida entre la parte inferior (donde se reúnen las aguas) de la cuenca de recepción y allí donde terminan las márgenes. Por lo general, el cono de deyección se interna algo en la garganta.

Vista núm. 4 (fototipia 40).—Vista general del torrente de Pontis (Bajos Alpes).

En esta vista están muy bien representadas las tres partes de un torrente, viéndose gran parte del canal de desagüe y el cono de deyección, cuyos materiales en el momento en que se sacó la fotografía interceptaban, por completo, una gran parte de un camino.

No en todas las montañas se forman torrentes, pues esto depende de la naturaleza del suelo, así es que ni el Jura ni en los Vosgos apenas los hay, y aun son pocos en los Pirineos y montañas del centro de Francia. La región clásica de los torrentes en Francia es la de los departamentos de los Altos y Bajos Alpes.

Vista núm. 5 (fototipia 43).—Cuenca de recepción del torrente Rieulet (Altos Pirineos).

Se ve aquí perfectamente el abarrancamiento de las vertientes que forman esta cuenca y el gran número de piedras de varios tamaños, esparcidas por aquéllas y acumuladas en el fondo de los pequeños barrancos.

Vista núm. 6 (fototipia 45).—Canal de desagüe del torrente de San Antonio (Altos Alpes).

Este canal de desagüe es de gran pendiente y de márgenes muy inclinadas, formando el agua una verdadera cascada.

Vista núm. 7 (fototipia 46).—Cono de deyección del torrente Rieubel.

Se ve claramente en esta hermosa fototipia, que tan de relieve presenta el aparato de proyección, cómo se extienden los materiales al llegar al valle, en forma de abanico algo encorvado y con la convexidad hacia arriba. Se ve también una parte del canal de desagüe.

Este cono de deyección llega hasta una corriente de agua que se ve en la parte inferior de la proyección, y una de cuyas orillas, en una cierta extensión, la forma los materiales del cono.

Los conos de deyección alcanzan á veces algunos kilómetros de desarrollo en la base, y su pendiente varia del 2 al 7 por 100.

Los materiales de mayor tamaño en los conos de deyección están en el vértice. Las aguas del torrente no tienen cauce fijo en los conos de deyección sino que divagan, y la sección ó perfil longitudinal del cono unas veces es cóncavo y otras convexo, según ya hemos dicho antes. A raíz de intensos chubascos, cuyas aguas se cargan de piedra y gran cantidad de barro formando la lava, el perfil longitudinal del cono de deyección es convexo. Si después reina un período de relativa calma en que las aguas arrastran pocos materiales y apenas alguna tierra, se van separando los materiales, el cauce se hace más patente y el perfil es cóncavo.

Extinción de un torrente.—Para extinguir un torrente se emplea la construcción de diques y palizadas y la repoblación, ó sean trabajos de corrección y fijación del suelo y trabajos de repoblación.

Los diques tienen por objeto levantar el cauce de los torrentes, evitando el derrumbamiento de las márgenes y re-

gularizar la pendiente de los mismos, y también contener los materiales arrastrados en la corriente.

Trabajos de corrección de torrentes.—Condiciones de una buena construcción de mampostería.—Estas condiciones son: 1.^a Que los materiales resistan á la acción de los agentes atmosféricos; 2.^a Que los materiales resistan las fuerzas á que deban estar sometidos, y 3.^a Que la construcción sea estable.

1.^a *Resistencia de los materiales al aplastamiento ó compresión en la base del dique.*—Supongamos que se trata de un prisma y que la carga está uniformemente repartida sobre la base superior del mismo. Sometido por cierto tiempo este prisma á una carga, experimenta un aplastamiento ó disminución en su longitud ó altura, y al cesar aquélla, no recobra su primitiva posición, sino que la altura queda indefinidamente algo menor.

Este acortamiento tiene su limite, pasado el cual se aplasta ó rompe el cuerpo.

Sean:

P.—Carga ó peso que gravita sobre el cuerpo.

S.—Sección transversal del prisma.

l.—Acortamiento del cuerpo ó prisma.

L.—Altura ó longitud del cuerpo.

E.—Coeficiente de elasticidad.

N.—Coeficiente de resistencia permanente á la compresión ó aplastamiento.

La carga por unidad de superficie es

$$\frac{P}{S} = E \frac{l}{L} = N.$$

Para el roble, y tomando por unidad el metro cuadrado, *N* es igual á 600.000 *kg.*, ó sea 60 *kg.* por centímetro cuadrado; para el pino 400.000 *kg.* y 40 *kg.*, y para el hierro 6.000.000 *kg.* y 600 *kg.* respectivamente. Para la obra de piedra y mortero, tales valores varían entre 60.000 y 120.000 *kg.* por metro cuadrado, ó sea 6 y 12 *kg.* por centímetro cuadrado.

2.^a *Resistencia de la obra ó dique al resbalamiento.*—Supongamos un cuerpo que descansa sobre otro, y cuyas super-

ficies de contacto sean planas y horizontales. Llamando φ al ángulo de rozamiento, T á la presión sobre la superficie de contacto y F al rozamiento, ó mejor dicho, la fuerza de rozamiento, se hará la relación

$$\operatorname{tg.} \varphi = \frac{F}{T}$$

Las leyes del rozamiento son: 1.^a El rozamiento es proporcional á la presión. Y 2.^a El rozamiento es independiente de la extensión de las superficies de contacto.

La primera de estas leyes se expresa por la relación

$$F = f P,$$

siendo f una cantidad constante que se llama coeficiente de rozamiento y cuya relación puede expresarse como sigue:

$$f = \frac{F}{P} \operatorname{tg.} \varphi.$$

El coeficiente de rozamiento depende, pues, tan sólo de la naturaleza de las superficies de contacto (1).

3.^a *Resistencia al derrumbamiento, á la inversión ó giro.*— Claro está que aquí se trata únicamente de diques, cuyos paramentos son planos. Para que los diques no giren ó den la vuelta como vulgarmente se dice, es preciso que la resultante de las fuerzas de empuje de los materiales del aterramiento ó del agua, y la del peso del muro (ú otras si las hubiere) no pase fuera de la base de sustentación.

Trabajos que deben ejecutarse para extinguir los torrentes.— No basta el encauzamiento de las corrientes para evitar el levantamiento de los lechos de los ríos y proteger los valles; es necesario retener los materiales de acarreo en las montañas, ó sea ejecutar los trabajos hidrológico-forestales.

En Francia los trabajos que, en suma, se hacen para extinguir un torrente son: 1.^o Trazar el *perímetro* (ó zona en que deben ejecutarse los trabajos) y hacer el proyecto. 2.^o Trabajos de corrección. 3.^o Trabajos de repoblación y encespedamiento.

(1) Se ha suprimido aquí una figura que estaba dibujada en el encerado para explicar esta parte de la conferencia.

Corrección de torrentes de erosión.—Tales trabajos tienen por objeto la fijación definitiva del suelo, y, por consecuencia, la posibilidad de repoblarlo luego.

A cada estado de torrencialidad de un torrente corresponde una determinada pendiente de compensación; de modo que no haciendo trabajo alguno en una sección ó porción de un torrente, al fin y á la postre el perfil longitudinal del lecho sería el correspondiente á dicha pendiente; pero esto se conseguiría después de haberse derrumbado parte de las márgenes, y esto es, precisamente, lo que se evita por medio de los trabajos de corrección. Supongamos dos puntos fijos en el lecho de un torrente, que sean dos rocas no desagregables, y que entre ésta haya un terreno que fácilmente ataca el agua y cuya pendiente sea mucho mayor que la de compensación. Si se dejara en tal estado el torrente, este terreno sería arrastrado por el agua, derrumbándose parte de las márgenes; pues bien, si entre los dos puntos fijos indicados, ó mejor dicho, entre las dos rocas se construyen algunos diques, se formarán entre cada dos de ellos y entre el construido á mayor altura y la roca inmediata, de las dos ambas indicadas, aterramientos, cuyas pendientes serán iguales á las de compensación, formando así una escalera cuyas huellas ó plantas de los peldaños no son horizontales y en los cuales las aristas ó ángulos diedros entrantes coinciden, poco más ó menos y teóricamente considerada la construcción, con el plano que podemos considerar trazado desde uno ú otro punto de los dos indicados y cuya línea de máxima pendiente del plano fuera la que uniera estos dos puntos.

Estos diques se construyen de piedra porque deben resistir al empuje de gran cantidad de materiales y grandes masas de lava; y á la época en que se construyen tales diques la llaman los franceses el período de los grandes diques (*de grandes barrages*).

Con objeto de dar salida al agua, piedrecitas y arenas, tienen estos diques una ó más aberturas ó acueductos con sus barras de hierro algunos de ellos, en el paramento de aguas arriba á modo de reja, y por este medio se consigue que estén formados los aterramientos, principalmente de

grandes piedras, disminuyéndose así notablemente el empuje de aquéllos contra los diques.

Como á medida que se efectúan los trabajos de restauración en las montañas, disminuyen los arrastres de materiales, la pendiente de compensación tiende á disminuir y los aterramientos dejarían al descubierto los pies de los diques; y para evitarlo, es preciso construir sobre dichos aterramientos otros diques (secundarios) de piedra si es preciso, cuyos nuevos aterramientos se formarán según la nueva pendiente de compensación; y como el agua será cada vez más limpia, habrá que construir, por último, palizadas entre cada dos diques de piedra y se obtendrán entonces aterramientos con la pendiente de equilibrio.

No se deben construir palizadas entre los diques secundarios de piedra (que en francés llaman *seuils*) hasta que apenas haya arrastre de aluviones, puesto que parte de estas obras serían destruidas en las fuertes avenidas.

No se construye un dique sino cuando está formado el aterramiento del inmediato.

Según las circunstancias, fáciles de apreciar en cada caso, se empieza la construcción de los diques por la parte más alta ó por la más baja del lecho de un torrente, y en ocasiones por ambas á la vez.

Cuando es urgente proteger las propiedades ó terrenos de los valles, se empieza la construcción de los diques por la parte inferior del torrente (1).

Cuando la pendiente es muy fuerte, 30, 40 y más por 100, y serían por consecuencia muy costosos los diques, se construyen canales empedrados. En el torrente Sanières hay una obra de esta naturaleza de 154 metros de largo.

Clases de diques de piedra.—Éstos pueden dividirse en las clases que expresa el siguiente cuadro:

Diques de piedra.	} Rectilíneos.	Ambos paramentos son planos.
		Paramento superior plano y perpendicular el eje del torrente y el paramento inferior en bóveda.
	} Curvilíneos.	Ambos paramentos son bóvedas.

(1) En la conferencia se pintaron dos figuras en el encerado para explicar esta parte de la misma.

Talud.—El agua al caer describe una superficie parabólica. Conocido el talud, la altura del salto de agua y la velocidad de la misma, se calcula fácilmente á qué distancia cae del pie del dique. Conociendo, pues, la altura del dique y la velocidad del agua, se determina por la desigualdad

$$n < v \sqrt{\frac{2}{gh}}$$

el talud que se debe dar al paramento inferior, para que el agua al saltar no choque con el paramento, sino que caiga á corta distancia del mismo. En la desigualdad anterior (que se refiere á una figura que aquí tampoco presentamos) n representa el talud, ó mejor dicho, la tangente del ángulo que forma el paramento con la vertical, v la velocidad del agua, h la altura del dique y la g la gravedad (que es próximamente 9,80 metros en Madrid y 9,81 en París).

En los diques de piedra construidos en tales trabajos hasta 1891, se les ha dado 0,20 de talud.

Forma de la coronación de los diques.—Esta no puede ser plana ni horizontal porque el agua estaría en contacto con las márgenes y podría quedar parte de los extremos del dique empotrada en ellas, al descubierto, por lo cual se le suele dar la forma de un arco de círculo, formando así lo que se llama *cubeta de desagüe* y también *vertedero*. Si el ancho del lecho, ó mejor dicho, del cauce no pasa de unos 12 metros, entonces la cuerda se toma igual al radio, con lo cual resulta que el ángulo en el centro es de 60°. Si el ancho del cauce pasa de 12 metros, puede ser el radio en el centro hasta el doble de la cuerda de la coronación.

Si el lecho del torrente es muy ancho y se teme que en las fuertes crecidas se acumulen grandes bloques y árboles en el centro de la coronación, se hace ésta plana: la forma de un trapecio, siendo superficies cilíndricas los ángulos de la base.

A veces la cubeta de desagüe es oblicua ó irregular, á fin de que caiga el agua sobre roca, cuando una de las márgenes no pudiera resistir el choque del agua.

Empuje del agua en los diques.—En un dique de paramento anterior, ó de aguas arriba, vertical, el empuje es horizon-

tal, y su punto de aplicación está situado en el tercio de la altura del agua, que suponemos para nuestro objeto llega hasta la coronación del dique. Se halla fácilmente que este empuje es igual por metro de longitud, tomada ésta en el sentido horizontal, como se supone, del dique, á $\frac{\pi h^2}{2}$; siendo h igual á la altura en metros del agua, que aquí suponemos la misma que la del dique, y π el peso de un metro cúbico de dicho líquido. Si el paramento interior está inclinado, entonces la expresada fórmula se convierte en $\frac{\pi h^2}{2 \cos i}$; llamando i al ángulo del talud.

Las fuerzas representadas por el peso del dique y el empuje del agua, aplicadas sin cambiar de dirección en el punto de encuentro, dan una resultante que, si corta á la base de aquél, el dique no puede girar ó derrumbarse, y si el ángulo que forma la expresada resultante con la fuerza de la gravedad ó peso, es inferior al ángulo de rozamiento, el dique no puede deslizarse ó resbalar sobre la base de sustentación.

En la fábrica de cal y canto, siendo la cal algo hidráulica, se considera que el coeficiente de rozamiento es igual á 1, por lo cual el ángulo de rozamiento es igual á 45°. Basta, pues, que el empuje del agua sea menor que el peso del dique, para que éste no pueda resbalar sobre su base (1).

Si el dique fuera de piedra en seco, se demuestra que la condición para que no haya resbalamiento es también que el empuje sea inferior al peso del dique.

Resistencia de los diques al aplastamiento.—Si tuviésemos á la vista la figura de que acabamos de hablar, y llamando ϵ á la distancia, en metros, desde el punto en que la resultante poco ha indicada, corta á la base del dique hasta la arista inferior del mismo, P al peso del dique, y considerando tan sólo una sección del mismo de 1 metro de largo, y teniendo presente algunas consideraciones y cálculos que no cabe desarrollar en el tiempo de que disponemos para una conferencia, se vería que la presión, resultado del peso del dique, sobre la base cerca de la arista inferior, y por metro cuadrado, es igual á $\frac{2P}{3\epsilon}$. Téngase presente que 3ϵ equivale á 3×1

(1) Esto se ve claramente por medio de una figura que aquí se omite.

metro = $3 \epsilon m^2$. Hay que advertir, además, que para que la presión sea la indicada, es preciso que ϵ sea menor que la base mayor de la sección transversal del dique, la cual se supone ser un trapecio. No habrá, pues, aplastamiento cuando dicha presión sea menor que el coeficiente de resistencia permanente á la compresión (de 7 á 10 kg. por centímetro cuadrado, ó sea de 70.000 á 100.000 kg. por metro cuadrado).

Espesor ó grueso de los diques rectilíneos.—Suponiendo que la sección ó perfil transversal del dique sea, como ya hemos dicho, un trapecio, y llamando B y b á las bases mayor y menor, h á la altura del mismo, n al talud, ó sea á la tangente trigonométrica del ángulo del talud ó del ángulo que hemos llamado i , π el peso del metro cúbico del agua más ó menos cargada de tierra, que puede variar, según observaciones verificadas en los torrentes de los Alpes, entre 1.000 y 1.800 kg., ω al peso de un metro cúbico de la piedra que se emplea en la construcción de aquél, y N al coeficiente de resistencia permanente á la compresión, se obtiene por cálculos que no son de este lugar, la fórmula

$$\frac{(B+b)^2 h \omega}{3 B^2 - h^2 \left(n^2 + \frac{\pi}{\omega} \right)} = N$$

Llamando x al espesor medio del dique, ó sea $B + b = 2x$, y sustituyendo por $B + b$ en el numerador este valor $2x$, y por B en el denominador la expresión que le es equivalente á $x + \frac{1}{2} n h$, resulta, después de sencillas transformaciones, una ecuación de segundo grado, de la cual, tomando la raíz positiva, y por medio también de algunas transformaciones, la fórmula

$$\frac{x}{h} = \frac{-3 N n + 2 \sqrt{N \left[3 N \left(n^2 + \frac{\pi}{\omega} \right) - h (\omega n^2 + 4 \pi) \right]}}{2 (3 N - 4 \omega h)}$$

En la fórmula precedente no hay más incógnita que el valor x , ó sea la base media de un trapecio, que es el grueso ó espesor medio del dique.

El inteligente profesor de la Escuela Nacional de Aguas

y Montes francesa, Mr. E. Thiéry, de donde tomamos las anteriores fórmulas, inserta una tabla de doble entrada en el libro que ya hemos mencionado, en la cual consigna los valores de la relación $\frac{x}{h}$ para diferentes valores de h , desde 1 á 10 metros y de metro en metro, y los de n desde 0,05 á 0,30 de 5 en 5 centésimas. De esta tabla se deduce que la relación $\frac{x}{h}$ aumenta con la altura del dique y disminuye cuando aumenta el talud. N es igual á 70.000 kg. por metro cuadrado, $\pi = 1.800$ kg. y $\omega = 2.400$ kg. Habiendo hecho aplicación de la precedente fórmula para calcular el valor de $\frac{x}{h}$, tomando por valor de N , π y ω los indicados, para $h = 1$ metro y para $n = 0,05$, hemos hallado para $\frac{x}{h}$ el valor 0,4866. Thiéry halla 0,4865, diferencia insignificante para las aplicaciones. El valor de x en este caso es, pues, igual á 0,4866 ó 0,4865 metros, según se tome uno ú otro resultado, puesto que $h = 1$ metro.

Para hallar el grueso ó espesor medio de los diques, se usan tablas gráficas que están dibujadas en la indicada obra del Sr. Thiéry, que facilitan por extremo los cálculos.

Espesor ó grueso de los diques curvilíneos.—En esta clase de diques no pueden ni resbalar ni deslizarse sobre la base, ni girar ó derrumbarse dando la vuelta ó girando á la manera de un dique rectilíneo. Aquí el empuje ó presión del agua se traduce por fuerzas perpendiculares á las juntas verticales que tienden á aplastar las piedras.

Thiéry demuestra que en una sección horizontal cualquiera de un dique curvilíneo, ó sea á cualquier altura del mismo, la presión sobre cada junta vertical está aplicada, si no en su parte media, por lo menos en un punto muy próximo de la misma, y para llegar á este resultado demuestra las cinco proposiciones siguientes: 1.^a La presión contra cualquier junta es normal á la misma. 2.^a Las presiones en las diferentes juntas son todas iguales. 3.^a La presión contra cada junta es proporcional al radio del trasdós. 4.^a Los puntos de aplicación de las presiones contra cada junta están situados á igual distancia del trasdós. 5.^a La presión en cada junta está aplicada en un punto muy próximo al medio de la misma. Por medio de una serie de cálculos, en los cuales y dada la brevedad del tiempo no podemos detenernos,

se llega para determinar el espesor de una sección del dique á cierta altura del mismo, á la fórmula

$$x = \frac{\pi R y}{N} + \frac{x^2}{2 R}.$$

En la precedente fórmula, π indica, como ya hemos dicho en varios lugares de este escrito, el peso del metro cúbico del agua; que cuando tiene gran cantidad de barro, formando lo que hemos llamado lava, puede tener el valor de 1.800 kg.; R es el radio del trasdós, ó sea de la bóveda cilíndrica que forma el paramento de aguas arriba; y , que generalmente se toma en metros, es la distancia de la superficie del agua hasta la sección horizontal del dique de que se trata, ó lo que es lo mismo, la profundidad de la sección; N el coeficiente de resistencia al aplastamiento por metro cuadrado, y, por último, x el valor del grueso de la sección en metros.

La fórmula anterior permite hallar el grueso del dique por aproximación, pues como el segundo término del segundo miembro es muy pequeño, puede despreciarse para hallar el primer valor, y con este primer valor de x aproximado se halla el segundo, sustituyéndolo ya en el término $\frac{x^2}{2R}$; y hallando sucesivamente varios valores, se obtiene el valor de x con la aproximación que se quiera.

La fórmula del valor de x demuestra, siendo iguales las demás condiciones, que los espesores ó gruesos de las secciones son proporcionales á las profundidades, ó sea á los valores de y ; de modo que, como haciendo á $y = 0$, el espesor, según la fórmula, resulta cero (despreciando el valor del término $\frac{x^2}{2R}$), de aquí que, en teoría, el perfil transversal del dique debería ser triangular, ó sea una línea la coronación del dique, lo cual, por varias razones, no puede en la práctica adoptarse. El grueso del dique en la parte superior conviene que, por lo menos, tenga 0,50 ó 0,60 metros. Lo que se hace en la práctica es calcular, por la fórmula indicada, el grueso del dique en la base, haciendo á $y = h =$ altura del dique, y luego se da al paramento inferior el talud que se cree conveniente, atendida la resistencia que debe tener la obra y demás condiciones.

Estaciones de experiencias en los torrentes.—Convieni, para formar los proyectos de corrección de torrentes, averiguar ó tomar en el terreno varios datos, y para ello en cada sección del torrente que tenga el mismo gasto, se establecerá una estación en el sitio en que, y en una extensión de cien metros, poco más ó menos, no varíe la pendiente y sea igual la sección del cauce, en la cual, y para cada avenida, se tomarán los datos siguientes: altura máxima del agua, velocidad media en este momento, el peso específico medio de las piedras arrastradas por la corriente y magnitud de estas piedras.

Diques que deben resistir el empuje de las tierras.—Si se calculan las dimensiones de un dique para que resista el empuje del agua, resistirá con mayor razón el de las tierras, puesto que aquél es mayor que este último. Todas las fórmulas halladas para los diques que deban resistir el empuje del agua son aplicables á los muros que deban resistir el empuje de las tierras; y para ello, basta sustituir á π por δc , siendo δ el peso de un metro cúbico de tierra y

$$c = \frac{\cos \alpha \operatorname{sen} x \operatorname{tg} (9-x)}{\cos (\alpha+x)}$$

una cantidad cuyo valor oscila, próximamente, entre 0,1 y 0,5.

El empuje de la tierra es igual, llamándolo

$$Q \text{ á } \frac{1}{2} h^2 \delta c \text{ (1).}$$

Diferente combinación de los materiales de piedra en los diques.—En los Alpes se ha empleado: 1.º, piedra con mezcla ó mortero; 2.º, piedra en seco; 3.º, fábrica mixta. En la fábrica mixta el cuerpo del muro es de piedra en seco, la coronación y el paramento inferior es de piedra con mortero hidráulico en el grueso de unos 0,80 metros, y el marco de los acueductos es también de piedra con mortero.

Se calcula en $\frac{1}{3}$ del volumen del dique el de las oquedades ó vanos en un dique de piedra en seco, que disminuye en

(1) Para la debida inteligencia de esta parte de la conferencia, y especialmente de la fórmula que da el valor de c , necesitaríamos tener á la vista una figura que, como otras, suprimimos.

igual cantidad el peso del dique. El coeficiente de rozamiento se toma igual á 1 en la fábrica ordinaria, ó sea la formada por cal y canto, que equivale á $\varphi = 45^\circ$, y á 0,76 para la fábrica mixta.

Dique de piedra con hiladas inclinadas aguas arriba. (Disposición ideada por Mr. Rhor, de Berna.)

Las ventajas de esta disposición son: 1.^a, las aristas de las piedras del paramento inferior son rectas, lo que da una economía en la labra; 2.^a, el empuje del agua ó de las tierras, que es una fuerza horizontal, no es paralela á las hiladas ó lechos de las piedras, lo cual se opone, en parte, al resbalamiento; 3.^a, queda cubierta la coronación del dique por el aterramiento, lo cual contribuye á la conservación de aquélla.

Cimientos.—Se hacen sondeos para ver si á poca profundidad hay roca; y si está muy profunda, se hincan pilotes hasta la tierra firme, se extiende una capa bastante grande de hormigón y á veces un emparrillado, cuyos cuadros ó divisiones se rellena con este material.

Zampeados.—Tienen por objeto evitar la erosión al pie del dique, y se forma, generalmente, de piedra en seco este macizo. Á veces para sujetar estas piedras, en ocasiones bastante grandes, se forma un emparrillado.

Contradique.—Para reforzar la base de un dique y el zampeado, cuando se trata de diques de alguna importancia, se construyen contradiques, los cuales consisten en muros profundos y que salen poco de la tierra; 0,4 á 0,5 m. generalmente por encima del zampeado; y en este caso el salto de agua choca contra una capa de la misma de cierto espesor, que le hace perder casi toda su fuerza.

Revestimiento de las márgenes.—Para evitar la erosión en ellas se les reviste, á veces, de piedra hasta cierta altura.

Diques en escalera (barrages en gradins).—Se construyen tales diques cuando se debe ganar grande altura en corto trayecto, y conviene tener presente las siguientes prescripciones: 1.^a, que no se construye un segundo dique hasta que esté formado el aterramiento; 2.^a, para emplear esta clase de diques conviene que los arrastres, ó sean los materiales del aterramiento, estén constituidos tan sólo de piedras, esto

es, sin barro ni tierra suelta, y 3.^a, que los cimientos de un dique deben llegar hasta el paramento anterior del dique inmediato inferior.

Corrección de barrancos.—En éstos, los diques que se construyen tienen poca altura. Las pendientes en los barrancos son muy grandes, llegando á veces al 100 por 100 y aun más.

Los diques en los barrancos pueden clasificarse como expresa el siguiente cuadro:

<i>Diques en los barrancos (ravins).....</i>	}	Rústicos (ó de piedra).		
		De madera.		
		Vivos (ó de troncos y ramas).....	Palizadas.. ...	1. ^{er} orden. 2. ^o orden.
			Faginadas.....	1. ^{er} orden. 2. ^o orden.

Los diques vivos de 1.^o y 2.^o orden en los barrancos representan, respectivamente, los grandes diques y pequeños diques, ó diques secundarios de piedra, que se construyen en los brazos principales de un torrente.

Los diques rústicos de piedra son obras construídas con este material, pero sumamente sencillos.

Diques de madera.—Éstos se construyen colocando árboles con las ramas en el lecho del barranco y en dirección de la corriente, con aquéllas aguas arriba, y formando la extremidad inferior ó base de los troncos, el paramento inferior del dique. Los troncos de cada hilada ó lecho de árboles descansan sobre dos troncos colocados perpendicularmente á éstos y empotrados en las márgenes del barranco. Las cabezas ó extremos de los troncos con los troncos transversales sobre que se apoyan aquéllas, forman el paramento inferior, al cual se le da el correspondiente talud. Se emplea otra clase de diques de madera, y consisten en la combinación de troncos de árboles, ó sea sin ramas y faginas.

Los diques de madera se construyen bastante en Suiza, y hay uno de la primera clase, ó sea de árboles tendidos en dirección de la corriente, en el torrente de Rœtzligrund.

Los aterramientos en la expresada clase de diques cubren las ramas y troncos, formando un todo compacto que resiste bastante á la acción destructora del tiempo.

Diques vivos.—Como hemos visto, se comprenden con esta denominación las palizadas y faginadas, divididas unas y otras en dos clases: de primero y de segundo orden.

Palizadas de primer orden.—Las que se han construido en los Alpes están formadas por estacas gruesas de madera (alerce) á distancia de un metro, interponiendo entre dos consecutivas dos plantones de sauce (vivos) y ramas, de la miúsa especie, entrelazadas. Las cabezas de las estacas están unidas generalmente por tres largueros, horizontal el de en medio.

Se distinguen dos clases de palizadas de primer orden: con tornapuntas aguas arriba y con largueros empotrados.

Palizadas con tornapuntas.—Entre las estacas y ramas entrelazadas y las que sirven de apoyo á las tornapuntas, se forma un aterramiento artificial, con pendiente de 45°, que protege la palizada. Las estacas de alerce tienen tres metros, y las en que se apoyan las tornapuntas, ó estacas inclinadas y en dirección de la corriente ó cauce del torrente, dos metros.

Palizadas con largueros empotrados.—Estas no tienen tornapuntas. El larguero en que se apoyan las cabezas de las estacas está empotrado en las márgenes, y á partir de cierta distancia del centro, y por ambos lados, las cabezas de las estacas no están en un plano horizontal, sino algo inclinado.

En los Alpes, construidas las palizadas por primavera, allá para últimos de otoño, suelen estar ya formados, por completo, los aterramientos.

Palizadas de segundo orden.—Las estacas, en esta clase de palizadas, son todas de sauce, ó sea vivas, y se hincan en el suelo hasta la profundidad de un metro, estando suprimidos los largueros que, como hemos dicho, hay en las de primer orden. Se construye un sencillo empedrado, de más ó menos anchura, entre tales palizadas, y en la parte donde no se colocan piedras, se plantan estacas y ramitas de amenáceos.

Cuando no hay á mano sauce para la construcción de estas palizadas, se emplean otras plantas de ramas flexibles, como, por ejemplo, el avellano y aun el pinabete y el abeto rojo. Las ramas de pino y las del alerce son demasiado que-

bradizas para emplearlas en el trenzado de las palizadas en sustitución del sauce.

Cuando no se emplea el sauce para el entrelazado de las palizadas, se introducen estaquitas de sauce entre las ramas, las cuales, arraigando en el aterramiento, vivirán y consolidarán más y más la palizadas. En los aterramientos á que dan lugar las palizadas se desarrolla muy bien y es muy útil el aliso.

Palizadas con dos paramentos.—Estas palizadas tienen dos paramentos, á la distancia general de un metro, contruídos como hemos dicho y de una altura al exterior de unos dos metros.

Las cabezas de las estacas grandes en cada paramento están unidas por largueros, y entre dos de ellas, pretene-cientes á paramentos distintos, y una sí y otra no, corre otro larguero, cuyo extremo, aguas arriba, está unido á la cabeza de una estaca. Entre las grandes estacas se hincan otras más pequeñas, de sauce, destinadas á vegetar ó á vivir así como las ramitas que forman el entrelazado ó zarzo de la palizada. También perpendicularmente á los paramentos se introducen estaquitas vivas de sauce, que arraigan en el muro de tierra contruído artificialmente al rellenar, con este material, el espacio comprendido entre los expresados paramentos.

Palizadas sistema Jenny.—Esta forma de palizadas la empleó Jenny en el torrente de Nieder-Urnen (cantón de Glaris) y consiste en la construcción de pequeñas palizadas curvas, con la concavidad aguas arriba en los barrancos. En los aterramientos se construyen otras palizadas, y otras luego, hasta que el lecho del barranco esté bastante levantado, y después, por donde pasa el agua, se construye un empedrado, para que ésta no arrastre la tierra y piedrecitas de los aterramientos. La altura de estas pequeñas palizadas es de 4 á 5 decímetros y distantes entre sí de uno á dos metros. Se emplea este sistema de palizadas en barrancos pequeños de pendientes muy fuertes y sin vegetación alguna.

Faginadas ó enfaginadas de primer orden.—Para construir las faginadas de esta clase se hincan en hilera varias estacas grandes (de alerce, en los Alpes), que forman una curva

convéxa, aguas arriba, y levantada hacia las orillas, como en los diques ordinarios, y se forman de la manera siguiente: en el fondo nivelado del barranco se fijan, próximamente en sentido horizontal, ramas (estacas) de sauce equidistantes, de modo que salgan algo del paramento de la palizada, y después se extiende una primera hilada de faginas, que se apoyan en las estacas, cuyos extremos se introducen en las orillas ó laderas. Aguas arriba se levanta, artificialmente, un terraplén de piedra y tierra, que cubre el primer lecho ó tanda de ramas de sauce, sobre el cual se asienta ó coloca otra capa de ramas que se cubre de tierra á la altura de las faginas de la segunda hilada, y así se continúa, colocando generalmente tres hiladas de faginas, y á veces llegan hasta cinco, en cuyo último caso la altura de la faginada viene á ser de 1,50 metros.

Faginadas de segundo orden.—En esta clase de obras no existen las estacas grandes, que, como hemos dicho, son de alerce en los Alpes; en las faginadas de primer orden son todas de sauce, y sólo hay una ó dos hiladas de faginas, y á veces las estacas atraviesan las faginas. Tanto las estacas del paramento como las más pequeñas ramitas, colocadas en lechos próximamente horizontales y que alternan con capas de tierra, deben conservar la corteza, pues unas y otras deben arraigar para vivir con lozanía.

Vista núm. 8. (Grabados 43 y 44.)—Alzado y planta de una palizada de primer orden con largueros y tornapuntas.

Vista núm. 9. (Grabados 56, 57, 58 y 59.)—Planta, perfil longitudinal y secciones de la palizada del torrente Bourget (Bajos Alpes) desde el dique núm. 2 al dique núm. 4, después de ejecutados los trabajos de defensa.

Con el aumento que da el aparato de proyección á estos grabados, se ven claramente los diques de piedra números 2, 3 y 4, así como las palizadas longitudinales á lo largo de las orillas y las transversales, consiguiendo con ello formar un cauce muy regular y con los aterramientos de poca pendiente.

Vista núm. 10. (Lámina fotográfica III.)—Perímetro de Curusquet en 1877.

Este perímetro está situado en los términos municipales

de Marcoux y Brusquet, departamento de los Bajos Alpes, y en el territorio de Curusquet tiene su nacimiento el torrente de Mille Solles, que tantos daños causaba á los terrenos de su cuenca, y principalmente en el valle, antes de su extinción.

La superficie ó área de este perímetro es de 471^h 42^a 91^c. En este perímetro hay pocos diques de alguna importancia; pero, en cambio, los diques rústicos están en gran número. Muchas palizadas que aquí reemplazan á los diques de piedra de otros torrentes, tienen un solo paramento formado por estacas de roble y sauce, unidas con largueros longitudinales y reforzadas entre sí con otros á modo de tornapuntas y en dirección de aguas arriba del dique.

Los barrancos del expresado perímetro están formados por rocas margosas que se separan en capas ú hojas, y se disgregan fácilmente al aire. En la lámina que se tiene á la vista, se ve como algunos obreros van desmontando las lomas del terreno y echando las piedras en el lecho de los barrancos, y otros van regularizando los aterramientos de las fagnadas. En estos aterramientos se hicieron plantaciones. Las especies para la repoblación de este perímetro fueron principalmente el roble, el pino laricio y el silvestre. En la parte superior de este perímetro se hicieron siembras de roble en hoyos, colocando las bellotas al abrigo de las pocas matas que allí había y que eran de boj y serbal. El torrente Mille Solles está ya extinguido y todo el perímetro repoblado.

Vista núm. 11. (Fototipia 57.)—Aterramiento del gran dique de Riou-Bordoux (Bajos Alpes).

Esta es la obra maestra ó el dique más notable de los trabajos de repoblación. Su cuenca de recepción es de 2.300 hectáreas, y hay sitios que alcanzan unos 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar. Casi en el centro de la cuenca de recepción hay un vetusto alerce, único testimonio de la vegetación forestal que en otros tiempos poblaba tan extensa cuenca. En la parte media y baja de dicha cuenca y en el canal de desagüe, hay tierras ó rocas negras (margas negras jurásicas), cuya parte superior, ó sea la tierra, es arrastrada por el agua en las fuertes lluvias, formando generalmente la lava.

La carretera nacional núm. 100 (de Montpellier á Coni) pasa por el cono de deyección en la extensión de unos tres kilómetros. El área del cono es de unas 240 hectáreas, de las cuales 80 ó cosa así están cultivadas ú ocupadas por edificios. Este torrente recorre seis kilómetros y entra en el río Ubaye á la altitud de 1.103^m. Á cada grande avenida se cubre de lava y demás materiales de acarreo el cono de deyección, queda cubierta la carretera, y á no ser por las señales, postes ó grandes piedras que indican por donde va el camino, nada se vería, en muchas ocasiones, que indicara su trazado.

Hoy día está cubierta de vegetación gran parte de la cuenca de este torrente.

Este dique está construído con piedra y mortero hidráulico. Su altura, desde los cimientos, es de 8,50^m, y éstos profundizan 4,50^m. Es curvilíneo y la longitud rectificada de la curva es de 83^m. El espesor en medio de la coronación es de 3,20^m. El talud es $\frac{1}{5}$. Tenia seis acueductos ó compuertas en la parte alta, que fueron tapiados, y se conservan los cinco de la parte inferior. Los acueductos tienen una serie, á modo de reja, de barras de hierro (railes) que permiten el paso del agua, barro y materiales muy pequeños. La coronación es horizontal en unos 20^m, terminando los extremos por arcos de círculo. El aterramiento originado por este gran dique tiene unos 1.200^m de longitud.

El lecho del torrente ocupa unas 46 hectáreas.

El zampeado está formado por grandes bloques, colocados derechos (*débout*), y está limitado por un contradique circular ó curvilíneo, y lateralmente por dos muros enrasando con el zampeado. El contradique dista del paramento superior del dique 17 metros.

Este dique (núm. 1) costó 100.974 francos.

En el perimetro de Saint-Pons, al cual pertenece el torrente de que nos ocupamos, hay 16 diques principales de mampostería mixta, 386 diques rústicos, 1.279 palizadas, 1.135 faginadas y 8.592 metros de tajeas.

El terreno ocupado por este torrente se ha sembrado y plantado principalmente de las especies siguientes: alerce, abeto rojo, pino cembro y pino negro (*Pinus uncinata*, Raymond).

En esta fototipia se ve gran parte del dique y del aterramiento, así como cuatro de los cinco acueductos de la parte inferior.

Vista núm. 12. (Fototipia 58 b.)—Trabajos en el aterramiento del gran dique de Riou-Bordoux.

En esta vista se observa claramente el aterramiento de un dique y parte de otro, así como los trabajos verificados, en uno de ellos principalmente, para su fijación.

Para fijar los aterramientos de alguna importancia, y desde luego el de que nos ocupamos, se abre un canal en el eje del aterramiento, á igual distancia de las márgenes si éstas son por igual socavables, ó cerca de la que no lo es, ó sea de la que está formada de roca dura.

Luego se plantan sauces, alisos, chopos y acacias en la parte del aterramiento comprendida entre el canal y las márgenes, y después se repueblan las márgenes ó laderas.

Vista núm. 13. (Retrato de Mr. Demontzey.)—Los nombres de pila de este ilustre Ingeniero de Montes francés eran Próspero, Luis y Gabriel.

Nació en Saint-Dié, departamento de los Vosgos, el 21 de Septiembre de 1831, y falleció en Aix, en Provence (Bocas del Ródano), el día 20 de Febrero de 1898; tenía, pues, al morir sesenta y seis años de edad. Por Noviembre de 1850, á la edad, por consecuencia, de diez y nueve años, entró en la Escuela nacional forestal, y fué un alumno sumamente aplicado, inteligente y de muy buen carácter. Por orden de 30 de Septiembre de 1853 fué destinado, siendo Ingeniero segundo (*garde general*), á Orleansville (departamento de Argel).

Sus amigos militares en dicha población le querían mucho y le llamaban, en tono de franca amistad, *Quercus robur*, que daba á entender el vigor ó grandes alientos en su afán profesional. En 16 de Mayo de 1860, y como compensación á sus penosos servicios, fué trasladado á Argel. En 1.º de Enero de 1863 fué destinado, siendo ya Subinspector, á Niza como jefe de la Comisión de repoblación de la 34 conservación. En 28 de Febrero de 1868 fué nombrado Jefe para dirigir el servicio de repoblación de los Bajos Alpes. Desde 1863 á 1866, ambos inclusive, se hicieron por siembras en este departamento, las principales repoblaciones, que al

principio dieron muy buen resultado; mas al girar dicho señor una visita, en 1868, por tales terrenos, observó que gran número de plantas se habían perdido, atribuyéndolo, muy acertadamente, al levantamiento de la tierra en los rápidos deshielos por primavera, y de esto dedujo que rara vez debían emplearse las siembras en los Bajos Alpes. En 1872 se emprendieron, con grande actividad, las plantaciones. De continuo visitaba Mr. Demontzey los terrenos en que se trabajaba, dando allí lecciones prácticas de grande utilidad, y plantaba, por sí mismo y con frecuencia, algunos pies ó plantones con grande habilidad. Preocupación constante de tan ilustre forestal fué, y por completo lo consiguió, organizar debidamente el importante servicio de repoblación, ó mejor dicho, de los trabajos hidrológico-forestales, de cuya alta dirección estuvo encargado por espacio de unos veinticinco años.

Tan laudable propósito lo consiguió dicho Jefe por varias disposiciones por él mismo redactadas y puntualmente cumplidas, desde 1882 á 1887; siendo, sin duda, la más importantes las Instrucciones generales de 2 de Febrero de 1885 (circular núm. 345), que es el Reglamento definitivo. Desde 1884 á 1887 dictó Mr. Demontzey 48 circulares (autografiadas). En 1883 acompañó en su excursión por los Bajos Alpes al Ministro de Agricultura de Austria, Falkenhayn, y al sabio profesor y eminente agrónomo y selvicultor, perdido ya por desgracia para la ciencia, Seckendorff. Mr. Demontzey estudiaba y discutía con el personal de la localidad todos los asuntos de alguna importancia. Decía á su amigo, compañero y subordinado (que por espacio de unos veintisiete años estuvo asociado á las tareas del gran repoblador) Mr. P. Carrière, allá por 1891, y trabajando en el torrente Riou-Bordoux: «Hâtons nous. ¡C'est mon testament du reboiseur!» (Apresurémonos. ¡Es mi testamento, es decir, mi última obra de repoblador!) Fué jubilado el 12 de Octubre de 1893, á la edad de sesenta y dos años veintiún días.

Al expresado forestal le gustaba dar la enseñanza en el campo, y decía á sus subordinados: «Es preciso que lleguemos á entendernos perfectamente en nuestro común encargo y tengamos la seguridad de hablar todos el mismo lenguaje,

Mr. Demontzey. tuvo la atención de servir de guía y maestro á los alumnos de la Escuela especial de Ingenieros de Montes que, bajo la inteligente dirección del profesor de la misma D. Miguel del Campo, visitaron en 1892 los trabajos de corrección de torrentes y repoblaciones verificados en los Bajos Alpes. Tanto dicho profesor como los alumnos, y con ellos, ¿por qué no decirlo? la Escuela especial de Montes y el Cuerpo de Ingenieros, quedaron sumamente agradecidos á las bondades y atenciones de tan ilustre Ingeniero francés para con los expresados señores.

Tenía Mr. Demontzey—dice Mr. Carrière—«clara inteligencia, infatigable celo, robusta constitución, gran temple de ánimo y una gran bondad». Añade más adelante, en el artículo biográfico que luego indicaremos: «Para Demontzey la repoblación lo era todo, y á ello subordinaba todo lo demás.» Decía tan notable Ingeniero que el repoblador debe ser osado (*oseur*), y que en los trabajos de corrección no se debía, en su opinión, ejecutar estrictamente el proyecto, pues en el curso de su ejecución podía modificarse, para mejorarlo y alcanzar alguna economía. Dicho Ingeniero fundó y fomentó en Aix una sección de Club Alpino. Violoncelista aventajado, se dedicaba con predilección, en los ratos de ocio, á la música clásica. Á fines de 1897 fué atacado de ictericia. El 19 de Febrero de 1898 le dió un ataque de congestión cerebral; recibió con gran fervor los auxilios espirituales, y al día siguiente, 20, á las tres de la tarde, falleció en su residencia habitual de Aix, en Provence. El día 23 del expresado mes fué depositado, provisionalmente, el cadáver en un nicho, y luego fué trasladado á Tolón. El acompañamiento del cadáver fué un acto imponente por el número y calidad de los concurrentes, pronunciándose en el cementerio tres discursos en loor del finado, entre ellos uno de su inolvidable amigo Mr. Carrière, en representación del Jefe de la Administración de Montes.

Hacemos completamente nuestros aquellos sentidísimos conceptos con que Mr. Carrière termina el artículo, publicado en la *Revue des Eaux et Forêts* del 1.º de Abril de 1898, en honra del gran repoblador Mr. Demontzey, y de cuyo artículo tomamos varias de las noticias de esta reseña bio-

gráfica. «Venerable maestro, habéis servido una noble causa... Habéis sido animoso y bueno. Todos nosotros, forestales, os estamos reconocidos y os admiramos, y guardaremos religiosamente vuestra memoria. Cuando habremos desaparecido, allá en lo alto, en las cumbres de nuestras regeneradas montañas, la frondosidad del monte pregona la gloria del repoblador Demontzey.»

Tal fué dicho Ingeniero: un gran bienhechor de la humanidad, pues además del bien que ha proporcionado á su patria, ha enseñado á los forestales de las demás naciones, la manera de ejecutar los trabajos hidrológico-forestales, que tanto bien han de reportar á estas naciones.

¡Que tenga imitadores en otros Gobiernos, y principalmente en el nuestro, el de dicha vecina nación, patria del gran Demontzey, y que perdure entre los Ingenieros de Montes de España la buena memoria y noble ejemplo de su tan estimado y distinguido compañero y gran bienhechor de la humanidad!

Vista núm. 14. (Fototipia 59 a.)—Aterramiento fijado ó consolidado del torrente Bourget (Bajos Alpes).

Este torrente vierte sus aguas en el río Ubaye, á cuatro kilómetros de Barcelonnette y á unos 1.200 metros de altitud. La cuenca de recepción de aquél alcanza una altitud de 3.000 metros. Se empezaron los trabajos, en los terrenos estables, en 1870, empleando para la repoblación (siembras y plantaciones) el pino cembro en las regiones elevadas (2.400 á 2.900 metros), el alerce y pino negro (*P. uncinata*) en las medias (1.700 á 2.400 metros) y el *P. austriaca* y pino silvestre en la inferior (1.400 á 1.700 metros). Los terrenos movedizos, ó sea en los que había desmoronamientos, se consolidaron por medio de trabajos de corrección.

La parte superior del torrente (cuenca de recepción) tiene 54 por 100 de pendiente; la media (canal de desagüe), donde tienen origen las lavas, tiene 26 por 100 de pendiente, y el cono de deyección tiene 9 por 100 de pendiente.

La parte superior del torrente (cuenca de recepción) tiene 54 por 100 de pendiente; la media (canal de desagüe), donde tienen origen las lavas, tiene 26 por 100 de pendiente, y el cono de deyección tiene 9 por 100 de pendiente.

Los grandes trabajos de corrección se han ejecutado tan sólo en la segunda sección, ó sea en el canal de desagüe, y consisten en 20 diques de piedra (*barrages*), cuya altura del salto de agua varía entre tres y siete metros, y están numerados de abajo á arriba. Estos diques son casi todos de mampostería mixta. Los diques señalados con los números 1, 2 y 3 son todos de piedra y mortero. Todos los diques se construyeron desde 1870 á 1875, y costaron 107.507 francos. Se construyeron además otros tres diques en el barranco denominado Rata, afluente del torrente Bourget. Las palizadas distan entre sí cinco metros y sus aterramientos tienen 4 por 100 de pendiente. La altura de las palizadas es de 0,40 m. y las aristas, en el medio de cada una, forman una línea, cuya pendiente es de 12 por 100 (pendiente de compensación).

La vista que se proyecta en el lienzo representa principalmente uno de los diques en que se lee «Août 1872», y se distingue muy bien el aterramiento, completamente fijado con las palizadas, casi cubiertas por los materiales de acarreo, y muy frondosa la vegetación de la parte del aterramiento próxima á las márgenes.

Vista núm. 15. (Fototipia 59 b.)—Otro aterramiento ya fijado del torrente Bourget.

En esta proyección se distinguen claramente las palizadas, en plena vegetación, y en la parte alta algunos diques, y más arriba aún una buena parte de las vertientes y cumbreras de la cuenca de recepción.

Dicho torrente está hoy completamente corregido: su extinción, asegurada por un monte de más de 400 hectáreas que ocupa su cuenca, le ha transformado en un simple arroyo de montaña, según frase de Demontzey.

Tuvimos la dicha de visitar este torrente por el verano de 1881, acompañados del laborioso é ilustrado Ingeniero Mr. Sardi, á quien de nuevo reiteramos las más expresivas gracias por su extremada amabilidad.

Vista núm. 16. (Fototipia 73.)—Combe de Peguère (Altos Pirineos) en Caunterets, antes de los trabajos de fijación y repoblación de la misma.

La estación termal de Caunterets está situada en un valle secundario de la *gabe* (río) de Pau, á una altitud de 924 me-

tros, en el fondo de una garganta. Los establecimientos principales y casas particulares están edificadas al pie de la vertiente N. del pico de Peguère. Las vertientes de la *combe* están formadas de piedras de todas dimensiones separadas por tierras arenosas, y por consecuencia expuestas á derrumbarse con gran facilidad, sobre todo por la acción del agua, lo mismo por las filtraciones de la misma en la fusión de las nieves como en las lluvias, llegando á veces algunos fragmentos de grandes bloques, al estrellarse ó fraccionarse en la caída, hasta el establecimiento ó casa de baños la Ralliére ó la de Mauhourat (1). El ganado lanar ha sido la principal causa de que, habiendo desaparecido el césped de la *combe*, fuera ésta un gran peligro para algunos establecimientos balnearios de Cauterets y causara otros daños. Como no se podía trabajar en la época en que estaban abiertos los baños, por el peligro de que cayeran grandes bloques, se trabajaba tan sólo en los primeros días de primavera y últimos de otoño.

El sistema para fijar las vertientes de la *combe* no podría ser el de diques por lo costoso, y debía consistir en fijar la arena ó tierra arenosa. Estudiado detenidamente el difícil problema de hacer poco menos que inofensiva, por así decirlo, la *combe* de Peguère, se acordó lo siguiente: 1.º Quitar de las vertientes de la *combe* todos los bloques que estaban próximos á desmoronarse; 2.º Cubrir en lo posible todas las arenas más ó menos mezcladas con piedras, con grandes tepes, ó témpanos de césped, y calafatear, por así decirlo, todos los intervalos de los bloques que se dejan ó conservan como provisionalmente estables ó fijos (2); 3.º Construir muros de contención de piedra en seco en los sitios en que no era fácil que vegetara el césped.

En la proyección que se indica aparecen en confusa mezcla, bloques y tierras, muchos de los cuales se derrumbaron y parte de las tierras fueron también arrastradas.

(1) Se da la denominación de *combe*, en francés, á una hondonada ó escotadura del terreno surcado por barrancos, algunos de gran pendiente. Tal vez pudiera la palabra *combe* traducirse en español por escotadura.

(2) En muchos de estos tepes había pies de la planta *rhododendron ferrugineum*, L. Si era necesario, se fijaban estos tepes con pequeñas estacas.

Vista núm. 17. (Fototipia 74 c.)—Combe de Peguère después de fijada y repoblada.

Desde 1885 á 1888 se hicieron los principales trabajos. Las piedras para construir los muros se llevaban por medio de un ferrocarril Decauville á un sitio determinado como depósito. A pesar de lo muy peligroso del trabajo, no ocurrió ninguna desgracia. El problema de la fijación de la combe de Peguère está, pues, resuelto. Este resultado confirma lo que decía Viollet le Duc en su *Etude sur le mont Blanc*: «La acción de la naturaleza no resulta sino del conjunto de pequeños medios. A su vez puede hacerlo igualmente el hombre, puesto que estos pequeños medios están á su alcance y su inteligencia le permite apreciar sus efectos.»

En la vista de que se trata se perciben muy bien varios muros de contención, que sujetan grandes bloques y tierras.

Tales son los trabajos hidrológico-forestales más notables que se han realizado en Francia hasta la fecha.

Trabajos hidrológico-forestales en España.—Tan sólo muy de pasada, porque para ello serían necesarias algunas conferencias, nos ocuparemos en la presente conferencia de los trabajos hidrológico-forestales en nuestro país.

Después de tantos desastres ocasionados, principalmente desde mediados de este siglo, por las inundaciones en España, y tomando ejemplo nuestro Gobierno, allá para 1888, de lo que se hacía en Francia, se dictó el 3 de Febrero de dicho año un Real decreto, refrendado por el, á la sazón, Ministro de Fomento D. Carlos Navarro Rodrigo, ordenando, entre otros extremos, que la Junta Facultativa de Montes propusiera en el plazo de tres meses «un plan sistemático de repoblación de las cabeceras de las cuencas hidrológicas de España», y que los Ingenieros que se designaran debían determinar «la parte elevada ó montañosa que en cada cuenca hidrológica convenía mantener poblada y defendida forestalmente, para el acrecentamiento y buen régimen de las aguas que en ella tengan su origen».

Por Real orden de 28 de Julio del mismo año, ocupando la cartera de Fomento D. José Canalejas y Méndez, se crearon las primeras comisiones de repoblación, que fueron tres: la de la cuenca del Júcar, la del Segura y la del Lozoya, y

se daban en aquélla varias instrucciones para la ejecución del Real decreto antes mencionado. Se debe, pues, en gran parte á los Sres. Navarro Rodrigo y Canalejas la gloria de haber creado un servicio tan importante en España cual es el de los trabajos hidrológico-forestales.

Por lo que toca á la expropiación de terrenos, sean de propiedad particular ó de la de los Ayuntamientos ú otras Corporaciones, en los trabajos de que nos ocupamos se aplica, y á nuestro juicio con grande acierto, la ley de expropiación forzosa por causa de utilidad pública del 10 de Enero de 1879 y el Reglamento para la aplicación ó ejecución de la misma de 13 de Junio del mismo año.

Comisión de repoblación de la cuenca del Segura (Murcia).— En la cuenca del rio Guadalentín, afluente del Segura y cuya extensión superficial es de 371.000 hectáreas, se han formado tres Porciones, que suman 11.314 hectáreas. La Porción no debe pasar de 10.000 hectáreas.

La primera Porción, que tiene unas 3.000 hectáreas, está dividida en cinco perímetros, estando cuatro de éstos repoblados, y ocupan una superficie de 2.500 hectáreas. En la segunda Porción, que comprende unas 2.000 hectáreas, está repoblado el primer perímetro (507 hectáreas). En la tercera Porción, que ocupa unas 6.000 hectáreas, está repoblado el primer perímetro (524 hectáreas). El total de lo repoblado hasta 1.º de Octubre de 1899 era, pues, en dicha cuenca unas 3.500 hectáreas. El perímetro no debe pasar de 1.000 hectáreas.

Había, por término medio, en dichos terrenos repoblados, en la expresada fecha, unas 3.000 plantas por hectárea de uno á ocho ó nueve años, teniendo algunas plantas algo más de 5,5 metros de altura. Las especies empleadas en la repoblación fueron el pino carrasco (*Pinus halepensis*, Mill.), el pino salgareño (*P. Laricio*, Poir), el pino rodeno (*P. Pinaster*, Sol), encina, quejigo, pinsapo y olmo. La especie preferible para las zonas media y baja es el pino carrasco.

En la cuenca del Guadalentín se hacen observaciones meteorológicas en seis sitios; desde la altitud de 228 metros (al pie de la sierra de Alhama), hasta la de 1.580 metros (Morrón de Espuña). Alguno ó algunos de tales observatorios

serán con el tiempo verdaderas estaciones meteorológico-forestales, pues en alguno de ellos ya tienen las observaciones que se hacen este carácter.

En la cuenca del río Luchena, afluente del Guadalentín, se han establecido, ó formado mejor dicho, dos Porciones: la una comprende la vertiente septentrional del río Alcaide, y la otra, la meridional. Estas dos Porciones suman unas 20.000 hectáreas y están en la provincia de Almería.

Vista núm. 18 (Fotografía VII).—Vista parcial de los viveros en la cuenca del río Espuña.

Se ve tan sólo una parte de los viveros de la cuenca del río Espuña, y en la cual aparecen trabajando dos peones y un Ingeniero que vigila y dirige en aquel instante los trabajos. De tales viveros se han obtenido muy buenas plantitas de pino carrasco y marítimo ó rodeno.

Vista núm. 19 (Fotografía VIII).—Dique regulador en el río Espuña.

Este dique es de piedra en seco y tiene 31,67 metros de largo, 5 metros grueso en la coronación, 8 metros en la base y 6 metros de altura en el centro. El coste por metro cúbico fué de 2,64 pesetas. Este dique sirve de paso al camino central de la Sierra.

Vista núm. 20 (Fotografía XIII).—Nacimiento del río Espuña.

En el collado Bermejo (1.245 metros de altitud), que se ve en el fondo, entre el Morrón de Totana á la derecha y Peña Apartada á la izquierda, nace el río Espuña, cuya pelada cuenca origina en las fuertes lluvias grandes daños, con el carácter torrencial de los barrancos, á varios terrenos de la vega de Murcia. Todos los barrancos que se observan están ya corregidos, y se ven los muretes de contención ó *diques de reconstitución* en las laderas trazadas próximamente, según las curvas de nivel. Estos diques embalsan algo el agua y contienen las tierras, que se van cubriendo de hierba, y luego se hacen en estos bancales siembras ó plantaciones de especies arbóreas, generalmente pinos.

Se ha comprobado ya la grande utilidad de tales trabajos en la cuenca del Guadalentín por los Ingenieros de la expresada Comisión, en varias avenidas, y principalmente en la

de Enero de 1898, por el inteligente y laborioso Ingeniero D. Juan Angel de Madariaga. (Véase esta REVISTA, páginas 236 y siguientes, tomo XXII, año 1898.)

Las anteriores tres fotografías, presentadas con el auxilio del aparato de proyección, están tomadas del álbum relativo á trabajos de la expresada Comisión y publicado por el que fué digno Jefe de la misma, hoy Inspector general del Cuerpo de Montes, Sr. D. José Musso.

Comisión de repoblación de la cuenca del Júcar.—Está en estudio y repoblándose en parte, desde el año 1890, la primera Porción, llamada «Cuenca del Regajillo de Canales», que comprende unas 5.000 hectáreas y está dividida en nueve perímetros (de unas 500 á 1.000 hectáreas cada uno). Están en repoblación los tres primeros Perímetros de esta Porción, y las especies empleadas son principalmente los pinos carrasco, rodeno, piñonero, encina y alcornoque (*Quercus suber*, L.).

En los viveros se han sembrado además pino canariensis, pino laricio, cedros, pino silvestre, ailanto, acacias, olmo, latonero y eucaliptos. Deben estar ya terminados todos los diques del 1.º y 2.º Perímetros, y está amojonado y próximo á estar repoblado el 1.º El 4.º Perímetro debe estar ya amojonado. Del 5.º Perímetro se está haciendo el proyecto de repoblación. Deben estar levantados ya los planos de los Perímetros 7.º y 8.º

Comisión de repoblación de la cuenca del Lozoya.—Esta cuenca tiene unas 80.000 hectáreas.

Por la Real orden de 28 de Julio de 1888, se divide toda cuenca, ó una parte bastante extensa de la misma, en Porciones y éstas en Perímetros, y el servicio de que deben encargarse los Ingenieros afectos á cada una de ellas en Secciones; de modo que las Porciones ó los Perímetros de que está encargado cada Ingeniero, ó mejor diríamos, quizás el terreno de que esté encargado cada Ingeniero, forma una Sección; así es que la cuenca se divide en rigor en Porciones y éstas en Perímetros, y el servicio, por así decirlo, constituye ó se divide en Secciones, por más que á cada Sección corresponda un cierto número de Perímetros, ó sea una determinada extensión superficial del terreno.

Hecha esta aclaración, diremos que en el servicio de la repoblación de la cuenca del Lozoya se han establecido tres Secciones. En la Sección 1.^a se comprenden cuatro Porciones, y en la tercera una sola Porción, que pudiera haberse denominado 5.^a Porción. No se ha estudiado aún la Sección 2.^a

Las cinco Porciones antes indicadas comprenden una extensión superficial de 28.241,4020 hectáreas, y el número de Perímetros en que se dividen las cuatro primeras y la extensión de cada una de las Porciones es como indica el siguiente estado:

		Hectáreas.
1. ^a Sección..	{	1. ^a Porción, 6 perímetros... 3.188,8200
		2. ^a » 4 » ... 2.980,0000
		3. ^a » 3 » . . . 2.833,6000
		4. ^a » 5 » ... 4.474,0000
3. ^a Sección (5. ^a Porción).— Porción única.		
Sierra de Patones.....		14.764,9820
		28.241,4020

1.^a Porción.—Primer Perímetro, denominado Fuensanta.—Parece que en el año forestal de 1898 á 99 terminó la repoblación de este Perímetro, á excepción de unas 35 hectáreas, en las cuales no estaba definido el estado legal. Las especies empleadas en la repoblación de este Perímetro fueron el pino silvestre y el *pinus montana*, Duroi (pino negro). Por vía de ensayo se sembró alerce. Los trabajos de repoblación del Perímetro empezaron por Noviembre de 1892. Hay tres viveros denominados de la Fuensanta, de la Majada de Espino y del Poyuelo.

Sección 3.^a—Porción única, denominada «Sierra de los Patones».—El terreno de que se trata forma parte de lo que se llama Somosierra, y comprende desde 1.428 á 2.044,82 metros de altitud. En el risco de Peña Cebollera, 2.044,82 metros de altitud, hay un mojon común á las provincias de Madrid, Segovia y Guadalajara. La expresada Porción está enclavada en las provincias de Madrid y Guadalajara, correspondiendo á la primera los $\frac{4}{5}$ de la superficie total.

En esta parte del Lozoya vierten sus aguas algunos arro-

yos de carácter torrencial que, soeavando en la arcilla cuaternaria, procedente de la descomposición de las rocas del terreno siluriano (formado principalmente de pizarras arcillosas y cuarcitas), llevan en las aguas de lluvia grandes cantidades de dicha arcilla, y de ahí las turbias del Lozoya en esta capital.

En los terrenos que constituyen hoy esta porción había en 1862 varios montes exceptuados de la desamortización, que la Hacienda vendió y de los cuales el Estado deberá adquirir algunos de ellos para ser repoblados, previa la correspondiente expropiación. El sitio más bajo de la Porción lo indica la altitud de la presa del pontón de la Oliva, á 728 metros de altitud. El extremo más avanzado hacia el N. es el cerro de Porrejón.

El cerro de la Cabeza de la Rasiz está compuesto de limo rojo separado por cantos no rodados de cuarcita. En este cerro se observan barrancos, y sus vertientes están muy asurcadas, constituyendo lo que se llama en la localidad *alcabenes*, visibles desde gran distancia por su color rojo. Varios islotes de diluvium, de la provincia de Guadalajara, son la causa principal de las turbias del canal del Lozoya.

Se conocen en el expresado canal dos clases de turbias, las *rojas* y las *pardas*; las primeras son producidas por los arrastres de los terrenos de diluvium rojo, de los expresados islotes, y las segundas lo son por los arrastres de terrenos graníticos, gneísicos, de micaíta, siluriano, cretáceo y diluvium arenoso. Entre los barrancos quedan aguas impregnadas de arcilla roja: los principales son los llamados de Redubia y Rofredillo, y después el de la Pasada del Atazar y de la Parra, pero el más importante de ellos por lo que toca á las turbias del canal de Isabel II es el Rofredillo, que afluye al Lozoya á medio kilómetro, ó cosa así, aguas arriba de la presa de Navarejos. El Redubia vierte sus aguas en el embalse de la presa del Pontón de la Oliva, enturbiando también sus aguas.

1.º Perímetro, de la de la 3.ª Sección, denominado «Cuenca de los arroyos Redubia y Rofredillo». — Este perímetro ocupa parte de los términos del Atazar y Alpedrete de la Sierra, correspondientes respectivamente á las provincias de

Madrid y Guadalajara. La cabida total del Perímetro es de 2.815,6225 hectáreas. Si las cuencas principales de los arroyos Redubia y Rofredillo no presentan carácter torrencial en sus líneas generales, sí lo presentan los barrancos afluentes de estas líneas generales. Los diques serán rústicos (de mampostería en seco), salvo dos. La repoblación se hará con pino silvestre, rodeno, carrasco y encina. Se construirán tres casas forestales.

La expresada Porción única se ha dividido en seis Perímetros, el primero de los cuales es el de que acabamos de ocuparnos; y es de esperar que en breve se hará el estudio del segundo Perímetro, denominado «Barrancos del Atazar», que abunda en tierras diluviales que contribuyen con las precedentes del Redubia y Rofredillo á las turbias rojas.

La repoblación, pues, de la Porción de que tratamos es uno de los medios para disminuir notablemente, y quizás podríamos decir, con acierto, evitar las turbias del canal del Lozoya, que tantos perjuicios causan á los habitantes de esta corte.

No puedo menos de enviar desde aquí cordial saludo á mis compañeros Ingenieros de Montes que se ocupan en los trabajos hidrológico-forestales en las cuencas del Segura, Lozoya y Júcar, deseándoles el mejor acierto en su difícil cometido y de tanto interés para nuestra patria.

Con esto doy por terminada esta mi primera conferencia acerca del tema ya indicado; y al pedir os perdón por la molestia que os he causado con la desaliñada exposición de la materia objeto de la misma, os doy las más expresivas gracias por la benevolencia con que me habéis escuchado.

SEÑORAS Y SEÑORES:

En la primera conferencia que, desde este sitio, tuve la honra de dar hace pocos días, acerca de los «Trabajos hidrológico-forestales», hice breve reseña y juicio crítico de las leyes francesas de 28 de Julio de 1860, llamada de *re población*; de la del 8 de Junio de 1864, denominada de *encespedamiento*, y de la de 4 de Abril de 1882, que se titula de *restauración y conservación de terrenos de las montañas*.

Se indicó en qué consistía el estado de saturación de una corriente y el de torrencialidad, así como el transporte parcial y en masa. Vimos que la velocidad en el movimiento uniforme se expresaba por la fórmula

$$u = B \sqrt{R I}.$$

Se vió también que los materiales de arrastre se depositan á raíz de grandes chubascos ó fuertes y rápidas avenidas, según un perfil longitudinal convexo, y que después de un largo período de lluvias tranquilas, el perfil es cóncavo.

Se explicó también en qué consistían las pendientes de compensación, de equilibrio y de divagación. Llamando tg. α á la pendiente de compensación, vimos que

$$\text{Tg. } \alpha = \frac{f(d-\pi)b.}{0,076 \pi B^2 m H}.$$

Vista núm. 1. (Fototipia 40.)—Vista general del torrente Pontis (Bajos Alpes).

En esta vista, como ya se dijo en la anterior conferencia,

se observan claramente gran parte del canal de desagüe y el cono de deyección (1).

Vista núm. 2. (Fototipia 46.)—Cono de deyección del torrente Rieubel.

Como ya dije en la conferencia anterior, se ve aquí claramente como se extiende en forma de abanico el cono de deyección.

Se indicaron también en la primera conferencia las condiciones de una buena construcción de mampostería; las diferentes clases de diques, dándose á conocer por medio del aparato de proyección varios de ellos, entre éstos los de Riou-Bordoux y Bourget. Se dieron varias noticias biográficas relativas al gran repoblador Mr. Demontzey, perdido, por desgracia para la ciencia, el 20 de Febrero de 1898; y, por último, dimos breve noticia de los trabajos hidrológico-forestales que se realizaron en España, en las cuencas del Segura, Lozoya y Júcar.

En la presente conferencia me ocuparé de otros extremos, igualmente de grande interés, acerca del tema objeto de estas conferencias, y especialmente de los trabajos de repoblación.

Saneamiento ó avenamiento.—Se da salida á las aguas estancadas ó á las que, aun no estando en estas condiciones, están con demasiada abundancia en los terrenos que deben cultivarse, por uno de los medios siguientes: 1.º Por pozos absorbentes; 2.º Por zanjas abiertas; 3.º Por tajeas subterráneas; 4.º Por cañerías de arcilla cocida (*drenaje*) ó propiamente avenamiento.

El saneamiento por medio de tajeas subterráneas, bastante usado en los trabajos hidrológico-forestales, se reduce á abrir zanjas que se rellenan, hasta cierta altura, de piedras ó de leña, cubriendo el resto de tierras. Ya Columela, á principios de nuestra era, empleó las tajeas subterráneas.

La profundidad de las zanjas en que se colocan los dre-

(1) Como aquí tampoco se acompañan las vistas de las láminas que se exhibieron en la conferencia con el auxilio del aparato de proyección, téngase presente la nota que acerca de este punto se insertó en la relación de la anterior conferencia.

nes ó tubos de barro cocido, suele ser de 1,05 m. á 1,20 m., á fin de que el agua no se hiele en los tubos.

En las zanjás abiertas se obtiene ya el desagüe con una pendiente de $\frac{1}{3}$ por 1.000. En las zanjás de los drenes la pendiente mínima debe ser de $2\frac{1}{2}$ á 3 por 1.000. El calibre ó diámetro de los tubos ó drenes está comprendido entre 2 y 10 centímetros (1).

Vista núm. 3. (Grabados 74, 75 y 76.)—Saneamiento en la cuenca del torrente Sanières (Bajos Alpes).

Para evitar, en lo posible, los resbalamientos ó derrumbamientos de tierras producidos por la fusión de las nieves, se abrieron en la cuenca del torrente Sanières cuatro grandes tajeas subterráneas, y próximamente paralelas, con una pendiente de 15 por 100, de un metro de profundidad y 60 centímetros de ancho en el fondo. Éste estaba empedrado y sobre el mismo se colocaron piedras de gran tamaño, rellenando así la zanja hasta cerca de la superficie, en que se pusieron las piedras de tamaño algo menor, y cubriendo, por último, la zanja de tierra. De este modo, el exceso de agua circulaba por las zanjás principales y las secundarias que con éstas comunicaban, y se evitaron así casi por completo los derrumbamientos de tierras. Para el debido trazado de las zanjás, se construyó un plano por curvas de nivel de 5 en 5 m. siendo cero la cota más baja y 160 m. la mayor. Fijado de este modo el terreno, se hicieron siembras y plantaciones de pino negro, alerce, abeto rojo y pino cembra. Las tajeas principales tienen, en total, 535,50 m. de longitud y las secundarias 799,40 m.

Los principales beneficios de los trabajos verificados en el torrente Sanières son los siguientes: 1.º Defensa del pueblo de Sanières y de los cultivos en el cono de deyección. 2.º Protección de las vertientes, evitando los derrumbamientos ó resbalamientos. 3.º Evitar la frecuente obstrucción de la carretera nacional de Montpellier á Coni (Italia). 4.º Que los habitantes del expresado pueblo podrán usufructuar los pro-

(1) Para lo relativo á saneamientos de terrenos puede consultarse la excelente obra del que fué nuestro amigo y distinguido Ingeniero de Montes, D. Andrés Llauradó, intitulada *Tratado de aguas y riegos*, segunda edición. Madrid, 1884.

ductos leñosos y las praderas, creadas éstas bajo la protección de los jóvenes montes de alerce.

Principales especies empleadas en las repoblaciones hechas en Francia para extinguir los torrentes.—Varias son las especies que se han empleado en los trabajos de que tratamos en nuestra vecina República; pero daremos á conocer tan sólo, por medio del aparato de proyección y haciendo un ligero examen de sus propiedades más importantes, el alerce, pino cembra, pino marítimo y el pino silvestre.

Vista núm. 4. (Fototipia 12.)—Alerce (*Larix europæa*, D. C.).

Esta planta no es espontánea en España. Requiere para su buen desarrollo un clima frío y seco y el cielo despejado. Sube en los Alpes franceses hasta unos 2.500 metros de altitud, y las exposiciones que prefiere son las del N. y E. Resiste temperaturas de 40° c. bajo cero. Las piñas tienen de 3 á 4 centímetros de largo y color gris rojizo cuando maduras, que lo están por el otoño del mismo año de la floración, diseminando por la primavera siguiente. Tiene hojas caedizas. Como la semilla es muy pequeña, se recoge en lienzo, vareando las ramas. El alerce tiene la facultad de dar brotes cuando se cortan algunas ramas; y si la planta es tan joven que su consistencia sea herbácea, puede ser despuntada por el ganado ó segarse, y después continúa desarrollándose bien la planta. Las plantitas son robustas y crecen con rapidez, y el sistema radical es muy bueno. Adquiere esta planta grandes dimensiones, habiendo algunos pies que llegan á tener 50 m. de altura y unos 5 m. de circunferencia en la base. La madera es muy apreciada tanto para la construcción como para el taller; no se resquebraja ni la atacan los insectos. El alerce arde mal; y á este propósito decía Vitruvio que «echada al fuego no se encendía mejor que una piedra». Practicando agujeros en los troncos de esta especie, se obtiene lo que en el comercio se llama trementina de Venecia.

Vista núm. 5. (Fototipia 19.)—Pino cembra (*Pinus cembra*, Linn.).

Esta planta no es espontánea en España. Sube en los Alpes hasta 3.000 m. de altura sobre el nivel del mar, siendo

en Europa la especie arbórea que vive á mayor altitud. No tiene preferencia por exposición determinada. Las piñas necesitan unos diez y ocho meses para la maduración y dos años para la diseminación. La cáscara del piñón es dura y la almendra es comestible. En las regiones elevadas de los Alpes las plantas son muy robustas. La copa es bastante tupida y da, por consecuencia, mucha sombra. El crecimiento de esta planta es lento y se cree que vive de siete á ocho siglos. Su madera se usa poco en construcción, pero mucho en carpintería y en la confección de juguetes en el Tirol. No suele resinarse esta especie.

Visita núm. 6. (Fototipia 21.)—Pino rodeno, y también pino negral y pino negrillo en la Sierra de Guadarrama (*Pinus maritima*, Lam.).

Este pino es espontáneo y común en España. En Francia abunda en los Alpes de la Provenza (Bocas del Ródano, Bajos Alpes y Var). Prefiere el clima no muy frio, siéndole la exposición bastante indiferente. En la Sierra de Guadarrama sube hasta 1.500 metros de altitud. Á veces dan frutos estos pinos á los doce ó quince años de edad. En el reciente Congreso de Agricultura de Murcia ha presentado la Comisión de repoblación de la cuenca del Segura, piñas que procedían de siembras verificadas en 1891, y cuyas semillas eran ya fecundas. Las plantitas son robustas. La copa da escasa sombra. Esta planta tiene una raíz central y varias laterales, de cuyas últimas salen otras que tienden á profundizar, circunstancia que la hace muy adecuada para la repoblación de dunas. Su crecimiento es rápido y vive unos dos siglos. La madera sirve para construcción y para obra de taller. Este pino es el que comúnmente se aprovecha para la resinación, y son notables, por lo bien cuidados que están y por la gran cantidad de productos resinosos que de ellos se obtienen, los extensos pinares de las landas francesas en los departamentos de este mismo nombre y de la Gironde.

La madera de pino resinado se reputa de mejor calidad que la procedente de pinos que no lo han sido; pero en cambio de tal ventaja, los pinos resinados tienen los troncos tortuosos algunos, y sobre todo muy deformados á causa de

las entalladuras abiertas para obtener la resina, disminuyendo á la vez la escuadría de los mismos. La leña y el carbón valen poco. El ganado come bien las hojas vivas ó verdes, dándoselas en algunas localidades como ramón. Las aves de corral comen muy bien el piñón.

Vista núm. 7. (Fototipia 23.)—Pino silvestre (*Pinus sylvestris*, Linn.).

Se llama pino albar en las provincias de Soria y Cuenca, pino Valsain en la Sierra de Guadarrama, pino royo en el Pirineo aragonés y pi rojal, pi blancal, pi roig y pi blanch en Cataluña.

Esta especie se da bien en climas frios y le convienen las exposiciones N. y NO. En los Pirineos sube hasta 1.500 metros de altitud. Se emplea para la repoblación, principalmente en la parte baja y bastante en la media de los Alpes franceses. Las plantitas son robustas y la copa da escasa sombra. El sistema radical es bueno. Parece vive de cinco á seis siglos y su crecimiento es lento. Los mejores pinos para arboladura son aquellos, como los de Riga en Rusia, cuyos crecimientos son lentos é iguales. Son notables, por la excelente madera que dan y lo bien tratados, los pinares de Valsain, en la Sierra de Guadarrama. De las hojas de este pino empezó á obtenerse lo que llaman los alemanes waldwole (lana de los bosques ó lana del ó de monte), ó sea fibras con las cuales se rellenan colchones y se fabrica también con ellas ropa interior (camisetas, calzoncillos, etc.), que se considera preservativa del reuma. Esta planta da gran cantidad de brea, que se obtiene carbonizando la leña, sobre todo de los tocones. Á veces la resina se acumula en gran cantidad en algunas partes del tronco, dando á la madera un aspecto amarillento y traslúcido que aprovechan los habitantes pobres de las aldeas, dividiéndola en pequeños pedazos y para alumbrarse, con el nombre de teas, las cuales se usan también en algunas poblaciones, en Madrid entre ellas, para encender el carbón en las hornillas. El aprovechamiento fraudulento de la tea causa no pocos daños en algunos de los pinares de la Sierra de Guadarrama y en otras localidades.

Estaciones hidrológico-forestales.—Para averiguar, con la

mayor aproximación posible, la cantidad de agua que cae en una cuenca de recepción, se supone cortada ésta por dos planos horizontales que determinan entre la parte más alta del torrente y el vértice del cono de deyección, tres zonas de igual espesor, y se instala un pluviómetro en cada una de ellas. Se averigua la superficie de cada una de estas zonas, y para cada lluvia se calcula el número de metros cúbicos de agua caída en cada zona. A veces conviene en las zonas media y alta colocar dos pluviómetros en cada una: uno en una vertiente y otro en la otra. En los Alpes se han empleado mucho los pluviómetros adoptados por la Asociación Científica de Francia. Para recoger el agua procedente de la nieve se enciende una lamparilla ó lamparita colocada en una caja sobre la cual está el pluviómetro.

En cada una de dichas estaciones se anotan para cada avenida, las siguientes noticias: 1.º Fecha de la tempestad ó lluvia; 2.º Duración de una á otra; 3.º Altura del agua recogida en cada pluviómetro durante la lluvia; 4.º Área del terreno destinada á cada pluviómetro; 5.º Volumen del agua caída en cada zona ó sección afecta al pluviómetro y la total de la cuenca de recepción; 6.º Duración de la avenida; 7.º Volumen de los materiales aportados al cono de deyección y clase de los mismos; 8.º Efectos causados por la avenida en la cuenca de recepción y demás partes del torrente, y especialmente en los diques y palizadas. La cantidad de lava se calcula multiplicando la sección en la garganta ó en otro sitio del torrente por la velocidad, y dará el volumen en un segundo, y multiplicando por el número de segundos que duró el paso de la lava se tendrá el volumen total.

Las estaciones hidrológico-forestales se completan por las *estaciones de experiencias*, de que se trató en la primera conferencia, y pueden tomarse, en cierto modo, como una parte ó elemento de aquéllas.

Observatorios meteorológico-forestales.—Esta clase de observatorios, cuando están en un sitio algo elevado de los montes, se les llama observatorios de montaña, y uno de ellos, muy importante, es el del «Mont-Aigoual», ó de la montaña del Aigoual, en la cordillera de los Cevennas (Gard), á unos 1.567 metros de altitud y situado en el centro

de una grande extensión de terreno del Estado, que con el tiempo tendrá unas 20.000 hectáreas. El proyecto de este notable observatorio, así como el de la carretera, se debe al Ingeniero de Montes Mr. Fabre. En este observatorio se hacen observaciones, no sólo por lo que toca á la parte forestal, sino relativas á la física del globo. El agua recogida en los pulviómetros en el Aigoual durante el año es de unos dos metros. La cúspide de este monte se halla situada en la línea divisoria que separa las cuencas que vierten al Océano de las que lo hacen al Mediterráneo. En el puerto de la Sereyrède, inmediato á dicho observatorio y á 1.260 metros de altitud, hay la casa forestal denominada de la Sereyrède, en la cual el caballete de su tejado es línea divisoria de las aguas que vierten al Mediterráneo y al Océano. El observatorio de que nos ocupamos viene á completar la red meteorológica con los de Puy-de-Dôme, Pic-du-Midi y Mont-Ventoux. Sería muy conveniente construir un observatorio de montaña en El Escorial, con arreglo al proyecto que formó, no hace muchos años, la Escuela especial de Ingenieros de Montes, modificándolo convenientemente si se creyera necesario, y además otros tres ó cuatro en los sitios de la Península que se estimaran más adecuados al objeto de esta clase de establecimientos.

A falta de observatorios de la clase de que hemos hablado, las Comisiones de repoblación de nuestras cuencas del Júcar, Segura y Lozoya hacen observaciones meteorológicas, bastante completas y con aplicación á la vegetación las del Segura y Lozoya, que tomando de día en día más desarrollo, servirán indudablemente para obtener datos de grandísima utilidad para la buena conservación de los montes que existen ya y se crean en las escuetas ó peladas cuencas antes indicadas.

Vista núm. 8. (Fototipia núm. 58 b.)—Trabajos en el aterramiento del gran dique de Riou-Bordoux (Bajos Alpes).

Presentamos nuevamente la vista que exhibimos en la anterior conferencia, para que se recuerde mejor lo que dijimos entonces y se comprenda con más facilidad lo que diremos respecto de la repoblación de las vertientes y aterramientos de los torrentes.

Vista núm. 9. (Fototipia 55 a.)—Contradique y zampeado del gran dique de Riou-Bordoux.

Con objeto de evitar la socavación de tan importante dique, se construyó un zampeado reforzando á éste, ó mejor dicho, para asegurar su buena conservación por medio de un contradique construido á unos 17 metros del paramento superior del dique. El zampeado está dividido en su mitad y paralelamente al dique por un muro. La zona del zampeado próxima al dique está subdividida en cinco partes iguales, correspondientes á los cinco acueductos, por medio de muros paralelos al eje, y que tienen un metro de grueso, estando la segunda zona dividida en tres partes iguales. Dichas partes ó cuadros del zampeado están rellenas por bloques colocados hasta el nivel del mismo.

Como ya dijimos en la conferencia anterior, es una verdadera obra de arte la construcción del dique de que nos ocupamos; y son tantas las precauciones que se han tenido presentes para su debida solidez, que, salvo para crecidas muy extraordinarias, todo lo más pudiera ocurrir que fuera socavado el contradique, si desapareciese la zanja rellena de piedras que protege sus cimientos, pues aun en este caso todavía quedaría una gran parte del zampeado, y aun desapareciendo éste, no sufrirían gran cosa los cimientos del dique; de modo que, sean cuales fueren las circunstancias, siempre habría el tiempo suficiente para reparar los defectos que pudieran comprometer la solidez del dique.

Vista núm. 10. (Fototipia 55 b.)—Serie de diques.

En esta proyección se ve claramente la disposición de los diques y de uno principalmente de los aterramientos, cubierto ya de lozana vegetación.

Vista núm. 11. (Fototipia 56 b.)—Serie de diques en el canal de desagüe del torrente Grollaz (Saboya) ó de la Grollaz.

Los trabajos de corrección empezaron el año 1880. Era este torrente una amenaza constante para la carretera y ferrocarril del Mont-Cenis, y se pensaba en llevar con grandes gastos la línea férrea á la orilla izquierda del río Arc, afluente del Iser. Se han construido en él varios diques de fábrica y de piedra en seco. Hoy día ya no lleva el torrente

lavas, sino agua más ó menos clara. El cuerpo de Ingenieros de puentes y calzadas hizo un proyecto de defensa contra dicho torrente; pero no ha habido necesidad de aplicarlo, una vez terminados los trabajos de corrección. Hoy día está extinguido ya este torrente (1).

Preparación del suelo, ya para la siembra, ya para la plantación.—Las plantitas deben encontrar en el suelo las condiciones de humedad, calor y aire que le son necesarios. Hay terrenos que por su situación no están expuestos á las heladas, y otros en que las heladas penetran á más ó menos profundidad.

En los primeros hay que combatir la sequía por el verano, y en los segundos la sequía también á veces y además las heladas y el deshielo.

La intensidad de la desecación del suelo no depende tanto del gran calor que recibe ó la fuerte temperatura, sino de la repartición de la lluvia en las diversas estaciones. La labor profunda es el único medio de combatir eficazmente la sequía, según afirmación de Demontzey. Efectivamente, el aire interpuesto entre la tierra forma una capa mal conductora del calor que impide que el calor del exterior deseque las capas de tierra que están por debajo de la tierra removida, y en la cual penetran las raíces de las plantitas que encuentran en ellas la humedad conveniente.

Descalzamiento de las raíces.—En los climas fríos, y sobre todo en las exposiciones S. y O. durante el día se deshíela rápidamente el suelo, y entonces las raíces de las plantitas quedan, por así decirlo, al aire por haberse esponjado notablemente la tierra, desecándose, y pueden morir. Si el terreno está cubierto de hierba ó arbustos, no quedan descalzadas las raíces, porque se enfría menos el suelo, y el deshielo es más lento. Se evita, pues, el *descalzamiento* protegiendo el suelo con plantas herbáceas, y también colocando algunas piedras alrededor de las plantas. Allí donde las hierbas espontáneas se secan por Julio, se debe dar una labor profunda: el terreno es seco.

(1) En la última Exposición universal de París presentó la Administración de aguas y montes dos magníficos dioramas de este torrente en 1888 y en 1900.

Diferentes labores que se dan al suelo al prepararle principalmente para las siembras.—Estas labores son: 1.^a Labor de toda la superficie ó superficie en lleno (comprende la cava y labor por yuntas ó con el arado); 2.^a Labor por líneas (comprende fajas, fajas ahondadas, zanjas y surcos); y 3.^a Labor por puntos (comprende hoyos, casillas y golpes). Á la labor de la primera clase se le denomina también labor total, y á las dos restantes labor parcial. Como es difícil en las vertientes construir fajas horizontales algo largas, por lo cual se corre el riesgo de que las aguas se acumulen en un extremo y abarranquen el suelo, se ideó por Demontzey el sistema de *fajas interrumpidas*, que consisten en pequeñas fajas ó grandes casillas de cinco á seis metros de largo por 30 á 60 centímetros de ancho. Las fajas de una misma serie, ó sea aquellas cuyos centros ó ejes, en el sentido de su longitud, están en un mismo plano vertical, distan entre sí unos dos metros, y la distancia entre las series suele ser también de unos dos metros. Las fajas en proyección horizontal están, por así decirlo, á juntas encontradas.

Las *fajas ahondadas*, ideadas por el inmortal dasónomo Enrique Cotta, sirven para hacer siembras de prueba cuando no se conoce la localidad ó las exigencias de la especie.

En todo suelo hay que considerar la *capa superior*, *el lecho de la semilla* y *la región de las raíces*, y se debe estudiar cada una de estas tres partes para darle, si no las tiene, las condiciones necesarias para conseguir el mejor buen éxito de la siembra.

Calidad de las semillas.—Cuando se trata de verificar una siembra, conviene conocer el tanto por ciento de la semilla buena, á fin de emplear la cantidad que sea conveniente; y al efecto, se usan varios procedimientos, siendo los más seguros y expeditos, someter las semillas á una humedad y temperatura constante, que se producen artificialmente en *cajas germinadoras*.

En Francia, la Administración forestal tiene establecido un servicio ó centro que ensaya las semillas y las proporciona, para las repoblaciones en los montes públicos, y vende á los particulares expresando la bondad de la semilla, ó sea el tanto por ciento de la semilla buena, después de

haber sido sometida al ensayo por medio de cajas germinadoras.

Sería de grande utilidad que en España se creara en la Escuela especial de Ingenieros de Montes, un centro que hiciera gran acopio de semillas y las proporcionara á los distritos, para repoblaciones en los montes públicos y á los particulares; y quizás convendría crear algunos centros en determinadas regiones, si se viera, por el creado en la Escuela, que se obtenían buenos resultados.

Viveros.—Cuando se trata de repoblar los montes, hay necesidad muchas veces de proceder á la repoblación por medio de plantaciones, y en tal caso se deben crear viveros. Distinguiremos dos clases de viveros, llamada la una *viveros permanentes ó centrales*, y la otra *viveros volantes, locales ó provisionales*.

Los primeros tienen por objeto producir varias especies de plantas para surtir á una gran región. Estos viveros deben satisfacer á las condiciones generales de los viveros, y que por la brevedad del tiempo no podemos aquí indicar, y son más propios para las amentáceas, porque conviene que sean trasplantadas, una vez por lo menos, en el vivero antes de plantarlas de asiento. Los segundos están destinados á proporcionar plantas á una localidad determinada y sólo corto número de especies de plantas.

Enhierbamiento.—En las fuertes pendientes formadas por tierra suelta ó ligera, que fácilmente es arrastrada por las aguas, no se desarrollan bien las plantitas, porque quedan las raíces al descubierto, y aun pudieran ser arrastradas las plantitas.

A veces necesitan también las plantitas abrigo por dos, tres ó cuatro años contra los agentes atmosféricos, y se les proporciona por medio de algunas plantas herbáceas. El *enhierbamiento* tiene por objeto, pues, crear vegetación herbácea para favorecer la repoblación. Para el *enhierbamiento* es muy buena la esparceta ó pipirigallo (*Onobrychis sativa*, Lam.), conviniendo mezclar á veces con ella varias gramíneas: *Avena elatior*, L. (Avena descollada); *Bromus erectus*, L.; *Holcus mollis*, L. (Holco blando), y *Lasiagrostis calama-grostis*, Lk.

En las vertientes ó laderas de las montañas, ó cuencas de los torrentes, se siembra á veces la esparceta y gramíneas mezcladas, $\frac{4}{5}$ en peso de semilla de la primera y $\frac{1}{5}$ de las gramíneas antes indicadas, con alguna otra, en cordones ó filas próximamente horizontales, distantes un metro entre sí, las cuales, una vez desarrolladas las plantas, disminuyen muchísimo la velocidad del agua, conteniendo, por consecuencia, la tierra.

«Estas diversas gramíneas, dice Demontzey, tienen un temperamento robusto, y presentan sobre la esparceta la ventaja de ser muy vivaces. Aquélla, en efecto, desaparece al cabo de tres ó cuatro años, si no se ha podido regenerar por diseminación; pero posee la inapreciable ventaja de brotar rápidamente y proporcionar, desde el primer año, á las siembras de plantas forestales el abrigo que se le exige, para dos ó tres años á lo más, mientras que las gramíneas no pueden darlo hasta el segundo ó tercer año. Si hay, pues, interés en emplear la esparceta cuando se necesita abrigo sólo por corto tiempo, vale más recurrir á las gramíneas cuando el abrigo debe ser de larga duración, como sucede á grandes altitudes para las plantas leñosas, cuya vegetación es muy lenta» (1).

En los terrenos movedizos de la zona media y alta de los Alpes, debe hacerse la siembra al mediar la primavera, á fin de que esté poco tiempo en el suelo la semilla, y además porque en las grandes pendientes, los obreros sólo pueden transitar fácilmente por ellas estando húmedo el suelo.

Encespedamiento. — El verdadero césped (*pelouse*) no se halla sino á altitudes muy elevadas (1.800 á 3.000 metros), casi siempre en el límite de la vegetación forestal actual, en las pendientes suaves de las montañas *pastorales* (*montagnes pastorales*) (Alpes). El agua corre por encima del césped cuando éste forma en el terreno una capa trabada de raíces á modo de fieltro; pero en cuanto arranca un poco de césped, abarranca el suelo.

El césped que forma hoy día una como alfombra de

(1) *Trai. prat. de rebois et du gaz. de mont.*, par P. Demontzey.—París, 1862, pág. 244.

hierba (*pelouses continues*) ó macizo por encima de la región de los actuales montes, es irrefragable testimonio de los que antes existían, y que hizo desaparecer el hombre después de haber sido aquéllos la causa de la producción del césped.

En el caso de tener que repoblar la cuenca de un torrente, no se debe dudar en repoblar á una altitud mucho mayor de lo que indican los actuales montes, y no pararse sino en aquellos terrenos cubiertos, sin interrupción, por las nieves durante varios años (1).

Enmalezamiento. — Comprendemos con este nombre la operación de cubrir de matas, arbustos y arbolillos un terreno. Nos permitimos usar la palabra *enmalezamiento*, como se usa la de encespedamiento en el sentido que en su lugar indicamos, porque no conocemos en nuestra lengua, otra que exprese la operación antes indicada. Entre otras especies, se han empleado bastante en los Alpes para el *enmalezamiento*, el *Prunus Briantiaca*, Vill., y el *Hippophae rhamnoides*, Linn., vulgarmente llamado espino amarillo ó espino falso.

Hay terrenos muy pobres y en pendiente, en donde no se pueden hacer, desde luego, siembras ni plantaciones de especies arbóreas, y entonces se plantan matas, arbustos y arbolillos que fácilmente arraigan, y más tarde, con la fijación del suelo por estas plantas y el abrigo que las mismas puede proporcionar á las plantitas de especies arbóreas, se pueden hacer siembras ó plantaciones de las mismas.

Roza y acodo.—En ciertos terrenos se ven todavía alguno que otro arbolillo y arbustos, los cuales conviene cortar entre dos tierras, ó sea por debajo del nudo vital ó cuello de la raíz, y, echando luego abundantes brotes, pueden en algunas especies acodarse y aumentar así el área cubierta de vegetación.

Regiones climatológicas en Francia.—El que fué renombrado botánico é Ingeniero de Montes francés, Mr. A. Mathieu, estableció en Francia, y por lo que toca á la vegetación forestal, las siguientes regiones:

1.^a *Región mediterránea ó cálida.*—Desde 0 á 600 metros

(1) Demontzey, obra citada, pág. 314.

de altitud. Está caracterizada en el litoral mediterráneo por el olivo, que llega hasta 600 metros de altitud. Se desarrollan bien en esta región el pino carrasco, el piñonero, el rodeno, la encina y el alcornoque.

2.^a *Región media ó templada.*—Desde 600 á 1.000 metros de altitud. Está caracterizada por el roble de fruto sentado (*Quercus sessiliflora*, Salisb) y el roble común (*Quercus pedunculata*, Ehrh.). Se desarrollan bien en esta región el pino marítimo, cerca del mar, el castaño, chopos, fresnos y el *Acer platanoides*, Linn. En la parte alta se ven el pino silvestre y el haya, y á veces el pinabete.

3.^a *Región alpestre ó fría.*—Desde 1.000 á 1.800 metros de altitud. Son raras las especies de hoja plana, salvo el abedul, el haya, el *Acer pseudo-platanus*, Linn., y el serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*, Linn.). La masa de monte está constituida principalmente por las coníferas: pino negro (*Pinus uncinata*, Ramond), pinabete, abeto rojo y alerce.

4.^a *Región muy fría ó alpina.*—Desde 1.800 á 3.000 metros. Está caracterizada por la falta absoluta de montes de amentáceas ó árboles de hoja plana. Como especies forestales sólo se encuentran el alerce y el pino cembra hasta 3.000 metros de altitud en los Alpes franceses, en donde esta altitud puede considerarse como el límite de la vegetación forestal.

En los Alpes franceses, como en otros sitios, se ha comprobado que la cantidad de agua de lluvia aumenta con la altura sobre el nivel del mar. Se ha comprobado en Barcelonnette (Rajos Alpes) que la cantidad de agua caída en la cúspide de aquellos montes (3.000 metros de altitud) es doble que la caída en el valle (1.130 metros).

Plantaciones.—Con frecuencia se emplean en los Alpes para los trabajos de repoblación, las plantaciones, por lo cual vamos á dar algunas noticias sobre las mismas.

1.^o *Plantaciones de coníferas.*—Cuanto más tierna sea la plantita, mejor éxito dará la plantación. Los pinos carrasco, rodeno ó marítimo y piñonero pueden plantarse cuando tienen un año; no hay necesidad, pues, de trasplantarlos (*repiquer*) en el vivero. Los pinos silvestre y de Austria pueden trasplantarse cuando tienen dos años, y tres si han

crecido en terreno pobre y á una elevada altitud. El pino negro puede sufrir igual operación á los dos años, pero el abeto rojo y el pino cembra hasta los tres, por crecer en viveros situados á grandes altitudes, y á veces hasta los cuatro años. El alerce, por su rápido crecimiento, puede trasplantarse cuando tiene dos años.

Suelen hacerse las plantaciones en los Alpes por golpes ó hacecillos de dos á cuatro plantitas, que se introducen en un pequeño hoyo rectangular de unos 10 centímetros de ancho por 30 de largo. Por lo general, una de las plantas es la que prospera ó toma mayor incremento, llegando de ordinario á ahogar algunas de las restantes, y basta el buen desarrollo de una de ellas para el buen éxito de la plantación. En la expresada región dan mejor resultado, por lo general, las plantaciones hechas en primavera que las de otoño, si bien en la región alpina pueden plantarse el alerce y el pino cembra á fines de verano.

2.º *Plantaciones de amentáceas.*—Se emplean generalmente las amentáceas para repoblar las partes bajas de los barrancos y los aterramientos originados por los diques, así como en algunas laderas; y en éstas se emplean muchas veces como plantas protectoras, para que á su abrigo se desarrollen las coníferas por crecer aquéllas con mayor rapidez que las últimas y ser más sobrias. Estas plantas suelen colocarse en las laderas, en líneas, siguiendo próximamente las curvas de nivel.

Si las plantas, tratándose de amentáceas, han de vivir formando macizo ó en masa, deberán trasplantarse una ó dos veces en el vivero.

Caminos.—Tanto para los trabajos de corrección de torrentes como, y muy principalmente, para los de repoblación y subsiguiente aprovechamiento de los montes que con ellos se crean, es preciso construir varios caminos y sendas, y en cuyos pormenores de construcción no podemos entrar, dado lo corto del tiempo para esta conferencia y los diferentes extremos que han de ser objeto de la misma.

Cerramientos.—Conviene defender del diente del ganado, y aun á veces de sus pisadas, las siembras y plantaciones; y al efecto, lo más común consiste en construir vallas de es-

tacas y largueros de madera si se trata del ganado mular y vacuno, y de estacas y alambre galvanizado si se quiere impedir la entrada del ganado lanar. Los alambres con púas suelen bastar para impedir también la entrada del ganado mayor en los sitios cercados por aquéllos.

Vista núm. 12. (Fototipia 60.)—Aterramiento fijado del torrente de la Bérarde.

En el aterramiento de que tratamos se han suprimido, como se ve en la proyección, las palizadas transversales, y en su lugar, ó sustitución, se han construído cordones de piedras (*seuils*) que se prolongan subiendo algo en las márgenes, por lo cual no se han construído tampoco las palizadas longitudinales que vimos en el torrente Bourget. A fin de evitar la erosión en la parte de cauce por donde, de ordinario, pasa el agua, se ha empedrado.

Vista núm. 13. (Fototipia 59 a.)—Aterramiento fijado ó consolidado del torrente Bourget (Bajos Alpes).

Presentamos esta proyección, aun cuando ya se vió en la primera conferencia, para que se vea la diferencia de fijar los aterramientos: el que hemos visto hace poco, de la Bérarde, por medio de cordones de piedra, y en el torrente Bourget por medio de palizadas transversales y longitudinales, siendo de admirar la frondosa vegetación de estas últimas y de una faja de terreno inmediato á ellas.

Vista núm. 14. (Fototipia 61.)—Serie de palizadas en el barranco Chasselievre ó Chasse-Lievre (afluente del torrente Bourget).

Se ven en esta proyección algunas palizadas con largueros y varias palizadas ordinarias en plena vegetación.

Vista núm. 15. (Lámina fotográfica III.)—Perímetro de Curusquét en 1877.

Ya presentamos esta proyección en la conferencia anterior y nos ocupamos algo de los trabajos verificados en este torrente, pero volvemos á presentarla para que pueda compararse con el aspecto del terreno en 1877 y en la que luego veremos que representa el mismo sitio en 1886.

Vista núm. 16. (Lámina fotográfica IV.)—Perímetro de Curusquét en 1886.

Aquí se ve cómo ha cambiado el aspecto del terreno en

nueve ó diez años: pelado ó apenas sin vegetación en 1877, cubierto de plantas frondosas en 1888, gracias á los trabajos hidrológico-forestales.

Aun cuando nos ocupamos de este perímetro en la última conferencia, no estará de más que recordemos algo de lo dicho y añadamos otras noticias de algún interés acerca del mismo. Ya dijimos que dicho perímetro está situado en los términos municipales de Marcoux y Brusquet, departamento de los Bajos Alpes, y en el territorio de Curusquet tiene su nacimiento el torrente de Mille-Solles. Forman las vertientes de este torrente pizarras margosas que se desagregan con gran facilidad y dan barro ó lava. El área del perímetro es de 471,42 hectáreas, y su altitud está comprendida entre 750 metros y 1.265. Los caminos y sendas del mismo miden 22.373 metros.

Se hicieron plantaciones de roble, pino laricio y pino silvestre. En la parte alta del terreno se sembraron en hoyos, bellotas de roble al abrigo de las escasas matas que había de serbal y de boj.

Trabajos hidrológico-forestales en España. — Comisión de repoblación de la cuenca del Segura (Murcia).—Algo nos ocupamos ya en la otra conferencia de esta clase de trabajos en España, y que tampoco podemos entrar ahora en grandes pormenores por no permitirlo la brevedad del tiempo ni ser tampoco este nuestro objeto en el día de hoy; y de nuevo insistimos acerca de los mismos, para recordar, por la importancia que tiene para nuestro país este asunto, y dar algunas noticias más acerca de tales trabajos.

Ya dijimos que en la cuenca del río Guadalentín, afluente del Segura, se habían formado tres porciones que comprendían 11.314 hectáreas, y que de éstas había repobladas unas 3.500 hectáreas, habiendo, por término medio, unas 3.000 plantas por hectárea de uno á ocho ó nueve años de edad, y teniendo algunas de éstas algo más de 5,5 metros.

Las especies empleadas en la repoblación fueron el pino carrasco, el pino salgareño, el pino rodeno, la encina, el quejigo, el pinsapo y el olmo. Dijimos también que en la cuenca del río Luchena, afluente del río Guadalentín, se

habían formado dos porciones, llamadas vertiente septentrional del río Alcaide y vertiente meridional del mismo río, las cuales comprenden 20.000 hectáreas.

Vista núm. 17. (Fotografía VII.)—Vista general de los viveros en la cuenca del río España (cuenca del Guadalentín).

Ya dijimos que en esta vista sólo se ve una parte de los extensos viveros de la cuenca del río España.

Vista núm. 18. (Fototipia VIII.)—Dique regulador en el río España.

Este dique, del cual dimos sus dimensiones en la anterior conferencia, es de piedra en seco, y uno de sus objetos es almacenar agua en las grandes avenidas, para disminuir algo en la intensidad de las inundaciones.

Vista núm. 19. (Fotografía XIII.)—Nacimiento del río España.

Dijimos en la anterior conferencia, al presentar esta proyección, que todos los barrancos que se ven están ya corregidos, observándose los muretes de contención ó *diques de reconstitución* en las laderas, trazados, próximamente, según las curvas de nivel.

Vista núm. 20. (Fotografía IX.)—Barranco Gallego.

Nace este barranco en el collado de Mangueta, á 1.386 metros de altura sobre el nivel del mar, y es afluente del río España, estando á unos 770 metros de altitud la confluencia con este río.

Cuando la Comisión de repoblación de la cuenca del Segura empezó los trabajos, no existía vegetación alguna en este barranco, y hoy se ve ya bastante frondosidad en los árboles y arbustos de esta región. En la misma hay construídos 107 diques de piedra en seco, análogos á los que se ven en esta proyección.

Vista núm. 21. (Fotografía X.)—Barranco de Rubeos.

Tiene su origen este barranco en las cumbres de Campi, á 932 metros de altitud, y es afluente del río España. Sirve el dique que se ve, de paso al camino central. Vense también en esta proyección varios *diques de reconstitución*. Tiene nacimiento en este barranco una fuente de agua muy buena, de que se surte la villa de Alhama y vecindario de la vega.

Ya dijimos que las tres primeras fotografías, y lo mismo las dos últimas, son del notable álbum publicado por el que fué digno Jefe de la Comisión de repoblación de la cuenca del Segura, hoy Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Montes, Sr. D. José Musso.

El ilustrado y digno Jefe de la Comisión de repoblación de la cuenca del Segura, nuestro muy estimado amigo Don Ricardo Codorniu, presentó al Congreso Agrícola de Murcia, reunido á últimos de Abril; un libro intitulado *Apuntes relativos á la repoblación forestal de la sierra de España*, en el cual se dan á conocer con claridad y precisión los trabajos más importantes verificados en la cuenca del río Guadalentín, y se dan noticias de grande interés relativas á la vegetación, y especialmente á la manera de obtener las plantitas para las plantaciones de asiento. Plácemes merece el Sr. Codorniu por la publicación de tan importante libro, el cual basta y sobra para demostrar la grande importancia de los trabajos hidrológico-forestales en la cuenca del Segura.

Conservación de las obras de corrección de torrentes.—Construídos los diques, es necesario procurar que se conserven en igual estado á fin de que surtan, de continuo, el debido efecto; pero ocurre á veces que, á consecuencia de fuertes avenidas ó movimiento del terreno de las márgenes, ó por otras causas menos frecuentes, sufren algún deterioro, por lo cual debe ejercerse sobre ellos activa vigilancia y reparar los desperfectos que en tales obras ocurran con la mayor prontitud posible.

Influencia de los trabajos hidrológico-forestales en los canales y pantanos.—A la par que con esta clase de trabajos se evitan en gran parte los daños que causan las inundaciones, se procura que el agua de lluvia no se precipite de pronto en las cuencas de los barrancos, torrentes y ríos, sino que, filtrándose lentamente en los terrenos cubiertos de arbolado, salga en forma de manantiales que alimenten regularmente las corrientes de agua por el verano, que es cuando más necesaria es el agua para el riego de los campos y de los prados de las regiones montañosas.

De no repoblarse los montes resulta, como de ello hay

notables y numerosos ejemplos en nuestro país, por ejemplo, el pantano de Puentes, llamado vulgarmente de Lorca, el de Valdeinfierno, en la provincia de Murcia, y el de Tibí, en la provincia de Alicante, que se rellenarían, cegándose algunos, de materiales de arrastre, exigiéndose enormes gastos de limpia de sus depósitos ó inutilidad de ellos por el escaso caudal de agua que embalsarían al disminuir notablemente y de continuo su capacidad.

Al plan, pues, de construcción de canales y pantanos de que trata el Real decreto del Ministerio de Obras públicas y Agricultura, de 11 de Mayo del presente año, debe acompañarle el de los trabajos de corrección y repoblación de las cabeceras de nuestros ríos y la repoblación de otros montes ó regiones forestales de nuestro país; pues de lo contrario, nos exponemos á hacer grandes gastos para procurar agua á la agricultura y á la industria, sin obtener el buen éxito que se desea y que tanto interesa á nuestra desventurada Nación. Por fortuna, hace ya algún tiempo que nuestros Gobiernos vienen reconociendo la importancia de tales trabajos forestales, y procuran proporcionar al Cuerpo de Montes los recursos necesarios, dada la penuria del Tesoro, para hacer algo en el sentido antes indicado; y es de esperar que el actual Sr. Ministro de Obras públicas y Agricultura procurará, como lo viene haciendo, que los trabajos hidrológico-forestales continúen extendiéndose en nuestro país, lo cual ha de reportar grandes beneficios á su proyecto de construcción de canales y pantanos y á la agricultura é industria en general.

El ilustrado arquitecto D. Mariano Belmás abogó elocuentemente, en su brillante conferencia de anteayer, por la repoblación de los montes para que se modifique favorablemente el clima, y las lluvias sean más frecuentes y abundantes, diciendo, con gráfica frase, si mal no recordamos, que «sin el arbolado, los canales de riego serían canales de secano». Aprovecho la ocasión para felicitar cordialmente al Sr. Belmás, por haber sido el iniciador de la fiesta del árbol en España, habiéndole imitado muy acertadamente en Cataluña mi amigo y compañero D. Rafael Puig y Valls, á quien felicito también desde aquí, por su feliz éxito en tan noble como humanitaria empresa.

Favorables consecuencias ó efectos que reportarán los trabajos hidrológico-forestales, según Demontzey, y que se indican en su citada obra:

- 1.^a La fijación del suelo en las montañas.
- 2.^a La transformación de los torrentes en arroyos.
- 3.^a Aumento considerable en la cantidad de agua de los manantiales, y de los arroyos que sustituyen á los torrentes.
- 4.^a La regularización del régimen de los ríos en los valles de las montañas y de las corrientes de agua inferiores.
- 5.^a La protección y bienestar de gran número de poblaciones amenazadas de continuo por el levantamiento y divagación de las corrientes de agua.
- 6.^a La conservación de un pueblo trabajador avezado en la fatiga en nuestros montes fronterizos, y muy útil en caso de guerra con el extranjero para la defensa del territorio.
- 7.^a La seguridad de la libre circulación en muchas vías férreas, carreteras y caminos vecinales.
- 8.^a Los elementos más importantes de la transformación que la economía agrícola está llamada á experimentar en los países montañosos. En vez del pastoreo ruinoso, pastoreo regularizado y obtención de nuevos productos que mejoren las condiciones de existencia de los habitantes de los montes.

Concluyo aquí la segunda conferencia acerca del tema «Trabajos hidrológico-forestales», y os doy de nuevo las más expresivas gracias por la benevolencia y atención con que me habéis escuchado.

OBRAS DEL AUTOR

	M. DRID		PROVINCIAS	
	Pts.	Cts.	Pts.	Cts.
<i>Memoria relativa á las observaciones y trabajos de la Estación meteorológico-forestal de la Escuela especial de Ingenieros de Montes en el año 1884</i> , folleto de 38 páginas en 4.º español	2		2,50	
<i>Selvicultura, ó Cría y cultivo de los montes</i>	17		18	
<i>El alcornoque y la industria taponera</i> , folleto de 88 páginas en 4.º español	2,50		3	
<i>Memoria relativa á la excursión verificada por los alumnos de tercer año de la Escuela especial de Ingenieros de Montes, á los montes públicos y alcornocales de la provincia de Gerona por el verano de 1882</i> ; un tomo de 132 páginas en 4.º mayor	6,50		7	
<i>Alcornocales. Industria taponera</i> , folleto de 48 páginas en 4.º mayor	2,50		3	
<i>Dunas</i> , folleto de 20 páginas en 4.º mayor	1,25		1,50	
<i>Trabajos hidrológico forestales</i> , folleto de 74 páginas en 4.º mayor.—Madrid, 1901	2		2,50	

OBRAS DEL MISMO QUE NO SE VENDEN

Reseña crítica de la obra «Le chêne liège en Algérie,» por M. A. Lamey.—Madrid, 1881.

Los torrentes de Barcelonnette.—Madrid, 1881.

Breve reseña crítica relativa á la obra intitulada «Nota sobre los alcornocales y la industria corchera de la Argelia,» por D. José Jordana y Morera.—Madrid, 1883.

La fiesta del ramio en Torroella de Montgrí.—Madrid, 1886.

Noticia sobre el alcornoque y la industria corchera.—Madrid, 1888.

Bibliografía: Reseña geográfica y estadística de España.—Madrid, 1888.

Alcornocales é industria corchera. (Obra publicada de Real orden, con texto y atlas de 27 láminas.)—Madrid, 1895.

Se venden las obras del autor en las principales librerías de Madrid y provincias.



1001742163

