

DUPLICADO

556.3/.5 (042)
MOR
LOW

ATENE0 DE GUADALAJARA. = SECCION CIEN TIFICA.

SESION DEL DIA 7 DE MAYO DE 1880.

CONSIDERACIONES

SOBRE LA

**IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGIA GENERAL
Y PARTICULAR DE ESPAÑA.**

DISCURSO

DEL S0CIO DE NÚMERO

DON FELIPE DE MORA.



R. 51.835

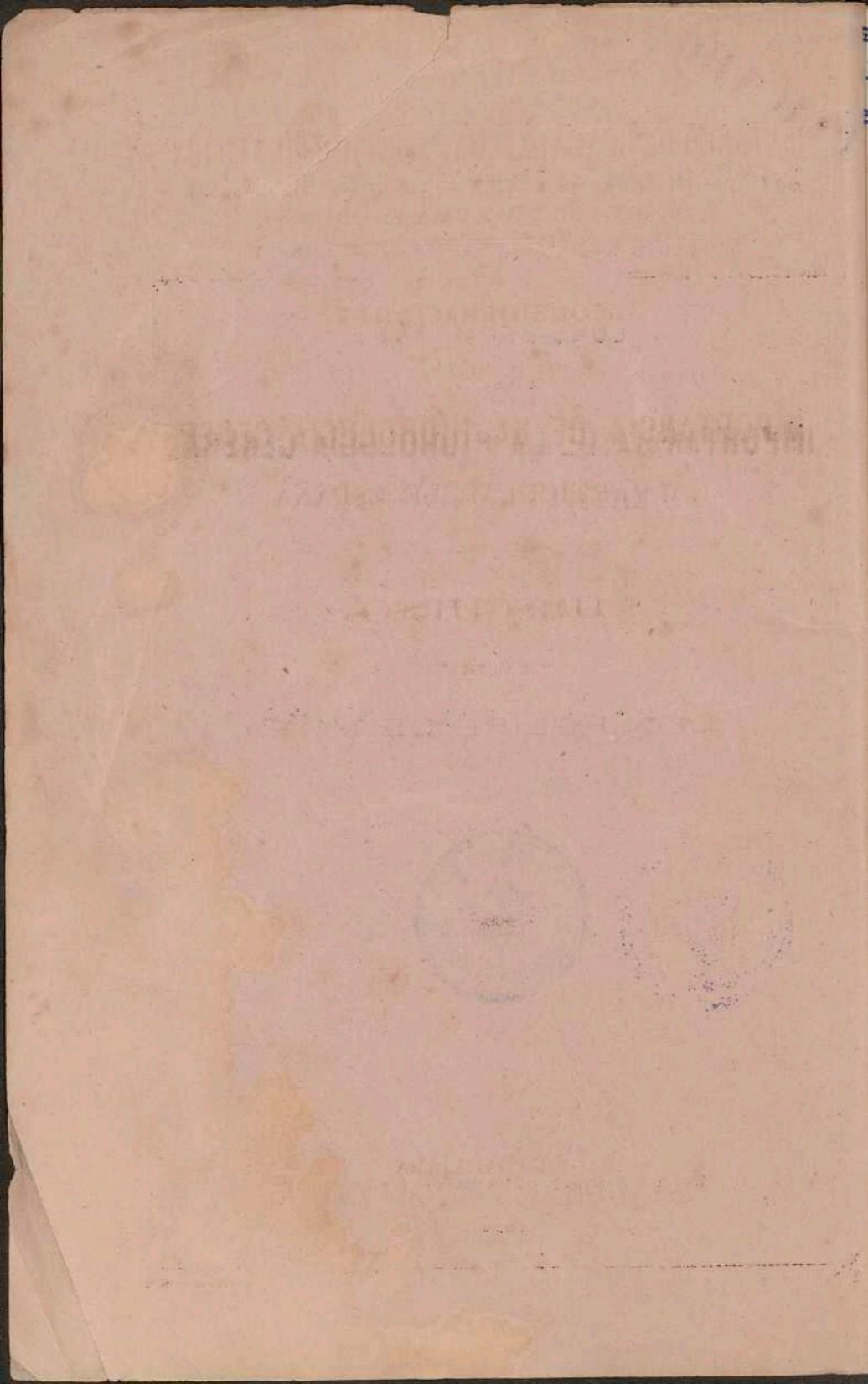
GUADALAJARA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO PROVINCIAL

1880.

30

41091440



ATENEO DE GUADALAJARA. = SECCION CIENTÍFICA.

SESION DEL DIA 7 DE MAYO DE 1880.

CONSIDERACIONES •

SOBRE LA

**IMPORTANCIA DE LA HIDROLOGÍA GENERAL
Y PARTICULAR DE ESPAÑA.**

DISCURSO

DEL SÓCIO DE NÚMERO

DON FELIPE DE MOÑA.



GUADALAJARA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO PROVINCIAL

1880.

Excmo. Sr. D. Felipe de Moña

THE HISTORY OF THE

... ..

CHAPTER I

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

SEÑORES:

Al tender la vista sobre el mapa-mundi ó globo terráqueo, desde luego se observa una marcada desproporción entre la superficie que recubre el Océano y la que ocupan los continentes, puesto que están en la razón de 276 á 100, ó próximamente la primera es las tres cuartas partes de la total del globo.

Los diferentes sondeos practicados en varios puntos del Océano y los estudios hechos acerca de la topografía submarina, hacen ver que su fondo presenta un relieve tan accidentado, ó más quizá, que el de las tierras emergidas: en él existen hondos y anchurosos valles, extensas mesetas y llanuras más ó ménos espaciosas, y líneas de cordilleras que le surcan en todas direcciones como las que atraviesan la tierra firme. Todo esto hace muy variable la profundidad, que oscila entre límites más distantes que las altitudes continentales. Así debe suceder precisamente, porque cubriendo las aguas la mayor parte de la superficie terrestre, y suponiéndola uniformemente accidentada, la rasante que determina su límite superior debe estar sobre la altitud media de estos accidentados.

Así tenemos que el Himalaya, que es la parte más elevada de la tierra, alcanzan sus agudos picos, cubiertos de nieves perpétuas, á unos 9.000 metros sobre el nivel del mar; mientras que segun las observaciones del capitán James Ross, hechas en las inmediaciones de la isla de Santa Elena, pasa de 13.000 metros la profundidad máxima de

ese gran valle submarino que forma el Atlántico y separa el antiguo continente del americano.

Apreciando la profundidad media de los mares en unos 3 kilómetros, resulta, según cálculo geométrico, un volumen de 1.125 millones de kilómetros cúbicos para la masa total de sus aguas.

Esta cifra no puede menos de admirarnos y sin embargo, señores, comparada con la que representa la masa total de nuestro planeta, es inapreciable; puesto que á cada cien partes corresponden 0,0042, ó sea en una un 24.000 avo. Así que, como ha dicho desde esta tribuna uno de nuestros consócios que se ocupó de asuntos geológicos, «si la masa total del Océano fuese absorbida uniformemente por la de la tierra, el análisis más delicado apenas podría hacer constar la presencia de aquel líquido.»

Mas no creais que á pesar de esta pequeña proporción desempeña el agua un papel secundario en la economía de la corteza terrestre. Todo lo contrario: precisamente ella es el elemento principal, el medium universal, sin el cual no podrían tener lugar todos los fenómenos, tanto orgánicos como inorgánicos, que á nuestra vista se desarrollan.

Y es que su acción está concentrada en una estrecha zona, que es precisamente la en que puede tener lugar la vida del hombre y de los seres organizados, y cuyos límites no puede traspasar.

En el interior del globo no puede penetrar, porque el calor central la rechaza hácia la superficie. A las altas regiones de la atmósfera no puede elevarse, porque la baja temperatura que allí reina, la condensa y hace volver también á la superficie. Pero las aguas no siempre han ocupado el lugar que hoy ocupan. Según la admitida teoría plutónica de la formación del globo, ellas debieron flotar en estado de vapor en la atmósfera, hasta que pasado el período cosmogónico, y que con la temperatura y presión convenientes, pudieran condensarse y venir á ocupar la par-

te más baja de la superficie, constituyendo así el Océano.

El Océano es, pues, desde entonces el receptáculo común de donde proceden y adonde afluyen todas las aguas que bajo diferentes manifestaciones forman el régimen hidrográfico de la superficie terrestre. De la masa del Océano proceden esas inmensas rocas de hielo que forman los dos casquetes que recubren las regiones polares; en ella tiene su origen esa inmensa cantidad de vapor que flota en la atmósfera y que constituye las nubes; de ella dimanan, en último término, todas las aguas continentales que bajo la forma de una complicada red de arroyos, torrentes y ríos, recorren todas las pendientes del terreno, llevando á todas partes el principal elemento de la vida. También tienen su origen en el Océano las corrientes subterráneas y los manantiales que, ya de aguas potables, ó trayendo en disolución las sustancias solubles que encuentran á su paso y provocando reacciones, ofrecen á la industria y á la medicina tan variado como importante venero de riqueza.

Importantísimo es por todos conceptos, el papel que en cada uno de estos diferentes estados desempeña este benéfico elemento en su constante é inmutable rotación.

Señalar, siquiera sea á grandes rasgos, la influencia mecánica de las aguas bajo el punto de vista geológico, y bosquejar la importancia industrial que tiene reservado el porvenir para las corrientes de agua, que impasibles vemos arrastrarse desde lo alto de las montañas hasta el Océano, es el tema de mi conferencia. Trato principalmente de hacer ver que la mecánica tiene su porvenir en la hidrografía, y que si los centros industriales y fabriles de nuestro siglo se asientan hoy en determinadas regiones favorecidos por la abundancia de las cuencas hulleras, dentro de un plazo más ó ménos lejano deben extenderse á otras comarcas, buscando apoyo en los inagotables veneros de fuerza que con tanta profusión ofrecen á cada paso las corrientes de agua continentales.

Entremos, pues, en materia: Así como el Océano, ya os lo he dicho, es el depósito de donde proceden todas las aguas terrestres, así también el sol es el origen de todas las fuerzas que presiden á los fenómenos físicos cuyo conjunto armónico constituye la animación de la superficie del globo.

La energía solar, desde millones de leguas de distancia, llega hasta nosotros bajo la forma de torrentes de calor y luz, y en sus relaciones con la materia terrestre se transforma obedeciendo siempre á la ley de la conservación de las fuerzas vivas. Ya la vemos obrando como afinidad química al determinar la descomposición del ácido carbónico y la asimilación del carbono por los vegetales; ya aparece bajo la forma de calor animal; ya la vemos manifestarse grandiosa en las corrientes del Océano y en las de la masa atmosférica; ya se anuncia imponente y magestuosa en el estampido del trueno y en el fulgor del rayo. Pero sigamos paso á paso las transformaciones de esta energía en sus relaciones con las aguas oceánicas. El calor del sol determina una evaporación más ó menos intensa en su superficie y las eleva á la atmósfera: Esta es una transformación de dicha energía en trabajo mecánico. Después, al condensarse los vapores bajo la forma de lluvia para formar los arroyos y ríos, en su regreso desde las regiones elevadas al mar que las recibe nuevamente, van desplegando ó desarrollando un trabajo mecánico equivalente al que se necesitó para elevarlas.

He aquí señores, en esta elevación del agua á la cumbre de las montañas y en el regreso al Océano, en esta rotación constante á través de los tiempos y de los siglos, resuelto por la naturaleza misma el problema del movimiento continuo, como tiene dicho con mucha oportunidad el sábio Echegaray censurando á los quiméricos que pretenden encontrar esta solución en la mecánica.

Es preciso fijarse en que en este fenómeno tan sencillo y tan natural, de la evaporación, se invierte una enorme

cantidad de energía. Segun el Doctor Halley, pasan de 5 millones de metros cúbicos el agua evaporada en 12 horas en la superficie del Mediterráneo. Figuraos que cifra representará la que se eleva de la zona Tórrida recubierta casi toda ella por las aguas marinas y sometida constantemente á una temperatura mucho más elevada.

Pero de estas enormes fuerzas, que muy bien pudieran apreciarse siquiera fuera aproximadamente, tan solo una pequeñísima fraccion le es dado al hombre utilizar, que es la del agua que cae sobre los continentes y solo desde que esto tiene lugar. Ocupémonos, pues, de éstas.

Los efectos mecánicos á que ha dado y da lugar la caída ó condensacion de las aguas sobre la tierra y sus consecuencias, son muy considerables y trascendentales.

Considerada el agua como factor geológico, viene desempeñando un gran papel desde los terrenos más antiguos.

En los primarios se le atribuye una gran influencia, interviniendo en la formacion de los granitos al estado de vapor y con la enorme presion, unas 250 atmósferas, que este estado debió ocasionar. Tambien se considera el agua como uno de los más poderosos agentes de las manifestaciones volcánicas. Pero es más apreciable su influencia en la formacion de todos los terrenos sedimentarios en que su intervencion es característica, ya obrando como agente químico, favoreciendo la descomposicion de otras rocas preexistentes, ya como mecánico, trasportándolo hasta formar los estratos que estudia la geología y que constituyen la sexta parte del espesor de la costra sólida del globo.

Vemos, pues, qué grande fué la influencia del agua en la preparacion, digámoslo así, del terreno para la vegetacion, y despues no fué menor favoreciendo ésta, desarrollando en los primeros períodos las gigantescas especies, que arrastrándolas y sepultándolas luego en las cuencas, habian de producir las cantidades de carbon mineral que hoy simbolizan las industrias modernas.

A la aparicion del reino vegetal se admite que debió seguir el reino animal, contribuyendo este agente á su desarrollo y sostenimiento tan poderosamente como todos sabeis.

Volviendo á mi principal objeto, considerando las aguas como agente mecánico, ellas arrastran al mar cantidades enormes de sustancias tomadas de los terrenos por donde corren, unas en estado de disolucion, otras en suspension. El Missisipi vierte anualmente al golfo de Méjico una masa de 208 millones de metros cúbicos; el Ganges vierte al Océano Indico 180 millones de metros cúbicos de tierras; el Danubio 2 millones de metros cúbicos; el Tajo arrastra ordinariamente 7 millones y medio de kilogramos por dia, y el Júcar 5 millones y medio.

Estas cifras expresan bien claramente la erosion causada por el agua en los continentes. Ellas pueden explicarnos los profundos desgastes que su accion incesante, prolongada á través de las edades geológicas, ha causado en todos los terrenos y la formacion de esos hondos cauces por donde corren, como prueba del axioma geológico, de que todo valle es obra del rio que le riega.

Estos mismos datos justifican tambien la idea de que esta accion erosiva, haciendo el papel de fuerza nivelatriz, llegaria á hacer desaparecer los continentes, si otras fuerzas no tendieran al mismo tiempo á desnivelarle; idea que algunos geólogos han exagerado más, admitiendo que cualquiera que hubiera sido la forma poliédrica de la tierra, dicha accion nivelante bastaria para reducirle á la de esferoide que hoy tiene. Así vemos que esta accion erosiva, tendiendo á borrar, digámoslo así, el relieve de la corteza terrestre, podria reducir los continentes hasta llegar á formar un Océano continuo, para lo cual no tendria que denudar y arrastrar á los mares toda la parte de los continentes, sino que desalojando cada unidad de volúmen de tierra, otra de agua, vendrian descendiendo estos y eleván-

dose aquel en razon inversa de sus superficies, hasta producir dicho efecto.

Si á esto podria oponerse las sublevaciones que se observan de algunos terrenos, vemos que hay tambien depresiones, y puede explicarse que estos efectos se compensen ó más bien predominen los segundos, dada la reduccion de volúmen que corresponde al enfriamiento del globo.

Es decir, señores, que, ó falta la energia solar, en cuyo caso la tierra se convertirá en una bola de hielo, ó continuando así llegará, aunque en un plazo muy largo, á ser toda la superficie un Océano. Así desde luego lo seria, si al descender las aguas sobre la corteza terrestre, esta no hubiera sufrido las infinitas oscilaciones que han dado lugar á estas asperezas, que las mismas aguas parece están encargadas de hacer desaparecer.

Tambien podria darse el caso que á causa del enfriamiento de la masa central el agua toda fuese absorbida por la tierra.

Pero todo esto tiene marcado un plazo tan lejano, que estas consideraciones no deben inquietarnos, pues ya sea el enfriamiento, ya estas causas, ya todas reunidas, ó cualquiera otra la llamada á poner término al orden de cosas actual, esto no puede ni debe causarnos el mismo terror que la apreciacion del breve plazo de nuestra existencia individual, y sin embargo, lo miramos impasibles, por más que en muchos casos sea resignados más bien que conformes.

Pero basta de digresiones: tampoco me detendré en explicaros el mecanismo de la formacion de los terrenos y el papel que en esto ha desempeñado el agua, así como en la economía vegetal y animal, porque esto no podria ser objeto de una conferencia.

Voy, pues, á ocuparme de las corrientes continentales bajo el punto de vista industrial.

El agua, que trasformada en vapor se eleva á la atmós-



fera y es condensada sobre los continentes, desciende en forma de lluvia y observamos, que una parte se evapora y vuelve nuevamente á la atmósfera; otra se filtra á través de los terrenos permeables para aparecer bajo la forma de fuentes de agua potable ó mineral, segun sea insoluble ó soluble el terreno que atraviesa; otra en fin, se reúne en las depresiones del suelo para formar los arroyos y rios que la conducen al depósito comun, al Océano. Estas últimas son las que se aprovechan bajo el punto de vista mecánico, dependiendo sus condiciones de la mayor ó menor frecuencia y abundancia de las lluvias, del número y caudal de los manantiales y de las zonas más ó ménos extensas de nieves perpétuas, que son las que más normalizan los manantiales y las corrientes.

En general, la cantidad de agua y trabajo mecánico de cada rio depende de dos factores: la extension de su cuenca y su topografía ó perfil longitudinal.

Segun esto, si consideramos nuestra península, cuya extension superficial es de 586.459 kilómetros cuadrados en que la lluvia anual está representada término medio por una altura de 0,60 metros, tendremos una cantidad equivalente á 11.000 metros cúbicos ó toneladas por cada segundo de tiempo.

Suponiendo que de esta cantidad solo una décima parte llega al Océano por los cauces ordinarios, lo mismo que como minimum se ha deducido en la cuenca del Sena en Francia, y admitiendo que la altura media de la península sea para estos efectos de unos 300 metros sobre el nivel del mar, las corrientes que las surcan representan un trabajo continuo en kilográmetros de más de 333 millones, ó sean más de 3 millones de caballos de vapor efectivos.

Estos datos están comprobados en cierto modo por el resultado de los aforos hechos en los principales rios de la península, cuyas cuencas hidrográficas comprenden la mayor parte de su superficie, y son el Miño, el Duero, Tajo,

Guadiana y Guadalquivir, que desembocan al Atlántico; y el Segura, Júcar y el Ebro, que vierten al Mediterráneo.

Segun datos que he tomado del tratado de aguas y riegos del Ingeniero de montes Sr. Llaudará, en que si bien los aforos oscilan entre limites muy distantes y necesaria conocerse tambien la duracion anual de cada uno de estos, resulta que por término medio vierten al mar entre todos, unos 750 metros cúbicos por segundo, habiendo además otros muchos rios de menor importancia que pueden representar la diferencia 360 metros entre uno y otro resultado.

Esta fuerza de las corrientes, deducida para esta península, podria dar la base de averiguar la representada por toda la parte sólida del globo, á la que habria que aumentar la producida por las mareas del Océano, cuyo valor será mayor en absoluto, dadas las oscilaciones diarias que ponen en movimiento cantidades enormes del liquido, pero su aplicacion es, y podrá siempre ser muy limitada, por lo que no entro en más consideraciones.

Ahora bien, ya se yo que es una utopia pretender hacer utilizable todo este trabajo de nuestras corrientes, pero por pequeña que sea la parte alicuota que se halle en estas condiciones, siempre me concedereis una cantidad que representará un valor muy respetable bajo el punto de vista mecánico.

Y observad que esto representa un capital de fuerza constante é inagotable que subsistirá mientras subsistan las condiciones actuales del globo, ó sea mientras el hombre pueda permanecer sobre la tierra por lo ménos.

Ved, pues, si todo éste capital de fuerza podria servir de base para todas las industrias de una nacion.

Pero para formarse idea de su magnitud, preciso es referirse á casos prácticos.

En Francia se calcula que el trabajo necesario para la molienda del trigo consumido en toda la nacion, representa

unos 3.000 caballos de vapor, (próximamente lo que harían 9.000 pares de mulas de labor).

Si suponemos que suceda otro tanto entre España y Portugal, y además se tiene en cuenta la excasa aplicacion que se hace de este motor fuera de este objeto, se comprenderá el vasto campo que queda á las industrias para utilizar esos veneros de fuerza que por todas partes nos ofrece la naturaleza.

Y no se crea que la instalacion de receptores pudiera ser un obstáculo, bastando citar algun ejemplo en comprobacion de lo contrario.

Las lagunas de Ruidera, en la provincia de Ciudad-Real, en número de 17, ofrecen un caudal de agua de 2 metros cúbicos por segundo y un salto de 128 metros, lo que dá una fuerza útil de unos 3.000 caballos. De esto apenas se utilizarán 20 ó 30 en las necesidades de la localidad, de esas más indispensables. En este caso, es posible que los gastos de instalacion y entretenimiento representasen menos que para el mismo trabajo hecho con vapor, habiendo la diferencia en favor del agua de unos 3.000 reales anuales que representa el combustible por cada caballo en el interior de la Península, y es lo más económico que despues del agua podria emplearse.

Otro ejemplo que todos conocemos: el canal del Henares de la compañía Ibérica de Riegos, que pasa por nuestro término, cuenta unos 15 años de existencia, sin que se hayan utilizado los saltos de que dispone, que representarán unos 30 metros y podrian dar á razon de 1.000 caballos en invierno y 600 en verano, con la dotacion de 5 y 3 metros de agua por segundo, que respectivamente tiene asignada en cada época.

Es verdad que el principal objeto de esta obra es para atender á los riegos de la vega; pero la mitad ó el tercio del trabajo señalado es compatible con este servicio y con la sequía del rio, de que se lamenta la Empresa.

Y cuando estos, como otra infinidad de casos, que citaría si no temiera molestaros, están sin aplicacion entre nosotros, naciones como Inglaterra están surtiendo al mundo con sus manufacturas, hasta el punto de tener establecidas en la actualidad, segun estadísticas que he consultado, un número de máquinas de vapor cuya fuerza representa la de 34 millones de hombres, ó sea de 3 millones y medio de caballos de vapor.

Pero este extraordinario desarrollo de la industria británica es transitorio; y aquí entra como necesaria la comparacion entre estos dos medios dinámicos.

La aplicacion del carbon tiene necesariamente una duracion limitada. En nuestro siglo se ha inaugurado su aprovechamiento y ya se vislumbra en el horizonte industrial la crisis que producirá el agotamiento de las hulleras; y esta crisis es inminente, porque el contenido de las capas de carbon no es indefinido, la explotacion se dificulta cada vez y el consumo es progresivo.

Se ha calculado que la cantidad de carbon mineral reconocida en todo el mundo representa un volúmen como de 0,05 metros sobre la corteza del globo, cantidad que responderia por muchísimos años á su progresivo consumo, pero siempre tendrá el carácter de un depósito; mientras que las corrientes de agua son constantes y no exigen de dia en dia mayores gastos para su aprovechamiento como las minas de carbon.

Además, no seria difícil demostrar que se está haciendo una explotacion codiciosa de este artículo, indispensable para ciertas aplicaciones y que llegará un dia que no pueda sustituirse, como por ejemplo en la Marina, mientras que hoy se abusa de su empleo, pudiendo reemplazarle en gran parte.

De todos modos, yo confio en que á este periodo que realmente podemos llamar termo-dinámico, sucederá el que diremos hidro-dinámico. Me objetareis que este ofrece in-

convenientes, y que los establecimientos industriales tendrían que estar localizados en determinadas comarcas, pero yo á mi vez os diré que los descubrimientos modernos de las ciencias físicas nos hacen concebir la esperanza de salvar estos obstáculos. Si ahora bajo la forma de unas cuantas toneladas de carbon puede trasportarse la energía potencial mecánica desde el fondo de las hulleras de Cardiff á las playas de la Nueva Zelanda, la física moderna nos dará pronto el medio de transmitir sencilla y rápidamente, como hoy se expiden los telégramas, la energía potencial que representa el salto de una catarata ó de un torrente que se despeña en el interior de la zona más incomunicada.

Es un hecho ya científico y mañana lo será industrial, la trasformacion equivalente por equivalente del trabajo mecánico en calor, en electricidad y viceversa. Pues bien, si se recoge esta energía en un receptor y es trasformable en corriente eléctrica, podrá trasmitirse bajo esta forma á los puntos convenientes para revertirla otra vez á su forma primitiva de fuerza mecánica.

De todas maneras, hoy vemos una aplicacion industrial en el aire comprimido empleado en las locomotivas, y esto podria ser tambien otro medio de trasportar á grandes distancias la fuerza almacenada ó recogida en determinados sitios en donde puedan aprovecharse estas fuerzas naturales de las corrientes.

Segun esto mismo, otra de las aplicaciones podria ser el establecimiento de motores hidráulicos que almacenasen la fuerza bajo esta forma de aire comprimido para alimentar las locomotoras de las vías férreas dispuestas al efecto, á la manera que las de hoy toman el agua para producir el vapor. Para esto se cuenta con la inapreciable circunstancia de que las vías férreas siguen generalmente las cuencas de los rios donde puede tener lugar este aprovechamiento.

Por último, la canalizacion de los rios y los canales

ofrecen tambien un medio de locomocion y de transporte, acaso el más económico, y si ingenioso es una locomotora y una línea férrea, no lo sería ménos un canal en que pudieran navegar barcos de cierta importancia movidos con el aire comprimido, como si dijéramos pequeños vapores, salvando los saltos cualesquiera que fueran mediante el empleo de esclusas, utilizándose además estos saltos del agua para producir la fuerza que los barcos hubieran de emplear de una á otra de estas estaciones, que á la vez podrian ser grandes centros industriales.

Tales son, en general, mis esperanzas, y particularmente en vista de los progresos realizados en estos últimos tiempos sobre la trasformacion de las fuerzas físicas, especialmente sobre esa misteriosa, conocida con el nombre de electricidad, y sobre la cual está fundado el porvenir de la mecánica industrial.

Si á esto se agrega los beneficios que el establecimiento de los canales producen á la agricultura y á las industrias en general, compatible con el empleo del agua en muy grande escala como motor, se tendrá el fundamento con que yo proclamo la importancia de la hidrología.

HE DICHO.



