

CAPÍTULO IV

LAS GRANDES LLUVIAS Y LAS INUNDACIONES

LLUVIAS FERTILIZADORAS.—LLUVIAS DESTRUCTORAS.—SISTEMA DE LAS CORRIENTES, FUENTES Y MANANTIALES.—LA MAYOR CANTIDAD DE AGUA CAIDA EN UN AGUACERO.—LOS AÑOS LLUVIOSOS

«El Sol, escribía Luis Napoleón Bonaparte antes de su elevación al poder, absorbe los vapores de la Tierra para distribuirlos en seguida en estado de lluvia entre todos los sitios que necesitan agua para ser fecundados y producir. Cuando esta restitución se verifica con regularidad, la fertilidad es su consecuencia; pero cuando el cielo encolerizado devuelve particularmente en tempestades, trombas y tormentas los vapores absorbidos, entonces se destruyen los gérmenes de producción, resultando la esterilidad, porque da á los unos demasiado, y menos que suficiente á los otros. Sin embargo, cualquiera que haya sido la acción benéfica ó maléfica de la Atmósfera, al cabo del año siempre toma y devuelve la *misma cantidad de agua*. No hay más diferencia que en el *reparto*, que si es equitativo y regular, crea la abundancia, y si pródigo y parcial, la carestía.

»Una buena ó mala administración produce los mismos efectos. Si las sumas que contribuyen anualmente la generalidad de los ciudadanos se aplican á gastos improductivos, como por ejemplo, en crear destinos inútiles, en elevar monumentos estériles, en sostener, en medio de una paz profunda, un ejército más dispendioso que el que venció en Austerlitz, en este caso el impuesto es una abrumadora carga, aniqui-

la al país, toma sin restituir; pero si, por el contrario, se emplean dichos recursos en crear nuevos elementos de producción, en restablecer el equilibrio de las riquezas, en destruir la miseria fomentando y organizando el trabajo, en curar, en fin, los males que nuestra civilización trae consigo, entonces el impuesto es para los ciudadanos, como cierto ministro lo dijo un día en la tribuna, la mejor colocación que pueden dar á su dinero.» (*Extinción del pauperismo*, 1844, cap. I.)

Así se expresaba el candidato al trono de Francia cuando gemía cautivo en la fortaleza de Ham. Mientras esperamos que una república inteligente y fuerte venga á realizar tan hermoso sueño, tengamos siempre presente la sensata comparación que acabamos de reproducir, y apreciemos su realidad sin desviarnos del motivo que la ha inspirado.

En efecto, la lluvia derrama el bien y el mal, la fecundidad ó la esterilidad, la abundancia ó la miseria: corona dignamente el trabajo afanoso del labrador, ó le paga con ingratitud, defraudando sus más halagüeñas esperanzas.

La lluvia no tan solo alimenta los vegetales con la humedad que comunica al suelo, sino que les lleva consigo cierta cantidad de amoníaco del cual sacan el nitrógeno,

gas absolutamente necesario para su progreso; introduce en la tierra vegetal los detritus de los animales y de los vegetales que se consumen sin utilidad para el cultivo en los países donde no llueve; humedeciendo los abonos que el labrador extiende en sus tierras, facilita su absorción por las plantas, y es probable, en fin, que por la descomposición del agua que aspiran, adquieran los vegetales una gran parte de su hidrógeno.

El amoníaco tan volátil que existe constantemente en la Atmósfera va á parar á la tierra vegetal por el intermedio de las lluvias, y sobre todo por las tempestuosas que constituyen de por sí un poderoso abono. Un litro de agua de lluvia contiene por término medio 8 décimos de miligramo de amoníaco, cuatro veces y media más del que contiene el agua de río, y nueve más que la de manantial y de pozo. La facilidad que posee la tierra vegetal de fijar el amoníaco del agua que penetra en ella, explica la causa de que las aguas de manantial estén generalmente privadas de él. Por mínimas que sean esas cantidades de amoníaco, acaban sin embargo por ser considerables (1). Así es que el Rhin, por ejemplo, que arrastra en Lauterburgo 1,106 metros cúbicos de agua por segundo, por término medio, no acarrea menos de 17,000 kilogramos de amoníaco por día, es decir, más de seis millones anuales. La nieve contiene mucho más amoníaco que el agua de lluvia, porque al quedarse en la superficie del suelo absorbe todo el que se desprende de este; hallándose á veces en ella hasta 10 miligramos por litro, cuando ha permanecido algún tiempo sin derretirse. La niebla contiene proporciones mucho más considerables, pues M. Boussingault ha encontrado hasta 2 decigramos de carbonato amoniacal en un litro de agua procedente de una densa niebla odorífera.

(1) Valuando la cantidad de amoníaco en 136 milésimas del peso del aire, se calcula que pesando el aire que cubre cada hectárea de terreno 108,329,858 kilogramos, contiene 137,429 de amoníaco en disposición de pasar á la tierra.

Pero volviendo á la lluvia, conviene manifestar que los primeros momentos de los chubascos son los que comunican á la tierra más sales volátiles, como se adivina fácilmente puesto que lo sacan del aire; y por consiguiente, cuanto más dura la lluvia menos cantidad contiene proporcionalmente. Esta es la razón de que medio milímetro de altura de agua haya dado por término medio 2,94 miligramos de amoníaco; un milímetro, 1,37; cinco, 0,70; diez, 0,43, y veinte, 0,36 por milímetro.

Veamos ahora cuál es la marcha de las aguas pluviales en la superficie del suelo. Ó el terreno es permeable ó no lo es. En el primer caso, el agua penetra más ó menos profundamente, y empapa la tierra como una esponja. En el segundo, apenas penetra, no moja más que la superficie, y se desliza por los declives inundándolo todo á su paso. Sin embargo, los terrenos permeables no se empapan hasta una gran profundidad, porque una gran parte del agua caída en los ríos se evapora de nuevo, ó baja oblicuamente para correr por las pendientes. Se necesita más de un día de lluvia continua, dice M. Rozet, para mojar á 2 decímetros de profundidad la tierra labrantía cultivada de la Turena, y aun después de las mayores lluvias continuadas por espacio de muchos días, el suelo no está mojado más allá de un metro. Los depósitos subterráneos que inundan la tierra de conductos de agua parecidos á venas no proceden de las aguas pluviales que han atravesado el terreno, sino de las que, caídas en los peñascos, pasan á través de las hendiduras de las piedras sin ser absorbidas.

El sistema de las corrientes de agua es muy diferente, según que corran por terrenos permeables ó impermeables. El Sena y el Saona, por ejemplo, tienen un curso lento y tranquilo; sus aguas suben muy despacio y bajan con más lentitud, porque los terrenos de sus cuencas son permeables en casi toda su extensión. El Loira, por el contrario, es un río esencialmente torren-

cial en toda su parte superior donde los terrenos impermeables por su naturaleza ó por su posición predominan con mucho sobre los permeables. Toda la región noroeste de la Francia presenta una notable homogeneidad de clima; la cuenca del Sena en particular está sometida por completo á las mismas influencias atmosféricas por lo que se refiere á la lluvia. De aquí resulta que el nivel de todas las corrientes de agua sube

y baja en las mismas épocas, y que, según la expresión de M. Belgrand, se haya podido prever la crecida de un arroyo del Morvan por medio de observaciones hechas en otro de Normandía. El Loira, el Saona, el Mosa y el Sena crecen siempre al mismo tiempo durante la estación húmeda. Durante la calurosa, las lluvias son más locales, y las crecidas que producen en una cuenca pueden faltar enteramente en otra.

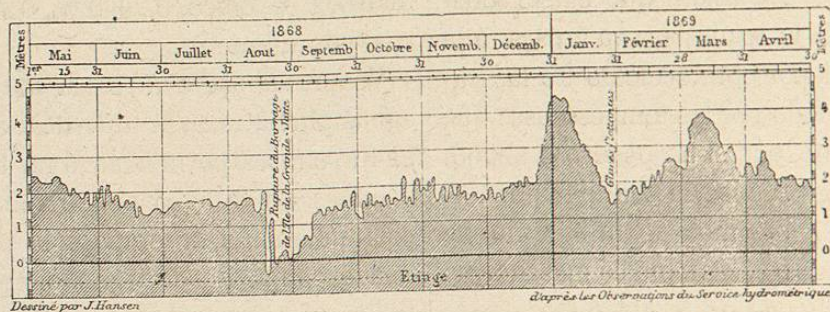


Fig. 183.—ALTIMA DEL SENA EN PARÍS (PUENTE REAL) DURANTE UN AÑO, DESDE EL 1.º DE MAYO DE 1868 AL 30 DE ABRIL DE 1869

(Las variaciones bruscas de nivel se deben á las esclusas del Yonne y del Sena)

Para medir la altura de las aguas se suelen colocar en los pilares de los puentes escalas métricas graduadas de abajo arriba. En Francia se marca el punto de partida ó cero de dichas escalas en el nivel señalado por las aguas en las épocas de las más grandes sequías conocidas, y á esto es á lo que se da el nombre de *etiage* (1) ó nivel de las aguas más bajas de verano. Este punto no se ha fijado aun con rigurosa exactitud, no siendo raro que en París, las aguas bajas descendieran algo más.

La altura media del Sena en París es de 1^m,24; altura que se eleva por término medio, en invierno, á 2^m,01, en la primavera á 1^m,51 y en el otoño á 0^m,83. Las aguas más bajas del Sena de un siglo á esta parte han sido las del 13 de setiembre de 1803: 23 centímetros por bajo del nivel ordinario. Las más altas lo fueron las de 1802; 7^m,45, y las de 1836; 6^m,40. Su volumen, por término medio, es de 250 metros cúbicos por segundo; en el mínimo de nivel, queda reducido

(1) Palabra que no tiene equivalente en español y que podría traducirse por *veraneo*. (N. del T.)

á 75; ha llegado á 1,400 en la mayor crecida conocida, la de 1615, á 8^m,4 de altura. Las inundaciones del Sena fueron bastante frecuentes en los siglos pasados; hoy son afortunadamente más raras, lo cual consiste en que el río está más cuidado que en otro tiempo y en que ha desaparecido la broza de que estaba lleno. Los puentes son más anchos, y así como antiguamente sus estrechos arcos formaban verdaderas vallas después de las heladas, hoy el deshielo se verifica sin peligros. A esta causa mecánica hay que añadir otra meteorológica, y es que en la actualidad el noroeste de la Francia es un poco más seco que en los siglos precedentes. Desde 1857 hasta 1866 el Sena ha descendido todos los años por debajo del mínimo del nivel marcado.

Las inundaciones no han tenido nunca otro origen sino las lluvias que se ponen en rápida circulación tan pronto como caen, ó el derretimiento de las nieves y de los hielos cuando son á la vez muy abundantes y repentinos. Como el agua que cae en la cuenca de un río tiene forzosamente que

correr con él hacia el mar, hace que se desborde cuando rebasa sus márgenes. Por ejemplo, la cuenca del Sena mide 44,000 kilómetros cuadrados de superficie y recibe anualmente 28,000 millones de metros cúbicos de lluvia: deduciendo el 50% por la evaporación, quedan 14,000 millones de metros cúbicos que renuevan todos los años las corrientes de dicha cuenca, y cuyo curso desproporcionado ocasiona las inundaciones.

Generalmente se cree que la masa de agua que cae en forma de lluvia cada año es insuficiente para alimentar las vastas corrientes de agua que nos ofrecen las diversas cuencas físicas que surcan el globo. Sabemos cuánta agua cae anualmente en muchas localidades; y teniendo en cuenta la extensión de la comarca así regada, resulta mucha más agua de la que se necesitara para alimentar los ríos. Por lo demás, la evaporación de los terrenos humedecidos debe devolver inmediatamente á la Atmósfera la mayor parte del agua que cae, y que por lo común penetra poco en la tierra cuando esta no es muy arenosa ó pedregosa. Así pues, esta masa de agua, cuyo peso matemático confunde la imaginación, va y viene siempre de la atmósfera á la tierra y vice-versa, cayendo sin cesar en forma de lluvia para volver á subir sin cesar en la de vapor, y continuando esta marcha indefinidamente.

Admitamos, y nos quedamos muy cortos, que el conjunto de las lluvias anuales en toda la superficie de la Tierra formara en torno del globo una capa de 50 centímetros de espesor, si las filtraciones por un lado y la evaporación por otro no desecaran el suelo á su vez después de cada lluvia: en este caso resultaría fácilmente, como volumen de dicha capa con el radio medio del globo igual á 6.362,200 metros, la cifra de 63.687,546.691,423, ó sea 175,000 millones de metros cúbicos por día, que la evaporación debe devolver á la Atmósfera; y dividiendo ahora dicha cantidad por 86,400

(número de segundos que tiene un día) tendríamos como cantidad media de agua reducida al estado de vapor, en cada segundo, por la acción calorífica del Sol, dos millones ciento veinte y cinco mil metros cúbicos, es decir, algo más de dos mil millones de litros de agua!

Las fuentes no son otra cosa sino aguas de lluvia filtradas en terrenos arenosos ó permeables, detenidas por capas impermeables de roca, creta ó arcilla, y por las cuales se deslizan hasta que encuentran en la pendiente una salida por donde brotan. Así es como las aguas de los pozos artesianos llegan á París, entre dos capas impermeables, desde los confines de la Champaña, ó sea desde muchos centenares de kilómetros. Se ha escrito mucho acerca de las fuentes que existen en las cumbres de ciertas colinas ó montañas, y especialmente sobre las tres ó cuatro pobres de agua que hay en el cerro de Montmartre. Después de bien calculado todo resulta que la cantidad de lluvia caída en aquella pequeña localidad según las indicaciones de los pluviómetros, es más que suficiente para alimentar aquellos escasos manantiales, y tanto allí como en otras partes no se sabe dónde va á parar el agua restante (1).

(1) Bernardo de Palissy había concebido la idea de formar manantiales artificiales idénticos á los de la naturaleza. Dos hectáreas en Francia, y especialmente en los alrededores de París, reciben casi 10,000 metros cúbicos de agua al año, la mitad de los cuales puede utilizarse para una fuente artificial, es decir, unos 5,000 metros cúbicos. Ahora bien, lo que los fontaneros llaman *pulgada de agua* es una fuente que bastaría muy bien para cubrir las necesidades de dos pueblos algo importantes. Una fuente que maneja *media pulgada* de agua da 3,650 metros cúbicos al año (á razón de 20 metros cúbicos por día y pulgada de agua), cantidad inferior á la de 5,000 metros cúbicos de agua de lluvia que se pueden utilizar con dos hectáreas, admitiendo la pérdida de una mitad. Se necesitarían, pues, menos de dos hectáreas preparadas, para obtener infaliblemente una fuente hermosa y útil.

A este efecto, dice M. Babinet, elijase un terreno de hectárea y media, cuyo suelo sea arenoso como el de los bosques que rodean á París, y que presente un ligero declive hacia un lado cualquiera para dar sa-

Las crecidas extraordinarias, los desbordamientos é inundaciones proceden del carácter de la lluvia en las diferentes regiones de la cuenca. Las lluvias pueden ser duraderas y abundantes, y no producir mas que una sola crecida: su distribucion la organiza. Si el Yonne, el Marne, el Aube, el Armançon, el Serein, el Cousin y el Loing reciben al mismo tiempo un exceso de lluvia y llevan simultáneamente al Sena, ya crecido de por sí, su contingente triplicado, el caudal del rio en París tendrá un aumento excepcional, aunque las crecidas de sus afluentes no tengan nada de excepcional consideradas separadamente. La mayor crecida del Sena en nuestro siglo ha sido la del invierno de 1801-1802 que empezó el 15 de octubre y terminó el 19 de enero, habiendo durado 96 dias. Lo mas notable de esta crecida fué que no se debió á ningun fenómeno meteorológico extraordinario, sino simplemente á la sucesion, á cortos intervalos, de las crecidas de los quince afluentes, las cuales se sucedieron en tres veces, y que, si se hubiesen verificado simultánea-

lida á las aguas. Abrase en toda su longitud y en lo mas alto una zanja de 1.50 á 2 metros de profundidad por otros dos de anchura. Apisónese el fondo de esta zanja y hágase impermeable empedrándolo, ó asfaltándolo, ó lo que es mas sencillo y menos costoso, extendiendo una capa de tierra gredosa, que es bastante comun en las inmediaciones de París. Al lado de esta zanja, hágase otra semejante cuya tierra se echará en la primera, y asi sucesivamente hasta que se haya hecho por decirlo así, todo el subsuelo del terreno impermeable para la lluvia. Plántese el todo de árboles frutales y sobre todo de árboles de poco tronco, que den sombra al terreno arenoso, y contengan las corrientes de aire que tendieran á reabsorber la lluvia; practíquese, en fin, en la parte mas baja del terreno una especie de muro ó contrafuerte de piedra con una salida en medio. Hecho esto, se tendrá infaliblemente una fuente tan hermosa como útil que manará sin intermitencia, y bastará para las necesidades de un pueblo entero ó de una vasta granja con todas sus dependencias.

Lo que el ingenioso académico proponia en 1855, lo realizó estos últimos años un hábil constructor en Sevres, donde he tenido ocasion de ver una bien dispuesta fuente artificial, preferible á las naturales por la preparacion de los terrenos, y que manaba segun se queria dando vueltas á un grifo.

mente, habrian hecho subir el Sena á 15 ó 20 metros, en vez de 7^m.45.

Si consideramos, valiéndonos de otro ejemplo, una crecida ocurrida en setiembre de 1866 en los afluentes del Sena y del Yonne, vemos que este enorme desbordamiento, que causó incalculables estragos en el valle del Loira, y fué mediano en París, lo produjo una lluvia torrencial de treinta horas en los parajes elevados de la cuenca del Sena; cayeron de 81 á 151 milímetros de agua en el alto Yonne, y solamente de 44 á 86 en la cuenca del Marne y del Sena, mas arriba de París.

Las grandes inundaciones de 1856, que aun se recuerdan con espanto y que sembraron la muerte y el estrago en las dos ricas é inmensas cuencas del Loira y del Ródano, se debieron á la abundancia de las lluvias que corrieron por terrenos impermeables. La marcha general del Ródano y el Saona difieren mucho. El nivel mensual del segundo, cuyo curso es lento, varia con las estaciones; baja desde 2^m.29 (enero) hasta 0^m.53 (agosto), al paso que el primero, rápido y constante, solo varia desde 1^m.44 (setiembre) hasta 0^m.85 (enero), época en que está mas bajo. Aun cuando alcanza su mayor altura en estío, sus desbordamientos ocurren con mas frecuencia de noviembre á mayo, á causa de la influencia del Saona. Es difícil oponer á estas inundaciones diques eficaces. El Loira, que en otro tiempo tenia 3,500 metros de anchura delante de Orleans, ha quedado reducido por sus diques á un lecho de 280; en Jargeau solamente mide 250 metros de anchura en el mismo sitio en que antiguamente se extendia lateralmente por un espacio de 7,000 metros; así es que en 1856 abrió 73 brechas á través de esas vallas: tan luego como la altura de la crecida pasa de 5 metros, las hendiduras son inevitables.

Las inundaciones del Ródano ocurren á fines de mayo. Una abundancia inusitada de lluvias caídas durante dicho mes, habia ocasionado hácia el 20 una crecida general en

toda la Francia, triste preludio de los desbordamientos que iban á inundar el mediodía y las riberas del Ródano y del Loira. El 31, se asemejaba el Ródano en Lion á un torrente impetuoso, habiendo quedado inundadas las partes bajas de la ciudad; el agua llegaba en ciertos puntos hasta los primeros pisos de las casas, á consecuencia de lo cual

se hundieron algunas. Las aguas invadieron en breve todo el cuartel de la Guillotiére; las Charpentes, Vaux, Villeurbane parecian destinadas á desaparecer totalmente. Por espacio de dos dias y dos noches se hundieron muchas casas, abandonando sus escombros á la impetuosidad de las olas. Cuando se rompió el dique todos los habitantes de

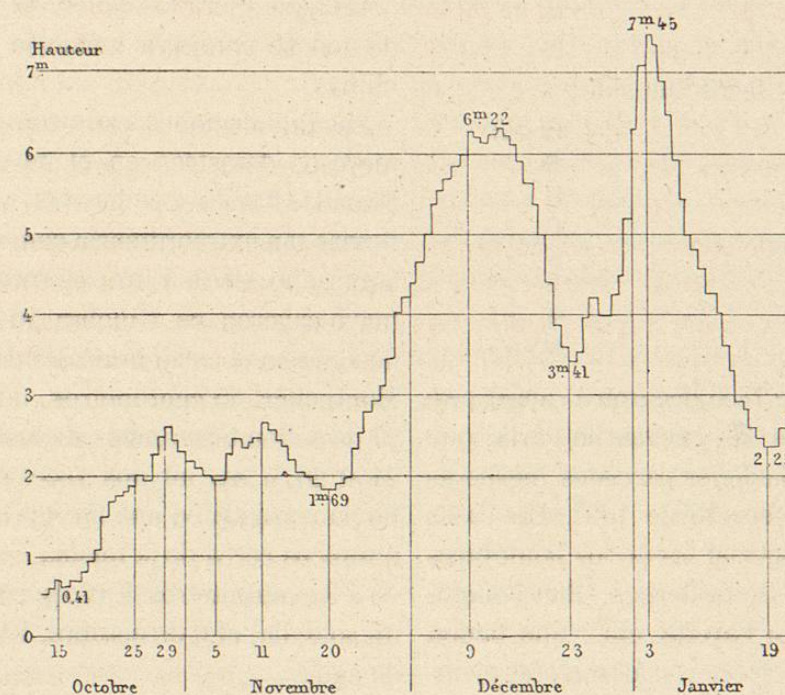


Fig. 184. — CURVA DE UNA GRAN CRECIDA DEL SENA. INVIERNO DE 1801-1802

la ciudad estaban entregados al sueño. La mayor parte de ellos fueron arrastrados por las aguas antes de que pudieran despertar, y á pesar de los auxilios organizados con la rapidez que exigian las circunstancias, no fué posible encontrar á muchos de aquellos desgraciados. La crecida del Ródano fué tal, que excedió en 1^m.50 á la de 1840, que tantos estragos habia causado.

Casas, sembrados, caminos, ferro-carri-les, todo quedó destruido en dos dias por tan espantosos desbordamientos. Las pérdidas materiales ocurridas tanto en el valle del Ródano como en el del Loira se calcularon en 200 millones de francos. Casi todos los rios y riachuelos del mediodía de la Francia engrosaron á causa de las lluvias torrenciales que no cesaron de caer por es-

pacio de muchos dias, pero ninguna crecida alcanzó las considerables proporciones del Ródano y sus afluentes.

En Colmar cayeron desde el 27 de abril á fines de mayo 19 centímetros de agua, ó sea el tercio de la que suele caer en un año. En Versailles, la lluvia del mes de mayo, que en 1853 habia sido de 55^{mm}, de 71 en 1854 y de 84 en 1855, llegó á 148. En 29 horas, la lluvia continua dió 60^{mm}.

Pocos dias antes de estas lluvias diluviales, se habia advertido que las masas de cirrus llegaban del S. O. con una velocidad inusitada de 100 kilómetros por hora; y al soplar el viento Norte, resultaron las lluvias fenomenales de que nos ocupamos.

Los años mas lluviosos de este siglo han sido los siguientes. Las cantidades de agua