

una vía un terreno tan quebrado y abrupto, de tan fuertes inclinaciones en las laderas y con altitudes tan elevadas á las que hay que subir, la que ofrece su naturaleza y su composición.

\*\*\*

De todos los valles que arrancan de la cordillera, los que presentan en sus vertientes terrenos más descompuestos y trastornados, los que podemos considerar como tipos de valles pirenaicos, son los que sirven de cauce á los ríos Noguera-Pallaresa y Noguera-Rivagorzana.

Los dos están muy próximos al núcleo de acción de las fuerzas interiores en su trabajo de levantamiento de la cordillera é inmediatos á la sierra de unión de las dos cadenas Cantábrica y Mediterránea, así como al macizo de la Maladeta, uno de los puntos en que fué más acentuado el movimiento de báscula que produjo la gran falla ó rotura de la corteza terrestre. Por eso los efectos de estas convulsiones son más patentes en ellos, no sólo en lo que á la geología se refiere, sino también en la orografía y en los accidentes ú obstáculos que al paso de una vía de comunicación presentan.

Más conocido es el primero, pero más pintoresco el segundo que rodea por su base la altísima mole del pico de Aneto, el gigante de los Pirineos.

Por aquél ha de subir el ferrocarril que lleva su nombre y se ha abierto paso la carretera de Balaguer á la frontera francesa, que en la vertiente Sur de la cordillera llega hasta el pueblo de Esterri y en la Norte hasta Salardú, estando interrumpida en la travesía del macizo central por el puerto de la Bonaigua, en el que para mantener la viabilidad de la carretera y la comunicación con el valle de Aran, en los largos meses de invierno, en que tanta nieve se acumula, habrá que perforar un túnel de 1.700 metros de longitud mínima.

Decimos que hasta Esterri se construyó la carretera, y en efecto, salvo algún tramo de contratas rescindido y la subida al puerto de la Bonaigua, lo estaba, puede decirse que en totalidad, pero desde Gerri de la Sal á 68 kilómetros de la divisoria, fué casi destruída y hoy está cortada á la circulación y al tráfico por las lluvias torrenciales y persistentes del otoño de 1907, que saturando de humedad los terrenos de las cuencas altas hasta el punto de no poder almacenar más agua, produjeron en la corriente principal avenidas de tal impetuosidad é importancia, las mayores conocidas hasta el día, que arrastraron los terraplenes, destruyeron muros y obras de fábrica y convirtieron los más pequeños arroyos en poderosos agentes de erosión, socavaban los terrenos sueltos de las laderas, que en otras partes, por efecto de las lluvias, se desprendían en grandes masas sobre la explanación.

Al crearse por Real decreto de 27 de Mayo de 1909 la Jefatura de las carreteras pirenaicas para el estudio y construcción de las vías que atravesando el Pirineo ó desarrollándose en sus vertientes, tienen condiciones análogas por su carácter y la disposición y naturaleza de los terrenos que han de atravesar, y encargado como Ingeniero jefe de organizar y dirigir los trabajos, me fijé desde luego, y especialmente, por ser uno de los asuntos de más urgente resolución, en la necesidad de abrir al tránsito público la citada sección de Gerri á Esterri, sacando enseñanza de los hechos ocurridos para proponer soluciones nuevas, que evitaran, dentro de lo posible, la repetición de aquellos destrozos.

Así, pues, estudiando detenidamente y en cada caso particular la naturaleza de los terrenos, la disposición de los accidentes y la extensión de las cuencas de recepción de las corrientes, se han proyectado algunas obras de fábrica especiales; que sin presentar elementos nuevos, sino combinando con acierto los ya conocidos, resultan muy bien dispuestas como resolución de los problemas que se presentaban y muy apropiadas para casos análogos. Por eso las expongo á vuestra consideración, creyendo que pueden servir de ejemplo y enseñanza.

El Ingeniero afecto á la jefatura pirenaica, D. Julio Murúa, es el que ha llevado á la práctica el resultado de nuestros comunes estudios y proyectó las obras que describiré en los párrafos siguientes en detalle, aprovechando este momento para pedirlos un aplauso para aquel distinguido y laborioso Ingeniero, honra del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos.

Es evidente que todas las obras de fábrica pequeñas deben proyectarse con amplitud, en número y desagüe, y teniendo en cuenta la especial configuración y constitución del terreno de los valles pirenaicos.

En aquellas laderas tan fuertemente inclinadas, en aquel terreno flojo y deleznable, tan fácilmente arrastrable por las aguas, hay que dar salida á éstas á través de la carretera lo antes posible para evitar sus efectos destructores con mayores males, que supondrían medios más costosos para mantener siempre limpia y en buena viabilidad la explanación.

Y no son aplicables los modelos de tajeas, alcantariillas y pontones de la colección oficial, ni los tipos corrientes, porque en las avenidas, que producen sobre todo las lluvias torrenciales ó los rápidos derretimientos de nieve, las aguas vienen cargadas de tierra y piedras, muchas de grandes dimensiones, que al encontrar una obra de solera horizontal pierden rápidamente su velocidad y depositan todos los arrastres que traen, cegándolas en poco tiempo y saltando luego la corriente por encima de la explanación con el consiguiente daño.

Puede decirse que por las vaguadas, aun las más pequeñas, no corre agua, sino una masa semifluida, pero conservando su velocidad y su impetuosa fuerza, y que todos los arroyos, aun los de último orden, son verdaderos torrentes con todos los caracteres de tales.

Los modelos especiales están inspirados en la necesidad de cumplir las condiciones que dejamos expuestas, de que las aguas y los grandes arrastres que con ellas vienen tengan pronta y fácil salida; por eso se evitan los codos bruscos, los escalonados horizontales, los aumentos de sección, etc., y se da la mayor pendiente longitudinal posible á la solera, unida por superficies curvas á los cubos de recogida que también afectan estas formas.

(Continuará).

## Las máquinas de vapor de pistón.<sup>(1)</sup>

El Profesor de la Universidad de Lieja M. Henri Deschamps ha publicado en la *Revue Universelle des Mines* una detallada reseña de las máquinas de vapor de pistón

(1) De la *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*.

que se exhibieron en la Exposición de Bruselas del pasado año. Su mucha extensión nos impide insertar la Memoria completa, pero sí vamos á dar cuenta de la introducción de la misma, dedicada á caracterizar las tendencias generales que se manifiestan hoy en la construcción de los motores de vapor.

Desde hace algunos años se ha entablado una lucha empeñada entre las máquinas de vapor de pistón, las turbinas de vapor y los motores de combustión interna. Algunos no vacilan en predecir la completa desaparición de las primeras en un porvenir más ó menos lejano. Dudamos que se realice esta profecía, pero no es menos cierto que la máquina de vapor ha dejado de reinar, como soberana que era durante un siglo, en las instalaciones importantes de fuerza motriz que no se encuentran en las inmediaciones de un salto de agua.

El número de sus aplicaciones se ha restringido considerablemente por los progresos de los demás motores térmicos y por los que han logrado los sistemas de transporte de energía que permiten utilizar ventajosamente saltos de agua situados á grandes distancias, y no se puede dudar que la importancia de su papel disminuirá cada vez más.

Pero no cede sino poco á poco el paso á los motores que compiten con ella en el terreno donde ha reinado tanto tiempo, y, llegada á un estado de perfección notable, desde el punto de vista del consumo de vapor, de la regularización de la marcha, de la suavidad del movimiento y de la seguridad de funcionamiento, trata por nuevas transformaciones de guardar su superioridad en el mayor número de casos posibles.

La Exposición de Bruselas era sobre todo interesante desde el punto de vista de la evolución actual de la máquina de pistón.

Si bien no revelaba ningún invento sensacional, permitía por lo menos formarse una idea exacta de las tendencias que se manifiestan desde hace algunos años en la construcción de los motores de vapor, agrupando la mayor parte de los tipos más interesantes, de creación reciente.

Y es útil aprovechar esta ocasión para caracterizar esas tendencias, describir sucintamente las disposiciones nuevas y suministrar así algunas indicaciones que puedan guiar á los industriales en la elección de un motor.

Mientras no ha existido la competencia más que entre constructores de máquinas de vapor de pistón, éstos se han dedicado especialmente á reducir el consumo de vapor.

Esa tendencia empezó á manifestarse claramente á consecuencia de la aparición en Europa, cuando la Exposición Universal de París de 1867, de la máquina Corliss, que un grande número de constructores se dedicaron á imitar, introduciendo en la disposición del mecanismo de distribución modificaciones de forma que, por lo demás, no alteraban su principio, y cambiando á veces el sitio de las válvulas oscilantes que unos colocaron sobre las tapas para disminuir todavía más el volumen del espacio perjudicial, mientras que otros los agrupaban debajo del cilindro en las máquinas horizontales, para no tener más que un solo conducto en cada extremo para la admisión y para la emisión.

La máquina Corliss realizaba las condiciones que la teoría genérica de los motores de vapor indicaba como

más favorables á la economía: espacios perjudiciales muy reducidos, cierre brusco de las luces de admisión y expansión muy prolongada y variable bajo la acción del regulador.

El programa que se impuso á todo constructor cuidadoso de su reputación fué la realización de esas condiciones con un grado de compresión en ciertas máquinas, suficiente para que llegare la presión del vapor, al final de la carrera retrógrada, á un valor tan aproximado como era posible de la presión de admisión; aparecieron máquinas que respondían á ese programa con distribuidores distintos de la llave Corliss: máquinas de cuatro distribuidores planos, máquinas de válvulas provistas de mecanismos de escape mandados por el regulador.

Las primeras fueron pronto abandonadas; pero la máquina de válvulas, creada por la casa Sulzer, Hermanos de Wintherthur, llegó á ser, como la máquina Corliss, un modelo en que se inspiraron muchos constructores.

Es sabido cuánto modificaron las experiencias de Hirn y de sus colaboradores, acerca del papel que desempeñan las paredes del cilindro, las ideas de los Ingenieros en la cuestión de las reglas para construir motores económicos. Sólo entonces se pudieron dar cuenta exacta del papel y de las ventajas de la envolvente de vapor, del vapor recalentado y de la expansión en cascada, y se comprendió que era por lo menos tan importante reducir las superficies como el volumen de los espacios perjudiciales.

La envolvente de vapor, empleada ya por Watt, era aplicada á muchas máquinas, pero á veces en condiciones que la hacían más desfavorables que útil para la economía. Por otra parte, existían desde hace mucho tiempo máquinas fijas de dos cilindros del tipo Woolf, y la máquina *compound*, que deriva de ellas, era de un uso muy extendido en la marina donde daba resultados muy favorables á pesar del empleo de las distribuciones por cajas, con sus espacios y superficies muy grandes. Bajo forma de máquinas de distribuidores planos ó cilíndricos es como el sistema *compound*, y luego la triple expansión fueron aplicados primero á las máquinas fijas, muchas veces con adición de una envolvente de vapor á todos los cilindros ó á parte de ellos.

Se realizó un nuevo progreso en la vía de la disminución de consumo de vapor por medio de la aplicación á las máquinas *compound* de distribuciones por llaves Corliss ó por válvulas, y preocupó más la reducción de las superficies nocivas, estudiando cuidadosamente la disposición de los distribuidores y conductos de vapor. Eso fué lo que condujo á ciertos constructores á colocar válvulas en los fondos de los cilindros, como otros lo habían hecho ya con las llaves Corliss, á pesar de los inconvenientes que presenta ese género de disposición desde el punto de vista del acceso á los pistones.

Luego se vió desaparecer los pistones-válvulas y las válvulas de recubrimiento, trayendo nuevos perfeccionamientos á la marcha de las máquinas. Quedaba un progreso importante que realizar para reducir aún el consumo de vapor: consistía en hacer práctico el empleo del recalentado intenso. Hirn había mostrado la gran ventaja que presenta el vapor recalentado desde el punto de vista de la atenuación del efecto de las paredes, y desde sus memorables experiencias se habían hecho numerosas tentativas para llegar á emplearla en condiciones satisfactorias.

Conocidas son todas las dificultades que hubo que ven-

cer para lograrlo. Se concluyó por vencerlas gracias á los perfeccionamientos llevados á la construcción de los recalentadores, á la mejora de los lubricantes y de los métodos de engrase, á la sustitución de las antiguas empaquetaduras por guarniciones metálicas que han permitido emplear en condiciones satisfactorias, no ya el recalentado débil, al cual Hirn había tenido que limitarse, sino el llevado á temperaturas que alcanzan y hasta sobrepujan á veces los 350°.

Las máquinas modernas, provistas de todos los perfeccionamientos que acabamos de enumerar, han permitido elevar á 10, 11, 12 y hasta 15 kilogramos la presión inicial del vapor en las máquinas *compound* y obtener así las ventajas económicas que resultan de las grandes caídas de temperatura cuando no tienen el inconveniente de provocar condensaciones abundantes á la entrada del vapor en el cilindro. El consumo de vapor en las mejores máquinas ha sido reducido á menos de cuatro kilogramos por caballo indicado y por hora, y es tal la perfección alcanzada en la ejecución, gracias á los maravillosos útiles de nuestros talleres de construcción, que el consumo por caballo efectivo no es mucho más elevado.

Ya no se puede esperar que nuevos progresos lo rebajen todavía notablemente. Más bien parece que ha llegado á su término la lucha entablada entre los constructores más reputados, en la cual cada uno se esforzaba, ganando algunos gramos, en apropiarse el «record» del consumo de vapor.

La tendencia actual, y que se acusa especialmente desde hace algunos años, es tratar de disminuir el coste de las máquinas, y por ello, los gastos de amortización y de interés de las instalaciones de fuerza motriz, si bien manteniendo los consumos reducidos acusados por las máquinas más perfeccionadas.

Para eso se ha tratado de aumentar, en todo lo posible, la velocidad angular del árbol y la velocidad media del pistón. Esta es casi siempre superior á 3,50 metros; alcanza 4 metros y hasta 4,50 metros en ciertas máquinas; en cuanto al número de vueltas, está comprendido entre 120 y 200.

Claro está que esos números de vueltas habían sido muy sobrepujados en ciertos motores de creación ya antigua, como las máquinas de Willans, las máquinas Westinghouse y otros motores de marcha rápida, que dan varios centenares de vueltas por minuto; pero no era el mismo el fin perseguido por la creación de esas máquinas. Se trataba de llegar á realizar la acción directa de los operadores de gran velocidad de rotación, tales como las dinamos, las bombas centrífugas, etc., con el objeto de suprimir las correas y á formar grupos compactos lo menos voluminosos que fuese posible; pero desde el punto de vista del consumo de vapor, esos motores no podían ser comparados con las máquinas económicas actuales y han perdido una gran parte del auge de que gozaron á su aparición.

Para conservar á las máquinas sus cualidades económicas habrá que imponerse como condición esencial el mantenimiento de los distribuidores que permiten reducir al minimum los espacios y las superficies nocivas, es decir, las llaves Corliss, las válvulas, los pistones-válvulas y continuar colocando la admisión bajo la acción del regulador, hasta para las máquinas más poderosas.

Por consiguiente, era preciso no sobrepujar el número

de vueltas, con el cual tales distribuciones pueden funcionar convenientemente, después de haber estudiado y mejorado especialmente éstas, con el fin de alejar lo más posible el límite de velocidad, á partir del cual cesan de ser aplicables.

Ya se sabe que las antiguas distribuciones Corliss no permitían rebasar mucho las 70 revoluciones por minuto, y que si bien las máquinas de válvulas de caída libre tenían una velocidad más rápida, ésta era inferior á un centenar de vueltas. La máquina creada por el Ingeniero Colmann, caracterizada por un mecanismo que acompañaba la válvula en su caída y que la llevaba suavemente sobre los asientos por una combinación de palancas rodantes, ha sido, según creemos, la primera en sobrepujar la velocidad de 100 vueltas. Pero era una máquina complicada que comprendía un gran número de articulaciones y cuyo empleo no se ha generalizado.

Otras máquinas con distribuciones por válvulas acompañadas han sido construídas recientemente; citaremos entre las más extendidas la máquina Radovanovic, que da fácilmente 135 vueltas por minuto.

Hoy se construyen máquinas Corliss que dan hasta 135 revoluciones, y esa velocidad es notablemente rebasada por varios sistemas de máquinas de válvulas ó de pistones-válvulas.

Para las máquinas Corliss, ha sido resuelto el problema por la disminución del momento de inercia de las piezas giratorias calzadas sobre los ejes de los distribuidores, por el aumento de la energía de los medios de llamada, por la supresión de los muelles que se rompen con frecuencia á las grandes velocidades por perfeccionamientos aportados en el engrase.

Para las máquinas de válvulas hay dos corrientes.

Ciertos constructores permanecen fieles á la caída libre, y los medios que les han permitido construir máquinas de marcha acelerada son análogos á los que acabamos de señalar para la máquina Corliss. Conviene citar además la sustitución por guarniciones de laberinto para el paso de los vástagos á las antiguas cajas de empaquetadura, que ofrecían una gran resistencia al movimiento de caída de la válvula. Ciertos detalles ingeniosos de los mecanismos no son tampoco extraños á los éxitos de esos motores.

En cuanto á mecanismos que actúan en las válvulas de admisión, hay que notar el abandono por muchos constructores de los sistemas basados sobre el empleo de un tacón que describe en el espacio una curva cerrada y que se apoya á la bajada sobre una pieza fijada ó unida al extremo de la palanca de acción de la válvula, durante una fracción de la carrera del pistón, variable con la posición del regulador. Es el principio del funcionamiento de los diversos sistemas de distribución imaginados por la casa Sulzer y por otros muchos constructores que se habían inspirado en las máquinas suizas.

Hoy, las máquinas de válvulas de caída libre están casi todas provistas de distribuciones de escape propiamente dichas, como las máquinas Corliss. Tales son los sistemas Colmann, Carls, Van der Kerkhove, etc...

Otros constructores han acogido el principio de las válvulas acompañadas y han buscado nuevas soluciones del problema en el empleo de excéntricas oscilantes. Han llegado así á crear disposiciones de notable sencillez. Tales son los sistemas Lentz, Recke, Stumpf, etc. El movimien-

to de oscilación es impreso á dichas piezas por un excéntrico de radio y ángulo de ajuste variables que depende de un regulador axial, colocado sobre el árbol de la máquina ó sobre un árbol especial de distribución.

Ciertos constructores no se han limitado á tratar de hacer las máquinas más compactas y menos costosas, aumentando la velocidad media del pistón y la velocidad angular del árbol. La Exposición de Bruselas revelaba ó recordaba otras iniciativas, especialmente interesantes, desde el punto de vista de la disminución del coste de las máquinas.

Citaremos en particular el tipo creado por la casa Van der Kerkhove con el nombre de *maquina de semitandem*, el motor monocilíndrico estudiado por el profesor Stumpf y designado bajo el nombre de *máquina de equicorriente* y la *máquina P. Smal*, cuya emisión se hace como en la máquina de equicorriente por el centro del cilindro, pero en condiciones diferentes.

Conviene notar también el desarrollo que adquiere la construcción de las grandes máquinas semifijas que estaban representadas por varios ejemplares en los departamentos inglés, francés, belga y alemán. En la galería alemana se observaban dos máquinas de ese género de una potencia excepcional.

La exposición de Bruselas permitía comprobar que desde el punto de vista de su disposición general y por ciertos detalles de su construcción, las máquinas de vapor actuales tienden cada vez más á aproximarse á un mismo tipo.

Para las máquinas de centrales eléctricas y talleres parece casi abandonada la disposición vertical. No se observaban en las galerías de las máquinas más que dos motores importantes del tipo vertical: uno en la sección francesa que formaba parte de un grupo electrógeno de acción directa, y en la sección alemana una máquina de triple expansión, de cuatro cilindros, de una potencia de 6.500 caballos destinada á un torpedero.

La máquina horizontal *compound* con disposición en *tandem*, el cilindro menor detrás, es la que era más abundantemente representada.

El condensador está siempre en subsuelo; el movimiento de la bomba de aire se hace casi invariablemente por un balancín recto ó acodado de brazos desiguales, movido por una biela que se articula sobre un botón secundario fijado en la prolongación de la clavija de la manivela.

El pastidor en bayoneta con guías cilíndricas sigue gozando del favor de los constructores; pero en lugar de no tener contacto con la fundación mas que por el soporte, y á veces por un soporte intermediario, como era el caso ge-

neral para las máquinas de velocidad moderada, afecta la forma robusta, que permite establecer una solidaridad más completa entre la máquina y su fundación.

Es la consecuencia lógica del acrecentamiento de la velocidad de rotación y del aumento de fuerzas de inercia que resulta.

Para los capacetes ó crucetas predominan dos tipos: uno consiste en un marco de acero que hace cuerpo con el manguito que recibe el extremo del vástago del pistón, y en el cual se aloja un cojinete de dos piezas, con una cuña montada sobre varillas roscadas para regular el desgaste. Los patines de hierro colado se aplican sobre espigas cilíndricas que forman saliente sobre los costados largos del marco.

Entonces la cabeza oscilante de la biela es bifurcada y lleva un eje fijo á las dos ramas de la horquilla.

El otro tipo comprende dos cubos dispuestos simétricamente en relación con el manguito con el cual están forjados y que reciben los anillos del eje sobre el cual oscila el pie de la biela. Las guías están fijadas por medio de pernos.

Para las cabezas de las bielas motrices y hasta para las bielas más ligeras que accionan por medio de una palanca el pistón de la bomba de aire, es casi general el empleo de la forma de marco forjado de una pieza, con disposición de llamada por cuña montada sobre varilla roscada. La cabeza marina que durante tanto tiempo gozó de tan gran boga no se emplea ya casi más que para accionar los árboles acodados.

También hay que notar el abandono casi general de los ajustes cónicos para los vástagos de pistones, las clavijas de manivelas, los ejes de crucetas. El ajuste cilíndrico es ahora preferido.

Se hace el montaje con la prensa, y cuando eso no es posible, se asegura la unión empleando anillos hendidos apretados sobre el anillo cilíndrico para un perno que une dos bridas gruesas.

Así es como se fijan los ejes de cruceta á la cruceta misma ó á las ramas de la cabeza bifurcada de la biela. Notamos también, que con el fin de disminuir la influencia de las superficies perjudiciales, muchos constructores alisan los pistones de vapor y las caras interiores de los fondos de cilindros.

Finalmente se nota, de una manera general, en la manera de concluir la mayor parte de las máquinas, los efectos del empleo de unas herramientas que se perfeccionan cada día más y que permiten ejecutar todos los detalles con una precisión que no se encontraba antes más que en ciertas construcciones mecánicas especiales.

## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Las precauciones que deben tomarse contra los accidentes de aeroplanos.

La Comisión de Aviación del Aero-Club francés ha abierto una información acerca de los accidentes de aeroplanos, tan numerosos desde algún tiempo, y el Teniente coronel Bouttiaux, su Presidente, ha hecho respecto á este asunto una memoria circunstanciada, publicada en el *Aérophile*, del 15 de Mayo y en la

*Technique aéronautique*, del 1.º de Junio y de la que hacemos un resumen en este artículo.

El número de accidentes mortales se elevaba ya á 32 á fines de 1910 y ha aumentado sensiblemente desde entonces; el total de accidentes diversos en este año fué de 98 contra 46 en 1909; es verdad que el Aero Club había dado en aquel año el título de pilotos á 354 individuos (en lugar de 18 á fines de 1909) y que aquéllos habían recorrido, por lo menos, 500.000 kilómetros. La