

CARACTERÍSTICAS I PELIGROS

QUE PRESENTA EL RÉJIMEN TORRENCIAL

Por Manuel Trucco

(Conclusion)

(Deliberaciones del Consejo Jeneral del departamento de los Bajos Alpes.—Sesion del 3 de Noviembre de 1871):

«La plantacion i el encespedamiento de las montañas han recibido desde algunos años una viva impulsion en nuestro pais. Con el objeto de dar a este servicio, cuya importancia no ha escapado a ninguno de vosotros, una nueva impulsion, etc., la comision os propone espresar su satisfaccion, etc., i os pide vuestra aprobacion para el proyecto siguiente:

Considerando:

1.º Que la rejeneracion de las montañas por las plantaciones i el encespedaje es para los valles del departamento una cuestion de ser o no ser; que esta medida afecta el interes jeneral desde un punto de vista mas vasto i mas elevado todavía que el ya tan importante de las inundaciones en las rejiones inferiores de los rios;

2.º Que los trabajos ejecutados en el primer período decenal previsto por la lei del 28 de Julio de 1860 presentan en estos momentos resultados que apenas osábase esperar, tanto desde el punto de vista de la proteccion de los caminos, como desde el de la estincion de los torrentes; que esos trabajos, con razon concentrados durante este primer período de esperiencias sobre una superficie restrinjida, relativamente al estado de ruina en que se encuentran la mayor parte de las altas montañas, deben desde ahora recibir una ámplia estension a fin de proteger lo mas pronto los valles amenazados;

3.º Que el departamento de los Bajos Alpes es sin disputa uno de los mas desolados por los torrentes, cuyos estragos aumentan anualmente como consecuencia de la denudacion del suelo inestable sobre pendientes enormes de las altas montañas;

4.º Que a pesar de sus débiles recursos el departamento no ha cesado de asociarse a la obra emprendida i ha dado constantemente una subvencion importante;

El Consejo Jeneral, deseando dar un nuevo testimonio de simpático concurso al servicio de plantaciones, aprueba una suma de 2,500 francos, etc.»

La proposicion fué adoptada por aclamacion.

Creemos que bastan los hechos que dejamos espuestos para demostrar que los resultados de la vejetacion no solo son eficaces sino rápidos.

Todavía, como lo hemos dicho, puede apresurarse mas aun la estincion de los torrentes empleando presas de retencion de guijarros, las que han dado excelentes resultados i que consisten en cerrar las gargantas, desde el fondo hasta cierta altura, por medio de diques trasversales que obligan a las aguas a estenderse, derramándose sobre un mayor ancho, lo que provoca una disminucion de la velocidad i, por consiguiente, el depósito de los materiales detras de esas presas.

Mui frecuentemente obras de esa clase son indispensables para que la vejetacion se desarrolle i mui particularmente para conservarla, evitando que los árboles caigan arrasados por los derrumbes de los taludes de la garganta.

El número, la situacion, perfil, etc., como la construccion misma de esas presas, es variable segun sea la importancia de las gargantas, la abundancia de los materiales arrastrados, el objeto perseguido, etc. Suelen construirse raramente de albañilería cuidadosamente hecha i sí jeneralmente de piedra seca, de árboles, de fajina, etc.

Como se verá en los ejemplos que daremos mas adelante, esas obras de arte auxiliares, i casi siempre provisionales, representan una porcion considerable de los trabajos.

Su eficacia no depende tanto de su costo, es decir, de los materiales; pero sí de sus disposiciones i caractéres, los que sentimos no precisar en detalle desde luego en atencion a que ello nos llevaria mui léjos en las proporciones de este informe.

Se puede decir que aun en las condiciones mas difíciles el éxito en Francia ha sido mas completo de lo que se esperaba.

Nos permitirenos nuevamente, en apoyo de lo que acabamos de espresar, citar algunos ejemplos mas detallados, en los que podrá apreciarse tambien un poco el aspecto económico de los trabajos, es decir, la relacion entre los gastos que demandan i los beneficios que se obtienen.

Ciertamente que esta última faz de la cuestion no tiene nada de absoluto, que ella puede modificarse considerablemente de un pais a otro i que depende tambien, en gran parte, de la mayor o menor amplitud de los fines perseguidos i de otros numerosos factores.

Por esto mismo, debemos observar especialmente que los ejemplos que van a continuacion no se refieren a los casos vulgares, corrientes i sencillos, que son los mas frecuentes, sino que, por el contrario, los hemos elejido de intento, no solo de modo que ofrezcan variados caractéres, sino entre aquellos en los que hubo que vencer las mayores dificultades, es decir, entre los mas caros i complicados.

Por lo demas, dichos ejemplos los hemos extractado de las Monografías ya citadas del Ministerio de la Agricultura, que comprenden solo hasta el año 1878. Datos pos-

teriores a esa fecha no he podido recojer oportunamente en buen número; pero, según ofrecimiento de la Direccion Jeneral de Selvas, creo poder completarlos pronto.

DEFENSA DE UNA CIUDAD

La ciudad de Boug-d'Oisans, en el departamento del Isère, i «ántes amenazada en su existencia por el torrente Saint-Antoine», está edificada sobre un antiguo cono de deyeccion. Para evitar el peligro, se trazó el perímetro de las plantaciones en la hoya de recepcion, i los efectos de los trabajos fueron tales, que la ciudad «deja hoi que se destruyan sus diques que habia levantado a gran costo i que ahora son inútiles. Los detritos de rocas i las tierras que el torrente ha depositado en sus alrededores han sido actualmente fijados por la vejetacion i entregados a la labranza i los propietarios de los terrenos inferiores cultivan con una entera seguridad sus campos i jardines. Solo un industrial está descontento: propietario de un horno de cal, establecido en la ribera derecha del torrente, al pie de la montaña; se queja de verse obligado ahora a ir a buscar léjos las piedras calcáreas que el torrente mismo le traia ántes hasta las puertas de su horno».

DEFENSA DE PUENTES, TERRENOS, ETC.

El Buesch es un torrente excesivamente peligroso. Tiene sus orfjenes a 2.200 m. sobre el nivel del mar, al pie de las rocas inaccesibles de Fleyrard. Despues de un largo curso (70 km.), se arroja en el Durance.

En 1856 destruyó tres puentes de albañilería i el mismo dia cubrió de guijarros grandes estensiones de terrenos cultivados.

Algunos de sus afluentes causaban no ménos daños.

Fueron inútiles los esfuerzos de las comunas para dominarlos, como estéril fué tambien el haber puesto en reserva algunas porciones de terreno.

Por fin, intervino el Estado i se proyectó el plan de trabajos, los que comenzaron en 1865.

Dichos trabajos fueron unos de los mas considerables i los gastos subidos; pero los beneficios fueron aun superiores.

Para facilitar las operaciones, i previéndose la mayor importancia que tomarán esas montañas rejeneradas i la explotacion de los bosques que en ellas se van a formar, se construyó desde un principio una importante red de caminos angostos en el perímetro de las plantaciones.

Incluyendo esos caminos, hasta 1878 se habia invertido en la ejecucion i conservacion de los trabajos:

Caminos (33 885 m.)	fr.	11 885,15
Almácigos, criaderos		3 175,20
Presas de piedras secas (3 000 m. cúb).....		31 210,00
Entretejidos de varillas (11 596 m.).....		6 712,30
Fajinadas.....		4 324,00

Drenajes.....	fr.	8 120,05
Encespedajes (con 31,300 kg. de semillas).....		13 710,30
Replantaciones		37 578,00
Diversos.....		9 160,20
		<hr/>
Total.....		125 575,20

Sin tomar en cuenta la riqueza que traerán los bosques, etc., despues de la ejecucion de los trabajos se obtuvieron los siguientes resultados:

«Los torrentes, barrancas, etc., no acarrear casi nada de materiales. Mas de 120 hectáreas de fértiles cultivos, que representan un valor de mas de 300,000 francos, han quedado completamente amparados.» Una parte del curso del Buech «podrá ser aprovechado por la agricultura sobre una estension de mas de 100 hectáreas.» Otras 358 hectáreas, ántes improductivas, hoy tienen valor i «están cubiertas de una selva nueva cuyo porvenir está asegurado.» (Monographies, etc. Perímetro de *Luz Lu-Croix-Haute.*)»

Perímetro del Labouret. (Departamento de los Bajos Alpes).— Este perímetro ofrece «el espécimen mas completo que se pueda esperar de los trabajos de la lei de 1860.»

Los flancos son desnudos i el perímetro reúne, en una estension reducida de 113 hectáreas, un conjunto completo de todas las dificultades que pueda presentar la plantacion integral de una hoya de recepcion. Sentimos, por esto, que los límites de un informe no nos permitan reproducir detalladamente los trabajos ejecutados en este perímetro i en otros igualmente interesantes.

El perímetro de Labouret fué declarado de utilidad pública en 1862.

Se ejecutaron algunas siembras, se construyeron una serie de presas de piedra seca, que bien pronto los depósitos las rellenaron aguas arriba, i se ejecutaron plantaciones en dichos depósitos.

Las presas provisorias, las fajinadas i entretejidos atacaron las ramificaciones o pequeños thalwegs secundarios i en seguida estas hondonadas fueron plantadas.

Sin retardar los efectos, se procuraba al mismo tiempo introducir en esas rejiones el pino negro, el fresno, el olmo, etc., destinados a ser las esencias definitivas i productivas.

En 1878 se podia ya considerar como definitivamente creada la selva del Labouret.

Como efectos de tales trabajos, «bien pronto las aguas no llegaron al torrente sino absolutamente claras i comenzaron un trabajo de socavacion mui intenso sobre los depósitos de las presas, tendiendo a establecer entre cada presa un perfil de equilibrio de solo algunos milímetros de pendiente por metro »

Importa regularizar esta tendencia i utilizarla para obtener por sí solo el ahuecamiento del lecho del arroyo que iba a reemplazar al torrente.

Se trazó, pues, de una presa a la otra la direccion definitiva del lecho, bordando las riberas con plantaciones tupidas, etc., i con otras disposiciones que aseguraban la mejor estabilidad del cauce definitivo impuesto a las aguas.

Los gastos totales, desde el oríjen hasta el año 1876 inclusive, fueron:

Caminos.....	fr.	557,10
Almácigas.....		1 270,91
Presas.....		5 885,35
Entretejidos.....		13 701,00
Fajinadas.....		6 023,37
Replantaciones.....		51 090,41
Diversos i herramientas.....		11 482,20
Total.....	fr.	90 010,34

Resultados El torrente se ha estinguido; seha trasformado en un arroyo que corre sobre una serie de mesetas de pendientes de algunos milímetros que terminan en una serie correspondiente de caidas que recuperan así la pendiente considerable del antiguo lecho.

De esa manera, el torrente se ha encauzado i tiene un lecho perfectamente fijo.

«Ademas, el aspecto jeneral del perímetro se ha transformado por completo: esas grandes laderas, ántes negras, inestables i desoladas, hoi están cubiertas con una tupida vejetacion de plantas forrajeras, con especies forestales hojosas i resinosas i con matorrales de toda clase.

«.....Hecha abstraccion de su influencia sobre el réjimen torrencial, la nueva selva así creada aporta elementos de una prosperidad relativa incontestable, que tiende necesariamente a incrementar, i que dará por resultado, en un tiempo bastante próximo, una produccion anual de positiva importancia, bajo todo punto de vista.

«Las mas violentas borrascas que, desde hace siete años, han estallado en la hoya de recepcion, no han producido otro efecto que un aumento en el caudal de las aguas, en las que todo fenómeno torrencial ha desaparecido.»

La conservacion de los caminos, principalmente el de Montpellier a Coni, al atravesar el Labouret, era difícil i exijia anualmente fuertes gastos i camineros auxiliares.

Despues de los trabajos de estincion, un solo caminero basta.

«Por otra parte, sin la estincion del torrente, la existencia misma del camino habria sido comprometida i en un plazo breve se habria impuesto la necesidad de reconstruirlo por completo.

Un proyecto hecho al efecto fijaba en 400,000 francos los trabajos que deberian ejecutarse. Los trabajos de plantaciones han permitido evitarlos i simples acueductos, cuya construccion habria sido imposible ántes, han podido establecerse en cada barranca». (pájs. 78 a 83).

DEFENSAS EN RIOS IMPORTANTES

Como ejemplos interesantes i difíciles de la correccion de verdaderos rios, i de proteccion de carreteras, ferrocarriles i valiosas obras de arte, citemos los rios Cèze i Onne.

El rio Cèze nace al centro de un gran circo de montañas formadas por los contrafuertes orientales del monte Lozère.

Dicho río no tiene un oríjen propiamente dicho: resulta de mas de 1 450 barrancas o pequeños torrentes que se reunen en tres ramas principales: el Cèze, el Homol i el Luech.

Apénas descendido de su hoya de recepcion, el Cèze atraviesa la ciudad de Bessèges a la que ha inundado varias veces. Por esto se le canalizó entre altos muros, creyéndose que quedaban así protegidos los principales establecimientos industriales de la ciudad; pero tales medidas no fueron siempre suficientes, pues en 1859 hubo una crecida excepcional i las aguas hicieron irrupcion en la mina de Lalle, causando una catástrofe espantosa, en la que murieron 103 personas.

Ademas el Cèze, hasta el Ródano, en el que desagua, arrastra una cantidad de materiales que elevan su lecho i perturban su réjimen, provocando divagaciones que producen frecuentes i considerables perjuicios en las ricas llanuras del Gard, que van siendo cubiertas de arena i guijarros en una estension de 100 kilómetros.

El réjimen del Cèze se explica por el estado actual i por la naturaleza del suelo de su hoya de recepcion, en la que se ven desde la mas simple barranca hasta el verdadero torrente.

Allí los bosques han desaparecido desde hace siglos i las lluvias son violentas.

Sobre el granito resistente los torrentes son claros i no socavan, pero llevan masas considerables de agua; son poco numerosos, i los mas temibles son el de Connes i el de Chambonnet.

Al contrario, «sobre los esquistos desagregados hasta gran profundidad, la multiplicidad de los puntos de escoriacion es verdaderamente increíble. Por todas partes no hai sino abarrancamientos largos i estrechos que dibujan al rededor de las protuberaciones las líneas de máxima pendiente del terreno. Algunas de ellas se ramifican, por decirlo así, desde su oríjen i constituyen temibles torrentes. Se ven entónces derrumbarse los taludes sobre mas de 40 metros de altura i vertientes enteras de montaña resbalar lentamente.»

«... El mal está, pues, por una parte, concentrado en las vertientes graníticas i rocosas del monte Lozère i, por otra parte, está diseminado en la rejion esquistosa sobre una multitud de puntos de ataque.

Esta disposicion tan especial de la hoya del Cèze es tal que no puede esperarse dominar las crecidas, sino reduciéndolas en detalle i lentamente, estinguendo sucesivamente todas las barrancas, todos los torrentes que surcan los flancos de las vertientes.»

Tal es el objeto perseguido al trazarse en el departamento del Gard varios perímetros de plantaciones.

Diremos dos palabras sobre algunos de los principales.

a) *Perímetro de Pontails*.—Fué declarado de utilidad pública en 1864; comprende 742 hectáreas, i es atravesado por los torrentes Connes i Chambonnet.

Los trabajos de plantaciones en este perímetro estaban al principio destinados sólo a regularizar el réjimen del Cèze; pero desde 1869 debieron perseguir tambien la proteccion de la línea férrea de Brioude a Alais, cuya estacion de Concoules está situada sobre un enorme terraplen ejecutado en el lecho del Chambonnet i amenazada por las crecidas instantáneas del torrente.

Mas allá los cortes profundos, llevados a cabo para la línea, han provocado movimientos de resbalamiento de la montaña que no han podido ser detenidos completamente por las obras de arte construidas por el servicio del ferrocarril.

Hasta el 31 de Diciembre de 1877 los gastos efectuados en ese perímetro se elevaban a 34 876.71 francos, como sigue:

Camino.s	900.10 francos
Presas	2 718.05 »
Almácigas	1 093.00 »
Replantaciones	26 750.31 »
Diversos	1 368.30 »
Indemnizacion	2 037.95 »

Una estension de 50 hectáreas estaba en esa época completa i definitivamente plantada, pero esas plantaciones eran «todavía demasiado recientes para ejercer una influencia sensible sobre el réjimen de las aguas.» (pájs. 127 a 130.)

b) *Perímetro de Concoules.* — Ocupa una parte en la vertiente oriental del monte Lozère, alcanza alturas de 1 508 m. sobre el mar, i desciende hasta el Cèze a 390 metros de altitud.

En sus partes inferior i media ese perímetro es atravesado por la carretera nacional número 106 i por el ferrocarril de Alais a Brioude en una estension de 2 800 m., «en donde se encuentran cuatro puentes de grandes dimensiones i un viaducto; en una palabra, obras de arte estimadas en mas de 1.500.000 francos, i que reclamaban contra el réjimen de los torrentes de esa rejion una proteccion mui particular que únicamente los trabajos de plantaciones podian asegurar.»

El perímetro fué declarado de utilidad pública en 1863, i abarca 665 hectáreas.

Los mejores resultados se obtuvieron con el pino marítimo para alturas inferiores a 600 metros sobre el mar.

Hubo que consolidar el terreno ántes de ejecutar las plantaciones definitivas, sobre todo cuando las terribles inundaciones de 1866, 1871 i 1873 formaron numerosas barrancas, hasta de 30 m. de profundidad i trastornaron todo el terreno contiguo.

En 1877 los trabajos ejecutados en el perímetro de Concoules cubrian 190 hectáreas con plantaciones tupidas, i en la parte inferior los pinos marítimos formaban una verdadera selva.

Las barrancas estaban ya completamente sofocadas bajo la vejetacion forestal.

c) *Perímetro Génolhae.* — Como los anteriores contribuye a la correccion del rio Cèze; este perímetro ocupa sobre las laderas escarpadas del monte Lozère la vasta hoya de recepcion del torrente de la Gardonnette.

Fué declarado de utilidad pública en 1863 i comprende 361 hectáreas.

Los gastos habian sido:

Camino.s (3 947 m.)	fr.	5 807.40
Almácigas	»	2 215.80
Presas, en número de 632	»	8 023.20

Fajinadas	fr.	2 000 00
Replantaciones	»	49 300.00
Diversos i herramientas	»	2 206.63
Indemnizaciones	»	4 044.55
		<hr/>
	fr.	68 824.38

RESULTADOS: «Donde las replantaciones están concluidas, los resultados son estrema-
damente satisfactorios. Sobre las cimbras de Vesson se ha creado, en una estension de mas
de 100 hectáreas, una verdadera selva de pinos que ha estinguido las innumerables bar-
rancas que surcaban las vertientes i que sirve ya para alimentar la mayor parte de los
hornos de la ciudad.» (Pájs. 138 i sig.)

Rio Onne. — Respecto al rio Onne, diremos que con motivo de las inundaciones de
1875, «los desastrosos efectos de la irregularidad del régimen del Onne se han hecho sen-
tir no solamente en los valles inferiores sino tambien en la hoya misma. Las aguas de
ese rio, tomando uu carácter torrencial mas acentuado que nunca, en razon de la marcha
progresiva de las degradaciones de las laderas, se han llevado seis de los nueve puentes
que existen en los caminos, etc.»

Grandes tambien fueron los perjuicios ocasionados por las socavaciones considera-
bles de las riberas.

Los trabajos que se proyectaron tenian por objeto evitar esos inconvenientes i al
mismo tiempo «suministrar a la comuna de Cathervielle madera de obra i leña, recursos
preciosos que hoi faltan en absoluto.» (Perímetro de Cathervielle, pájs. 175 a 177).

Trabajos análogos podríamos citar en el Adour, rio que desagua en la bahía de Vis-
caya i que tiene su oríjen a 2 831 metros sobre el mar.

Como lo hemos dicho ántes, lamentamos mui de veras no tener aun los datos i do-
cumentos que nos ha ofrecido la Direccion Jeneral de Selvas para completar los ejem-
plos anteriores con los resultados obtenidos hasta el dia.

En todo caso, creemos que esos ejemplos muestran la eficacia del sistema i las difi-
cultades i peligros tan satisfactoriamente conjurados.

Para terminar, presentemos otro caso de una variedad diferente, parecido al que se
presenta en Valparaiso, que ocurría en las ciudades de Luchon i Montauban.

La ciudad de Luchon, despues de cada aguacero violento, despues de cada serie de
lluvias, era inundada i cubierta de arena i materiales de toda especie arrastrados por las
aguas de las montañas que dominan la ciudad.

Los trabajos de plantaciones, precedidos i ausiliados por las fajinadas, etc., han domi-
nado el peligro i «actualmente las borrascas mas violentas, los mas largos períodos de
lluvias son completamente inofensivos.»

Exactamente en las mismas condiciones estaba Montauban i para protegerlo se pro-
yectaron trabajos análogos a los de Luchon. A falta todavia de datos mas recientes sobre
estos trabajos, nos limitamos a esponer la confianza completa que desde un principio se
abrigaba en el éxito. «No es dudoso para nadie que despues de la ejecucion de los traba-
jos proyectados, las numerosas barrancas que surcan la montaña desaparecerán» i «que

los peligros temibles que amenazan hoy al pueblo, a los cultivos i a las vias de comunicacion de Montauban no sean enteramente conjurados.» (Monographies, etc., páj. 160).

CONCLUSION.—No pudiendo dar dimensiones exajeradas a este informe, nos hemos limitado a estractar las notas que hemos tomado en el estudio de la cuestion que se me encomendó, de manera a esponerla solamente en su aspecto jeneral, sin estudiarla todavía en sus detalles de ejecucion, los que por su prolijidad e importancia difficilmente pueden hacerse entrar en el cuadro de un informe.

Escusado i prematuro nos parece deducir conclusiones finales de todo lo que hemos espuesto en la presente Memoria; pero nos parece oportuno citar aquí las siguientes líneas de la obra ya citada de M. de Salis: «Es necesario darse bien cuenta de los resultados diferentes que se obtienen, segun el objeto que se persigue, sea que se trate simplemente de canalizar el torrente en el llano o que se procure su correccion completa. En la primera alternativa, es preciso resignarse a ver pisar de tiempo en tiempo, a traves de lugares habitados i de terrenos cultivados, una ola impetuosa que arrastra guijarros i aun bloques. En el segundo caso, se logra domar la furia del torrente i no dejar descender al llano sino una corriente inofensiva.

En presencia de resultados tan diferentes, es fácil elejir la solucion mas conforme a los progresos de la hidrotecnia para realizar el mejoramiento del réjimen del torrente. Ahora bien, esa solucion se encuentra dictada de una manera absoluta cuando se considera que no se trata solamente de defender el llano contra los desbordes, sino tambien proteger su hoya de recepcion en la montaña de los estragos tan funestos a las selvas i a los pastos». (La correction des torrents en Suisse. Exposé raisonné d'ouvrages, executés, redigé par ordre du département fédéral de l'intérieur par A. de Salis, inspecteur fédéral en chief des travaux publics. 2 vols.)

Respecto a las ideas i consideraciones que recomiendan el sistema que hemos espuesto, para no repetir las resumiéndolas, preferimos citar algunos trozos de M. Culmann:

«En parte ántes, en parte durante el largo período en el cual las partes habitadas de la superficie de la tierra han sido cultivadas, se ha establecido un estado de equilibrio entre las fuerzas destructoras de las aguas, que depende de la pendiente, la resistencia del suelo aumentada por el cultivo i la fuerza de arrastramiento de las corrientes principales.

«Aun cuando se conozca la naturaleza de esas fuerzas, no se conoce su potencia. Ella debe ser inmensa, puesto que el menor cambio introducido en ese equilibrio basta para trasformar los arroyos i rios mas tranquilos en torrentes devastadores

«Las grandes cortas de bosques de estos últimos tiempos han alterado considerablemente ese equilibrio, porque de un lado han disminuído la resistencia del suelo i del otro han aumentado la potencia destructora de las corrientes. En efecto, las tierras, no estando ya consolidadas por las raices de los árboles, se dejan fácilmente desleir i arrastrar; las aguas superficiales, que un terreno boscoso retiene como una esponja, corren inmediatamente sobre las superficies desnudas, inflan súbitamente los arroyos, abren por todas partes anchas i profundas barrancas i llevan la ruina al país».

... «Se ha creído hasta ahora que bastaba defender algunos puntos de la ribera

espuesta: eso no es suficiente si la causa del mal no es destruida, o en otros términos, si el equilibrio entre la potencia de arrastramiento de las corrientes i la resistencia de los taludes no es restablecida. Tal procedimiento no es eficaz sino cuando los sitios amenazados son terrenos que resbalan, que por su avance continuo entregan al torrente los aluviones con que inunda las localidades inferiores: si se logra impedir los resbalamientos protejiendo el talud i consolidando el lecho, se agotará la fuente de los materiales de trasporte i la defensa será completa.»

... «La correccion de un rio torrencial un poco largo seria imposible, vistos los gastos considerables que ocasionaria si desde el principio hubiera necesidad de cavar el lecho futuro de la corriente i canalizarlo entre diques de albañilería.

El arte consiste en forzar al rio a labrarse por sí mismo su lecho i no encajonarlo por trabajos de defensa sino allí donde amenace salir de sus riberas. Estos trabajos son siempre espuestos a la accion de la corriente, puesto que deben desviarla, i son siempre mas o ménos socavados» (Culmann, Rapport au Conseil fédéral sur les torrents des Alpes suisses).

Otro principio importante, grandemente utilizado en el sistema de correccion que hemos estudiado, i que casi es una de sus bases, queda resumido por las siguientes consideraciones, que tomamos del mismo profesor Culmann:

Se exagera ordinariamente la accion del agua si no se la observa bien: en medio del lecho gruesos bloques son arrastrados «cuando reciben de frente» todo el choque de la corriente; pero piedras mucho mas pequeñas, terrenos sin consistencia importante resisten en las orillas si no reciben directamente la fuerza de las aguas, es decir, cuando éstas corren paralelamente al talud.

De aquí que, evitando la divagacion, las riberas puedan protegerse fácilmente con pequeños materiales.

Al dar término a la presente Memoria, ya que hemos espuesto la naturaleza del sistema de correccion de los torrentes, las dificultades mas frecuentes que presenta i los medios de vencerlas, es oportuno hacer notar que tal sistema, dificultades i procedimientos guardan en el fondo notable analogía con los trabajos ejecutados para fijar las dunas.

Hasta las observaciones que fueron los puntos de partida de ámbos sistemas son análogas.

Se notó que el movimiento de las arenas se detenia en ciertos puntos donde los pinos se mantenian por una feliz casualidad, i que en las dunas de Teste, cuando un incendio destruyó parte de esos árboles, las arenas recomenzaron su movimiento en la zona incendiada, permaneciendo estables en las demas.

De esas observaciones se deducia la eficacia de la vegetacion i la posibilidad de hacer prender los pinos marítimos.

Tal fué el sistema propuesto en 1780 por el célebre ingeniero Bremonnier, considerado con razon hoy dia como uno de los mas grandes benefactores de su país.

Como tales trabajos no son recientes, pues se emprendieron hace ya mas de un siglo,

sus brillantes resultados han sido ya plenamente alcanzados i universalmente conocidos, en forma que hoy puede apreciarse debidamente la enorme riqueza que habria perdido la Francia si hubieran triunfado las porfiadas resistencias que cerraban el paso al proyecto Bremon tier, i que sólo fueron vencidas debido a que las arenas amenazaban ya sériamente la existencia misma de Burdeos, una de las mas ricas e importantes ciudades «que en todo tiempo ha sabido hacerse oír», como dice un autor.

I en realidad que tales resistencias eran, por lo ménos, lógicas i escusables entonces. Era natural en aquellos tiempos, sin esperiencias sobre esta clase de trabajos, no creer en los resultados prácticos, en el éxito jeneral i en vasta escala de siembras ejecutadas sobre colinas que se movian i desplazaban continuamente.

I como muy bien lo esplicaba M. Bechmann—el eminente profesor de la Escuela de Puentes i Calzadas, en su curso que hemos tenido la fortuna de seguir—en los medios de vencer tales dificultades consiste precisamente el rasgo jenal de Bremon tier al proponer que se fijase previa i momentáneamente las dunas por medio de obras lijeras i provisionales, deteniendo así artificialmente el movimiento mientras prendia la vejetacion i cobraba fuerzas suficientes para bastarse i defenderse por sí misma.

I es evidente que no puede procederse de otro modo; se concibe que si no se realiza tal condicion previa, si no se comienza por fijar el terreno, junto con éste serán arrastradas las semillas i sólo se obtendrá que surja i prospere la vejetacion en las porciones en que no hai movimiento, es decir, allí donde las plantaciones dejan de ser tan necesarias como obras de defensa. En estas últimas condiciones es obvio que el gasto total, que puede ser considerable, no quedara compensado con resultados tan deficientes que no logran detener el peligro.

La misma es la doctrina i la marcha de las operaciones cuando se trata de combatir los efectos erosivos de las aguas en las montañas.

Es necesario seguir un plan jeneral de operaciones convenientemente trazadas en cada caso i cuidadosamente subordinadas las unas a las otras, condiciones indispensables para obtener el éxito, evitar el derroche inútil de dinero i no agravar el peligro.

En un próximo informe daré cuenta de otros estudios referentes a mi Comision; i si el señor Director lo estimara conveniente, podria tambien completar la presente Memoria esponiendo otros datos mas recientes, las reglas observadas en Francia en todo lo que se relaciona con la ejecucion de las plantaciones, como asimismo los detalles de construccion i los factores que fijan las características i dimensiones de las obras de arte que las acompañan en la estincion de los fenómenos torrenciales, a pesar que estos últimos elementos, de orden esencialmente técnico, exigirian algunas figuras i cálculos que quizas no se prestarian fácilmente para ser incorporados en un informe jeneral.

Aun cuando ya son bastante completas mis anotaciones al respecto, he dudado si debia entrar en mayores detalles sobre el objeto de la presente Memoria; pues no se me oculta que el sistema de correccion de torrentes, implantado por primera vez en Francia, i seguido en otros paises, no seria en el mejor de los casos del resorte de nuestros ferrocarriles.

Sin embargo de esto, he juzgado de mi deber estudiarlo detenidamente i comunicarlo al señor Director, no sólo por los buenos resultados que con él se han obtenido en

las defensas de las vias de comunicacion, sino tambien porque dicho sistema envuelve la solucion de otros problemas de utilidad jeneral para nuestro pais que pueden afectar directamente su progreso i porvenir, en lo cual todos, i mui particularmente las empresas de ferrocarriles, estamos tan vivamente interesados.

Paris, Febrero de 1903.

MANUEL TRUCCO,
Ingeniero Civil.

