

## CAPITULO VII

De los motores y de su aplicacion á varias máquinas,  
segun los principios establecidos.

### I. Consideraciones generales sobre los motores.

211. DEFINICION. — Ya se ha dicho antes, y nadie lo ignora tampoco, que una máquina no puede hacer trabajo alguno si una potencia cualquiera no la imprime su movimiento. Pues bien, esta potencia se llama comunmente *motor*.

212. DIVERSAS ESPECIES DE MOTORES. — Los hombres, los animales, el viento, el agua, el vapor, el gas, la electricidad, los resortes de los relojes, y la gravedad de los cuerpos pesados, componen la série de los motores conocidos. Mas todos ellos no tienen la misma importancia; así es que considerados bajo el punto de vista industrial, todos los referidos motores quedan realmente reducidos á los cuatro principales, á saber :

1.º *Los motores animados*. Estos son las fuerzas que

despliegan los hombres y animales para imprimir el movimiento á ciertas máquinas.

2.º Los rios y otras corrientes de agua sirven de motores á numerosas máquinas hidráulicas, como las de hilados, herrerías, molinos, etc., etc.

3.º El aire, llamado vulgarmente viento, se emplea como motor en los molinos de viento, en la navegacion y en otras muchas máquinas.

4.º El vapor ó la fuerza elástica que el calor comunica generalmente al agua y á todos los líquidos que se volatilizan con facilidad, nos da un motor preciosísimo cuyo uso y aplicacion se extiende todos los dias de una manera prodigiosa.

213. OBSERVACION. — Todas las máquinas no son susceptibles de todos los motores sin distincion, ni estos pueden ejercer su accion, hablando de una manera general, sino con el auxilio de una máquina especial que los desarrolle y transmita á los respectivos mecanismos que deben ejecutar el trabajo que á cada uno incumbe.

Esta máquina, que se llama *máquina motora*, es de dos especies; *hidráulica* y *de vapor*.

214. DOBLE ESTUDIO DE UN MOTOR. — Debe examinarse primeramente en sí mismo, esto es, sin pensar en los medios de utilizarlo : de este modo será fácil calcular la cantidad de trabajo que puede hacer en un tiempo dado, bajo el supuesto de que dicho trabajo no deberá exceder jamas de sus lí-

mites, cualquiera que sea la máquina á que se aplicará.

Esto no quiere decir que separemos absolutamente el motor de su *máquina motora*, porque generalmente se evidencia prácticamente la cantidad de trabajo de aquel con ayuda de esta. Empero, esta operacion debe practicarse únicamente despues del primer estudio del motor en sí, así para comprobar el cálculo, como para apreciar el perfeccionamiento de la máquina, y la suma mas ó menos grande de potencia que necesita para funcionar con regularidad.

215. MANERA DE PROCEDER AL ESTUDIO DE UN MOTOR. — Este se hará examinando cómo puede ejercer su accion, qué fuerza puede desplegar á ciertos tiempos dados, á cada instante, qué espacio recorre el punto de aplicacion de esta fuerza, siguiendo su misma direccion.

Tratándose de un motor animado, de un hombre por ejemplo, se reconocerá que su potencia es bastante variable, pues será mas ó menos grande, segun que el hombre se valga ó de su propio peso, ó de las manos, ó de los piés, que tirará ó impleirá, ó que ejercerá su fuerza vertical ú horizontalmente.

Tratándose de un despeñadero de agua, se examinará la elevacion de la caída y la cantidad de agua que suministra en cada hora. De este modo se obtendrá la medida de su potencia, la cual será

siempre invariable ó enteramente determinada, lo que no sucede con la potencia del hombre.

Empero, en todos los casos basta, para obtener los diversos resultados que se buscan, con que se pongan en práctica los medios conocidos; es decir, que se evalúen las fuerzas que produzcan los motores durante su accion con el auxilio de un dinamómetro, determinando la magnitud del espacio recorrido por el punto de aplicacion de cada una de ellas siguiendo su direccion, ora sea midiéndola directamente, ora recurriendo á otros medios fáciles de imaginar, una vez impuesto de los principios contenidos en este MANUAL.

## II. De los motores animados.

216. MOTORES HUMANO Y ANIMADO. — Quedan consignadas las diversas maneras que tiene el hombre de emplear su fuerza; empero, es necesario además que no se eche en olvido, al resolver el problema, que el hombre se cansa trabajando, y que si se le exige mas trabajo del que buenamente puede hacer, se le imposibilitará en términos de que no pueda continuar su obra el dia siguiente.

Aun mas, la fuerza del hombre, segun queda dicho, varía en proporcion de la facilidad con que la despliega. Así, cuando se le ocupa en levantar peso del suelo con sus brazos, se ha hecho la ex-

periencia de que, por término medio, solo puede levantar 130 kilogramos; muchas veces llega á 200 kilogramos y muy rara y difícilmente á 300 kil. Mas, la fuerza del hombre no es, en muchos casos, mas que un elemento del trabajo que puede realizar, y para determinarlo hay necesidad de examinar el camino que esta fuerza hace recorrer al punto donde la aplica.

217. OBSERVACION. — Un hombre no debe emplear toda su fuerza cuando se ocupa en un trabajo continuo: solamente debe desplegar, á cada instante, una porcion del esfuerzo máximo que puede hacer.

Por consiguiente, la experiencia únicamente puede darnos la medida de la fuerza que el hombre es capaz de desarrollar, y la velocidad con que su punto de aplicacion debe moverse para efectuar la mayor suma de trabajo que puede hacer en un dia.

218. DIVERSAS EXPERIENCIAS DEL TRABAJO HECHO POR LA FUERZA DE UN HOMBRE. — En las mazas, ó *sonnettes* para clavar maderos en la raja de los rios, y aun en ciertos cimientos de algunos edificios, se necesita desplegar una fuerza considerable, porque es necesario ejercer una presion sumamente considerable sobre la cabeza de las estacas, maderos ó vigas, á fin de vencer la resistencia que les opone el terreno. Al efecto se valen de la máquina repre-

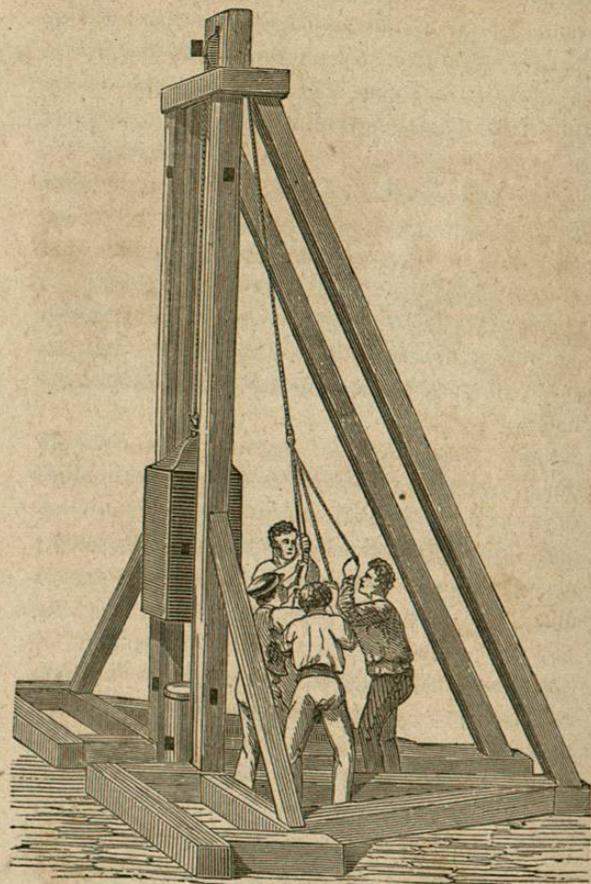


Fig. 72.

sentada con la figura 72. Una maza de hierro colado *A*, llamada moton, pende de un extremo de la cuerda que pasa por la polea *O* y baja terminada por tantos cabos cuantos sean los hombres que se ocupan en hacerla funcionar. Estos hombres tiran á la vez de sus respectivas cuerdas y elevan el moton á cierta altura, y lo dejan caer sin abandonar por esto la cuerda. En el ascenso ó descenso el mazo realiza su movimiento entre los dos cuarterones verticales *C, C*, los cuales tienen una abertura ó especie de canal donde entran las orejas del moton á fin de que no varíe de direccion y caiga de plomo sobre la estaca *D*, si como es de suponer se ha colocado perfectamente entre los expresados cuarterones; por fin la estaca ó viga tiene un círculo de hierro para evitar que se hienda y despedace bajo la accion de continuados golpes.

Ahora bien; en la precedente operacion, se ha calculado que cada hombre que tira de la cuerda levanta veinte kilogramos del peso de la maza á un metro de altura; que dan veinte golpes por minuto y sesenta ú ochenta seguidos, y que concluido este número de golpes, tienen necesidad de descansar tanto tiempo como el consumido en el trabajo indicado.

219. PERFECCIONAMIENTO DE LA PRECEDENTE MÁQUINA. — Los accidentes que ocasiona la expresada máquina á los jornaleros empleados en ella, pues si alguno no dejase de tirar de su cuerda en

el mismo instante que los demás sería arrastrado, lanzado y aplastado, han obligado á sustituirla con la llamada de *declive* que representa la figura 73: en esta máquina se reemplazan las cuerdas por medio de un torno. En esta dos hombres dan vueltas á las cigüeñuelas *PE* que comunican el movimiento al eje *C*, el cual tiene un piñon que se encaja con la rueda fija al torno. Una vez levantado el moton (que puede subir hasta tocar con la vértice del mecanismo) se le deja descender, deslizando el expresado eje en direccion de su longitud, de manera que el piñon se coloque al lado de la rueda dentada, cesando toda comunicacion con ella. Acto continuo suelto el mazo, se precipita siguiendo el camino que le está trazado, y cae con toda su gravedad sobre la estaca que se quiere clavar: en su descenso el cuerpo hace dar vueltas á la rueda y cigüeñuelas, en sentido inverso y con increíble celeridad.

La rapidez de la caída gastaria luego la cuerda, y para obviar este inconveniente y el deterioro del torno, se le suelta el moton en el punto de elevacion que se le ha dado, empleando al efecto un mecanismo sencillo y eficaz que no explicamos porque se ve todos los dias.

Para deslizar el eje *C* é incomunicar el piñon con la rueda dentada, se levanta el resorte en forma de orquilla *MC* que se mueve horizontalmente por el punto *E*, cuyos dientes entran en las carcellas practicadas al efecto en ambos lados del ár-

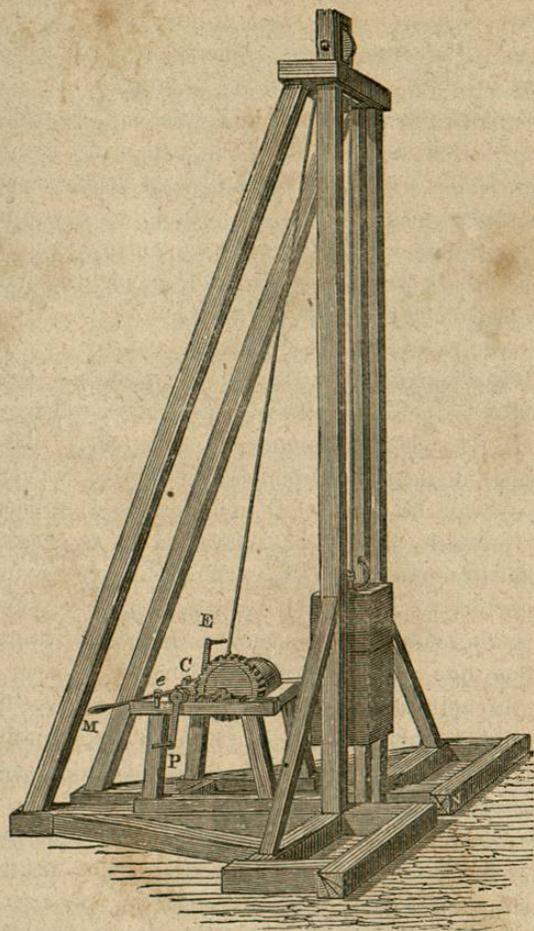


Fig. 73.

bol C. Así, tan luego como se desencajan los dientes del resorte, el eje cambia de lugar en sentido contrario, pero el piñon no pierde su movimiento mientras dura la fuerza motora en accion.

El motor, pues, de esta máquina, perfeccionada con la adición del torno, es animado, es del hombre como en la precedente; y sin embargo, el mismo jornalero hace en el mismo tiempo, según la experiencia acreditada constantemente, casi el doble trabajo que hacia tirando de la cuerda, como queda dicho en el párrafo 218.

220. MÁXIMUM DEL TRABAJO DEL HOMBRE. — Generalmente se observa que el hombre trabaja y produce mas fuerza motora en un dia, cuando descansa de tiempo en tiempo, que cuando se afana y no cesa de trabajar de una manera continua.

Por otra parte, la sola elevacion de su cuerpo mientras que sube una escalera ó una pendiente produce cierta cantidad de trabajo, que se evalúa por lo comun multiplicando su peso por la altura total que haya recorrido siguiendo la vertical: esta cantidad de trabajo es mucho mayor que la que hace subiendo cargado y bajando vacío, puesto que en la evaluacion del resultado debe comprenderse siempre la elevacion de su cuerpo.

Así es mucho mas ventajoso de hacer consistir el trabajo del hombre en la sencilla elevacion de su cuerpo, siempre que esta elevacion pueda servir á la produccion de los efectos que se buscan,

y en su virtud tal es el medio escogitado en los casos en que hay necesidad de elevar tierra y otros objetos de un nivel á otro. Con este fin se ha imaginado la máquina que representa la figura 74. Compónese de una polea de gran diámetro por cuya canal pasa la cuerda que suspende un plato de crecidas dimensiones, semejante á los de una balanza, en cada uno de sus cabos. La longitud de la cuerda debe ser proporcionada á la distancia de una superficie á otra, de manera que uno de dichos platos esté al nivel del suelo superior cuando el otro se halle al nivel del suelo inferior. En esta disposicion se carga un *carreton* lleno de tierra sobre el plato que se halla en la superficie del suelo inferior, y al mismo tiempo un jornalero se sienta sobre el *carreton* vacío puesto sobre el plato del otro extremo de la cuerda. Si el hombre pesa mas que la tierra que trata de levantar, inmediatamente desciende mientras que á la vez sube el peso opuesto. Hecho esto, el jornalero descendido sustituye en su lugar otra carga de tierra, y la elevada antes se reemplaza con otro *carreton* vacío sobre el cual se sienta otro jornalero; acto continuo, la máquina vuelve á ponerse en movimiento. En suma, esta operacion, repetida durante el dia, da resultados admirables. Finalmente, para aumentar ó disminuir el movimiento, según el caso lo requiera, otro obrero puesto en lo alto del mecanismo apoya y favorece el ascenso.

Por este medio, pues, se ha reconocido que ma-

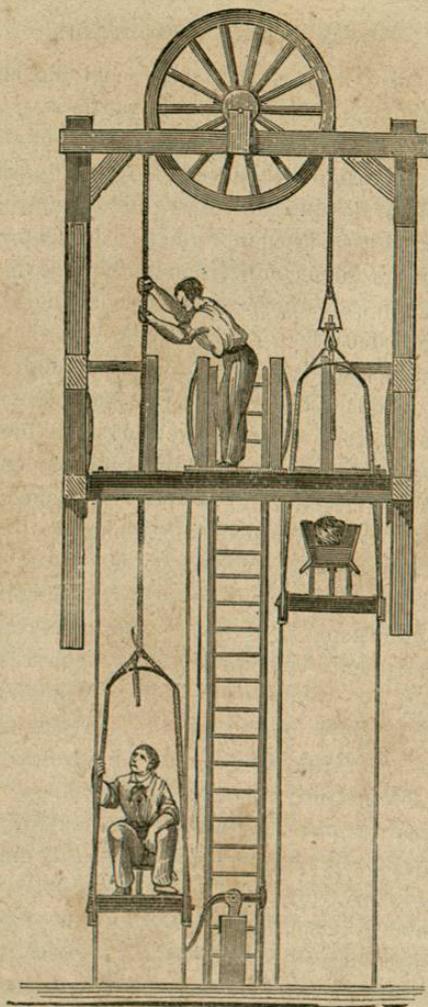


Fig. 74.

niobrando de esta manera y trabajando 8 horas por día un hombre produce un trabajo de 280,000 kil. El mismo hombre, moviendo unas cigüeñelas, no producirá en el expresado tiempo mas que 172,000 kil., y tirando de la cuerda para levantar un moton y clavar estacas ó vigas en los rios, etc., apenas llegaria á producir 100,000 kil. de trabajo. En vista de la diferencia de los tres resultados comparados, es sin duda ventajoso de ocupar al hombre en esta especie de trabajos siempre que las circunstancias lo permitan.

221. EL BUEY Y EL BURRO COMO MOTORES. — El primer animal tirando de una carreta, etc., ejerce una fuerza de traccion casi igual á la que ejerce el caballo; empero, porrazon de la lentitud de su marcha, apenas produce la mitad del trabajo. Uncido á una noria ú otro mecanismo semejante, realiza casi tanto trabajo como el caballo.

El burro puede efectuar la cuarta parte del trabajo del caballo, y la mitad en ciertos casos.

222. EL CABALLO EMPLEADO COMO MOTOR. — Las observaciones generales relativas al trabajo del hombre pueden aplicarse al que realiza un caballo. El esfuerzo máximo de este en el tiro de un caruaje se eleva por término medio á 400 kil., pero arastrará mucho menos trabajando continuamente. Un buen caballo carretero que trabaja seis dias por semana y que recorre veinte y ocho kilómetros

16.

por día, con la velocidad de tres por hora, ejerce una fuerza de tracción de cincuenta kilogramos; por consiguiente, el trabajo que desarrolla en un día asciende á 1,400,000 kilog.

El mismo caballo empleado á dar vueltas á una máquina como noria, taona, etc., produce mucho menos trabajo que tirando de un carro y se fatiga mas. Así para que marche con mayor libertad en estas vueltas, es necesario que la circunferencia que describen tenga unos trece metros de diámetro. Mas comparando la cantidad de trabajo que el caballo hace de este modo, con la que produce el hombre dando vueltas á unas cigüeñuelas, se ve que el trabajo de un caballo equivale al de siete hombres.

Finalmente, el trabajo realizado por un caballo moviendo una de las máquinas antes expresadas, durante un segundo, no excede de 42 kil., y bajo de este punto de vista pudiera afirmarse que la fuerza de un caballo es inferior á la del caballo dinámico ó de vapor, puesto que con este nombre damos á entender una fuerza capaz de darnos 75 kilogramos de trabajo por segundo.

223. DEFINICION DE UN CABALLO DE VAPOR.— Hablando de máquinas de vapor oímos decir, esta ó aquellas son de uno, de cuatro, de seis, de ocho caballos de vapor. Pues bien; dícese que una máquina tiene la fuerza de un caballo, cuando puede levantar en un segundo 75 kilogramos á un

metro de elevacion. Por consiguiente, será de cuatro si en el expresado tiempo levanta á la misma altura 300 kilogramos, de seis si levanta 450 y de ocho si eleva 600 kil.

Véase ahora si guarda proporcion la comparacion que puede hacerse de la fuerza de un caballo con la llamada de un *caballo de vapor*.

En suma, la palabra *vapor* añadida á la de *caballo* para precisar su significacion, emana de que esta unidad ha servido para evaluar la fuerza de una máquina de vapor. Muchas veces se reemplaza con la expresion de *caballo dinámico* la de caballo de vapor, pues ambos tienen el mismo significado.

### III. Uso del agua para motor.

224. CAUSA DEL MOVIMIENTO DEL AGUA. — En el párrafo 212, hablando de los motores, hemos designado los rios ó el agua como uno de los mas útiles á la industria humana. Ahora bien, el movimiento del agua dimana de la accion de su peso específico, ó de su propia gravedad. Las moléculas en su corriente se abajan en cierta proporcion dando así lugar á la produccion de una suma de trabajo motor que puede obtenerse multiplicando el peso de las moléculas por la desigualdad ó diferencia de las extremidades de los espacios recorridos. Este trabajo tan importante se perdiera, si el ingenio hu-

mano no hubiera estudiado los medios de utilizarlo.

225. CAIDA Ó DESPEÑADERO DE AGUA. — Para utilizar la accion del agua como fuerza motriz, se levanta el nivel de su cauce oponiéndose á su paso de manera que el agua se eleve y caiga en seguida ejerciendo toda su influencia. Cuando el agua no es caudalosa se la reúne en un depósito á cierta altura, y se la deja la salida por un conducto proporcional á la cantidad reunida, de tal suerte que todo su empuje venga á dar en la rueda que debe poner en movimiento, el cual se comunica en seguida á toda la máquina, como lo vemos en ciertos molinos y herrerías. En el primer caso, la cantidad de agua que se obtenga en un tiempo dado será igual á la que pasaba en el mismo tiempo al traves de una seccion transversal del rio, antes de levantar el nivel; empero, esta misma agua, pasando de su nivel superior al inferior, caerá de una altura igual á la diferencia que exista entre ambos niveles de su nuevo cauce ó direccion. Supuesto esto, para poder saber la medida del trabajo motor que el líquido desarrolla en su descenso, ya no resta mas que multiplicar esta altura por el peso del agua caída, y en seguida ver si la suma de trabajo que proporciona es suficiente para hacer funcionar algunas máquinas.

226. — MODO DE EVALUAR LA FUERZA DE UN DES-

PEÑADERO DE AGUA. — Supongamos al efecto que este despeñadero de agua tiene metro y medio de altura, 1 m. 50 c., y que nos produce en un segundo 600 kilómetros de trabajo; en seguida dividamos esta suma de trabajo por 75 kil. en que está evaluada la fuerza del *caballo dinámico*, segun queda demostrado en el párrafo 223, y veremos que la fuerza de dicho despeñadero de agua, tendrá la de ocho caballos de vapor.

Debe tenerse en cuenta que los elementos que entran en esta evaluacion son variables, pues que en el verano las corrientes de agua disminuyen notablemente, y, en determinados puntos, esta disminucion es tal que llega á suspender el trabajo de las máquinas durante los fuertes calores.

227. MOTOR HIDRÁULICO. — Estos no pueden hacer ningun trabajo útil sin el auxilio de la máquina que recibe su accion y la transmite á las máquinas especiales que deben aprovecharlo. Por consecuencia, es de necesidad absoluta que se examine la máquina motora sujeta á su accion. Por consiguiente, sin detenernos en describir las formas diversas que pueden darse á esta especie de máquinas, estableceremos por regla general que todas deben llenar estas dos condiciones esenciales:

Primera: el agua debe ejercer su accion sin choque, es decir, que desde el momento en que se halla á punto de entrar en la máquina hasta el