El Cenicero, caja de hierro, colocada debajo de la parrilla, para recoger las cenizas y los pedazos de combustible que de ella caen.

El tubo de escape del vapor en la chimenea, cuya abertura puede hacerse variar de tamaño; la puerta del cenicero, que puede abrirse mas ó menos, ó cerrarse del todo; el registro de la caja de humo, puertecita de corredera, por donde puede introducirse aire frio; y la tapa de la chimenea; son cuatro piezas que el maquinista por medio de varillas, cuya empuñadura tiene cerca, maneja con toda facilidad; y con las cuales, abriéndolas mas ó menos, puede avivar ó aflojar la intensidad del fuego, ó hacerlo dormir durante las paradas, para no gastar inútilmente el combustible.

La toma de vapor, es un tubo que se abre dentro de la caldera ó debajo de una cúpula, que con ella comunica, y que conduce el vapor hasta los cilindros. La entrada del vapor en la toma, se gradúa por medio de un regulador y éste se maneja con una palanca llamada palanca del regulador, que el maquinista tiene siempre en la mano, durante la marcha de la locomotiva

El agua que se consume en la caldera se va reponiendo con otra que el aparato de alimentacion saca de la caja de agua del ténder, é invecta dentro de la caldera, no obstante la presion considerable que allí existe. El aparato mas usado hasta hace pocos años, consistia en dos bombas aspirantes y repelentes, puestas en juego por el mecanismo de la locomotiva. Un tubito que comunica con las bombas, y que se abre ó cierra por medio de una llave, sirve para dejar salir el aire que en ellas ha podido acumularse, y probar al maquinista que la bomba trabaja bien. Si al abrir la llavecita sale un chorro intermitente de agua fria, la bomba está en buen estado; si el chorro es contínuo, si viene mezclado con vapor, si es de agua caliente, ó si no sale, hay algo descompuesto en las válvulas ó en el tubo de aspiracion.

En el dia, se está generalizando el uso del inyector Giffard, sencillísimo aparato, que obra con mucha regularidad á la vista del maquinista, que no exige, como las bombas, una trasmision de movimiento, ni está tan expuesto á entorpecerse, con grave perjuicio de la caldera que puede quemarse por la falta de agua. Aun en las locomotivas, cuya alimentacion se hacia por el sistema antiguo, se están quitando las bombas y poniendo el inyector mencionado; operacion que se ejecuta fácilmente. Así se ha hecho ya, en una de las del ferrocarril

de Guadalupe.

El invector fué inventado en el año de 1858, su descripcion puede leerse en la obra de Mr. Armengaud aîné ya citada, ó en la de Mr. A. Holley, Railway Practice, pág. 181.

Una ó dos válvulas de seguridad, se ponen sobre la parte superior de la caldera, con el objeto de impedir que el vapor adquiera una presion superior á la que ella pueda resistir.

En Francia, las calderas tienen un sello que indica el número de atmósferas bajo cuya presion han sido probadas por la autoridad competente.

El indicador del nivel, es un tubo de vidrio vertical que comunica por arriba con el vapor, y por abajo con el agua de la caldera, cuyo nivel puede así ver fácilmente el maquinista. Con el mismo objeto, y para el caso de que el indicador llegue á romperse ú obstruirse, hay tres llaves de prueba, situadas convenientemente á distintas alturas.

Si por obstruccion del aparato de alimentacion, ó por olvido del maquinista, llegara á bajar demasiado el agua dentro de la caldera, ésta, como lo hemos dicho, podria quemarse en la parte que forma el cielo de la caja de fuego. Para evitarlo, se perfora en esa parte, un agujero cónico que se llena de plomo, el cual tan luego como deja de cubrirlo el agua, se derrite, y deja penetrar en la hornilla el vapor que apaga el fuego. Este pequeño cono de plomo se llama el tapon fusible.

El manómetro sirve para indicar constantemen-

te la presion que existe dentro de la caldera, y su tendencia á aumentar ó disminuir; de suerte que el maquinista puede, dirigiéndose por él, sacar el mejor partido de la fuerza disponible, ó aumentarla activando el fuego, si no la cree suficiente. El manómetro mas usado, es el de *Bourdon*; sus indicaciones las hace una aguja, sobre una carátula como de relox, que se ve sobre la caja de fuego.

Con el pito de vapor, se anuncia la aproximacion de la locomotiva, y el maquinista puede ordenar ciertas maniobras, ahuyentar los animales del camino, etc., etc.

El agua mas ó menos pura que se usa en las locomotivas, deja al evaporarse, un depósito de materias semilíquidas de naturaleza calcárea, que no tardaria en endurecerse, é inutilizaria la caldera, si de cuando en cuando, atendida la calidad del agua, no se le echase afuera. Para esto sirven las llaves ó tapones de lavaje, que se colocan ordinariamente en la parte inferior de la caja de fuego.

En fin, algunas veces se necesita que un hombre se meta dentro de la caldera, para visitar su interior y examinar el regulador. La caldera tiene para ello, una abertura de hombre con su cerradura autoclave.

Una lámpara se pone de noche delante de la

caja de humo, para indicar la presencia de la máquina.

Las máquinas americanas tienen ademas una campana.

II.-Mecanismo del movimiento y armadura

El mecanismo del movimiento de las locomotivas es doble, á lo menos en sus piezas esenciales; de suerte que describiendo las piezas que se hallan situadas de un lado del plano vertical, que se considere pasando por el eje longitudinal de la caldera, habremos dado á conocer las que se hallan situadas del otro lado, y que funcionan de la misma manera.

El vapor que llega de la caldera, entra á una caja de vapor que cubre la parte plana exterior de la pared del cilindro: este es un cañon de hierro colado, grueso y corto, que se coloca á un lado ó debajo de la caja de humo, y algunas veces, como en las máquinas de Crampton, al costado de la caldera. En la parte plana que acabamos de mencionar, se ven tres aberturas de forma rectangular, llamadas portas; dos de las cuales pertenecen á unos

conductos, que formados en la pared del cilindro, comunican con sus extremidades interiores; mientras que la otra, situada en medio, corresponde á un tubo por donde el vapor, que ya ha obrado en el cilindro, debe escaparse para la chimenea.

Dentro de la caja de vapor, y aplicándose sobre la misma parte plana de la pared del cilindro, hay otra caja mas pequeña, el tirador, que tiene un movimiento de vaiven; y que al moverse cubre siempre la porta del centro, y alternativamente, una de las otras dos. De esta manera, el vapor contenido en la caja de vapor, se introduce por la porta descubierta, hácia una de las extremidades del cilindro; mientras que por la otra porta, que el tirador ha puesto en comunicacion con la del centro, el vapor procedente de la otra extremidad del cilindro, sale y se escapa para la chimenea.

Dentro del cilindro, hay un émbolo que cediendo á la fuerza elástica del vapor que alternativamente obra sobre él por uno y otro lado, se mueve tambien en uno y otro sentido. La longitud del cilindro, 6 mas propiamente, la distancia que el émbolo recorre dentro del cilindro, al pasar de una posicion extrema á otra, se llama la carrera ó cur-

so del émbolo.

El émbolo tiene una barra que sale del cilindro atravesando la tapa y pasando por una cajita que se llama en inglés Stuffing-box, ó caja de estopa, y que en efecto está llena de estopa impregnada de aceite, y bien apretada, para no dejar que se escape el vapor del cilindro.

La punta de la barra va á introducirse en la *cru*ceta, pieza de fierro que se mueve dentro de dos correderas, precisamente en la direccion del eje del cilindro.

El movimiento de vaiven trasmitido por la barra del émbolo, á la cruceta, se comunica de esta á otra pieza larga llamada BIELA ó barra de conexion, cuya cabeza agarra el boton de un manubrio que hace cuerpo con la rueda motriz, el cual al moverse, cediendo al esfuerzo trasmitido por la biela, obliga á la rueda á que dé vueltas y haga caminar la locomotiva.

El movimiento del tirador, exactamente análogo al del émbolo, se consigue por medio de un excéntrico, montado sobre el eje de la rueda motriz.

Aunque es muy conveniente, y debe procurarse que el vapor durante la marcha, conserve en la caldera su máximum de presion; el perfil de un ferrocarril no presenta en todo su tránsito, las mismas dificultades, ni los trenes todos tienen el mismo peso; de suerte que no necesitándose que la locomotiva ejerza constantemente una fuerza de traccion invariable, es importante poder aumentar 6 disminuir esa fuerza segun convenga. Esto, que entre otras ventajas, procura economía en el gasto del vapor, la cual se traduce en ahorro de combustible, se consigue por medio del mecanismo de expansion variable, inventado por Robert Stephenson, y que se llama Colisa de Stephenson. Con él puede hacerse que el vapor trabaje por expansion en el cilindro, durante una parte mas ó menos considerable de la carrera del émbolo.

En fin, la palanca de cambio de marcha, que se ve junto á la caja de fuego, sirve para cambiar el sentido de la marcha de la locomotiva, haciéndola avanzar ó retroceder en breves instantes, con la mayor facilidad; y para manejar al mismo tiempo el mecanismo de la expansion.

Creemos que lo que antecede bastará para que cualquiera, en presencia de una locomotiva, pueda formarse una idea general del mecanismo de su movimiento; cuyas multiplicadas piezas no podemos aquí enumerar ni explicar en todos sus detalles.

La caldera y principales piezas del movimiento, se apoyan y fijan en un gran bastidor, compuesto generalmente de dos largueros de fierro muy sólidos, y de dos atravesaños de madera ó tambien de fierro.

TH.-Ruedas.

En cada atravesaño hay dos fuertes armellas de fierro, dentro de las cuales se introduce el ojo de la barra de enganche ó de traccion, por cuyo medio se une el ténder ú otro vehículo con la locomotiva. Un fuerte perno se pasa en las armellas y el ojo de la barra, y la union se consolida con unas cadenas de seguridad.

Con el fin de atenuar el efecto de los choques y compresiones que la locomitiva puede recibir de otra locomotiva, ó de otros vehículos que á veces se le ponen por delante, el bastidor tiene al frente dos topes ó tampones de choque elásticos.

Al atravesaño delantero, se fijan tambien unas barras de fierro que bajan verticalmente hasta casi tocar con el carril, y que se llaman quitapiedras. En los ferrocarriles que como los americanos no tienen cercas que impidan á los animales el transitar sobre ellos, las máquinas llevan por delante, fijado al bastidor, una especie de enrejado en forma de abanico que se llama quitavacas. Los nombres de estos dos agregados indican suficientemente el objeto con que se ponen.

Sobre el bastidor, se extiende delante de la caja de fuego, la *plataforma del maquinista* cubierta con un techo ligero y rodeada de un barandal como se acostumbra en Europa, ó de vidrieras como en las máquinas americanas. Las ruedas de la locomotiva se dividen en dos clases: ruedas motrices y ruedas portadoras. Las primeras reciben directamente el movimiento del mecanismo; las segundas giran libremente, y solo ayudan á soportar el peso de la máquina.

En general, basta un par de ruedas motrices en una máquina; pero cuando el perfil del camino ó el peso de los trenes, exige mayor fuerza de adherencia, se pueden acoplar con las verdaderas ruedas motrices, por medio de bielas de conexion, todas ó parte de las otras ruedas, haciéndolas concurrir de ese modo, á aumentar la fuerza adherente de la máquina, que entonces puede ascender pendientes mas fuertes, y remolcar trenes mas pesados.

Pero el acoplamiento no debe emplearse sino cuando es absolutamente necesario; porque fatiga mucho la via y aun la misma máquina; y ademas, como es indispensable que todas las ruedas acopladas tengan exactamente el mismo diámetro, y soporten cuanto sea posible el mismo peso; estas dos condiciones, que es ya muy dificil llenar en la fabricacion, están sujetas á faltar con el uso,

bastando para ello, que el material de unas ruedas sea un poco mas suave ó mas duro que el de las otras, y se gaste mas prontamente.

El peso de la locomotiva debe quedar de tal manera repartido sobre las ruedas, que no fatigue ninguna de ellas demasiado, y que tampoco exista un desequilibrio que comprometa la estabilidad. Las ruedas motrices son generalmente las mas cargadas.

Hay pocas locomotivas de menos de tres pares de ruedas; las de dos, están expuestas á volcarse. El ancho invariable de la via, no permite aumentar la potencia de la máquina sin aumentar casi exclusivamente su longitud; de suerte que las mas veces, el número de ruedas depende de la potencia de la locomotiva.

Como el bastidor que soporta la locomotiva es rígido, y descansa sobre los ejes de las ruedas sin dejarles ningun juego lateral, es necesario que la distancia entre el eje de las últimas ruedas delanteras de la locomotiva, y el de las últimas de atras, esté subordinado al radio de las curvas del camino: mientras mas corto es ese radio, mas corto tambien debe ser el entre eje extremo. Sin embargo, á veces el tráfico requiere el uso de locomotivas de un peso y tamaño tales, que para soportarlas no bastaria el número de ruedas que

cabe en el entre eje extremo impuesto por las curvas del ferrocarril; entonces, se les agrega un tren delantero ó truck de euatro ruedas pequeñas que puede pasar debajo de la locomotiva, girando alrededor de un eje situado debajo de la caja de humo, y que entra fácilmente en las curvas mas cerradas. Este truck, parecido al de dos ruedas que usan los coches ordinarios, se empleó por primera vez en las locomotivas en 1833 por Mr. Jhon Jervis. Lo tienen casi todas las máquinas americanas, y en Europa su uso se extiende cada dia mas, principalmente en el tráfico de mercancías.

Dada la presion á que puede elevarse el vapor en la caldera, la potencia de la locomotiva depende de la dimension de sus cilindros, ó del diámetro de los émbolos y de la amplitud de su carrera. A cada golpe doble del émbolo, (1) corresponde una revolucion entera de la rueda motriz: es claro, pues, que mientras mayor sea el diámetro de dicha rueda, mas camino avanzará la locomotiva á cada golpe doble. Luego la velocidad de la marcha, dependerá del número de golpes dobles ejecutados por el émbolo en un tiempo dado, y del diámetro de la rueda motriz.

⁽¹⁾ Se dice que el émbolo ha dado un golpe simple, cuando ha recorrido una sola vez la longitud del cilindro; en un golpe doble, el émbolo recorre esa longitud dos veces, la primera yendo en un sentido y la otra en sentido inverso.

En la práctica, ambos elementos están encerrados entre ciertos límites que imponen el ancho y solidez de la via férrea, y ciertas dificultades de fabricacion. De tres á cuatro metros por segundo, es la mayor velocidad que actualmente puede darse al émbolo, sin comprometer la estabilidad de la locomotiva ó desarreglar los movimientos de su mecanismo. Las ruedas muy grandes son en extremo pesadas, de muy dificil fabricacion, y exigen ademas, que la caldera se coloque demasiado alta, lo cual disminuye la estabilidad general.

Por otro lado, las ruedas muy pequeñas son menos seguras sobre el carril cuando es grande la velocidad, exigen mas golpes de émbolo, aumentan de consiguiente el número de puntos muertos (1) y tienen mas tendencia á patinar (2), es decir, á girar sin provecho, en el mismo lugar.

(1) Cuando el émbolo llega al fondo del cilindro, tiene necesariamente, antes de retroceder, un momento de parada, en que no va ni para adelante ni para atrás. En ese momento muy corto, el émbolo está en su punto muerto. Si los dos émbolos de la locomotiva llegaran al mismo tiempo al fondo de sus cilindros respectivos, es decir, á su punto muerto, y que el maquinista parara entonces la máquina, sucederia las mas veces que no le fuese posible ponerla de nuevo en movimiento con solo la fuerza del vapor. Para evitar este grave inconveniente, el mecanismo se dispone de tal modo, que cuando un émbolo llega á la extremidad de su carrera, el otro está á la mitad de la suya y le hace salvar el punto muerto. Esta disposicion del mecanismo, que estriba en la colocacion de los manubrios en ángulo recto, se llama conjugada.

(2) Se dice que una rueda patina, cuando no acierta á tomar bastante adherencia sobre el carril y da vueltas locas, sin producir ningun avance

El mayor diámetro que se ha dado á las ruedas motrices es de 2.^m 74, en el Great-Western-railway de Inglaterra, cuya via tiene 2.^m 10 de ancho; y el menor, de 1 metro.

Los ejes entran forzados en los cubos de las ruedas, y una *chaveta* los obliga á participar del movimiento giratorio.

El peso de la máquina, se reparte sobre unos muelles, llamados resortes de suspension, y formados de hojas de acero fundido sobrepuestas; tienen por objeto amortiguar los choques, y atenuar cualquier movimiento desarreglado, en el sentido vertical.

Los resortes descansan sobre las cajas de grasa, dentro de las cuales se mueven los ejes de las ruedas.

IV .- Tender

El ténder es el vehículo separado, en el cual se trasportan junto á la locomotiva, las provisiones de agua, combustible, aceite, grasa y otros ingredien-

de la locomotiva. Esto sucede cuando el carril se ha puesto resbaloso con el agua, el polvo, ó alguna materia grasosa, y tambien cuando el peso que carga sobre las ruedas, es menor que el que requiere el tren que se trata de remolcar. tes que se consumen durante la marcha. Lleva ademas, una ó dos cajas de herramientas y útiles de los que pueden necesitarse para arreglar las piezas del mecanismo, ó en caso de accidente.

La capacidad del ténder depende del tiempo que debe tardarse en llegar á las estaciones donde puede renovar sus provisiones; las cuales evidentemente, nunca deben faltarle.

Al ténder se adapta generalmente el aparato ó freno que sirve para dar garrote y disminuir la velocidad del tren, ó pararlo completamente.

Existe una gran variedad de frenos mas ó menos eficaces; lo que en ellos debe esencialmente buscarse, es que en todas circunstancias, puedan parar el tren sin sacudimiento, en corto espacio y en breve tiempo, y que su maniobra sea fácil y segura.

Hay frenos automotores como el de Guerin, que funcionan por sí mismos; hay otros como el de la máquina de Engerth, cuya fuerza la da el vapor obrando sobre unos pequeños cilindros; otros, en fin, como el de Laignel, que en lugar de obrar sobre las ruedas para retardar ó impedir su rotacion, ejercen su accion directamente sobre los carriles. El manejo de todos estos frenos es tan sencillo, que basta verlo ejecutar una vez para comprenderlo.

Terminaremos este capítulo recordando algunas prevenciones importantes. La cantidad, clase y frecuencia del tráfico y las inclinaciones de la via, son las que norman la potencia que debe darse á las locomotivas. Debe hacerse lo posible por disminuir su peso, con el objeto no solo de evitar un rápido deterioro de la via férrea, sino para ahorrar en el costo de la fabricacion y flete de conduccion. No debe, sin embargo, reducirse el peso con detrimento de la solidez, ó de la potencia necesaria.

Ninguna máquina exige tanta perfeccion y exactitud en todas sus piezas, como la locomotiva, porque está expuesta á fuertes sacudimientos; y la velocidad con que tiene que moverse, acelera mucho el deterioro, y aumenta incalculablemente los peligros y perjuicios que pueden resultar de los accidentes causados por alguna rotura ó descomposicion. Ningun gasto ni vigilancia deben, pues, perdonarse, para que la fabricacion sea esmerada y los materiales de la mejor clase.

Al crear el material locomotor de un ferrocarril, es conveniente reducir las máquinas á un corto número de tipos diferentes. Así se podrán contratar mas ventajosamente, con solo uno ó dos fabricantes; y las piezas deterioradas de una, podrán reemplazarse por las de otra, fácilmente y sin demora. De ese modo, se hace tambien mas sencilla la con-

tabilidad, y mas seguro el manejo de los almacenes y depósitos de piezas deterioradas y de refaccion.

Las locomotivas, como dijimos al principio, se dividen, cualquiera que sea su sistema de construccion, en dos grandes clases, á saber:

Locomotivas para el tráfico de pasajeros.

Locomotivas para el tráfico de mercancías.

Las primeras, deben caminar con mucha mas velocidad que las segundas, y remolcar trenes mucho mas ligeros. Exteriormente se distinguen por el gran diámetro de sus ruedas motrices, por la esmerada construccion y pulimento de todas sus piezas, y por la especie de lujo que muchas de ellas ostentan en sus adornos y pintura.

Las locomotivas de mercancías se mueven lentamente; pero su potencia de traccion y de adherencia es muy considerable; tienen calderas muy voluminosas, ruedas pequeñas, cilindros largos y del mayor diámetro usado. Casi todas sus ruedas, excepto las del truck delantero, están acopladas, lo que aumenta su adherencia. El ténder que las acompaña, lleva una provision considerable de agua, combustible, grasa, etc. Como en su servicio, que en muchas líneas se hace de noche, están menos expuestas á la vista del público, carecen de toda clase de adornos, y la construccion de sus piezas no es tan esmerada como en las otras, sino en aque-

llo que puramente se requiere para la solidez y buen servicio.

Ademas de las dos grandes clases anteriores, hay en los ferrocarriles de primer órden, otras locomotivas adecuadas á las diversas exigencias del tráfico. En ellos se ven locomotivas mixtas, que remolcan trenes en que se trasportan á la vez, pasajeros y mercancías con una mediana velocidad; locomotivas express que corren con la mayor celeridad posible, sin pararse en las estaciones intermedias, y arrastran un corto número de wagones de pasajeros que pagan un pasaje muy alto.

Por último: en las grandes estaciones y en los depósitos de mercancías, se emplean unas locomotivas pequeñas, ligeras, pero que tienen mucha fuerza de traccion, para hacer con los wagones todas las maniobras que en ferrocarriles de menor importancia, se hacen á fuerza de brazos. Las tank-engines, de que ya hemos hablado, convienen mucho para este servicio.

En todas las estaciones, ya sea terminales ó intermedias, en que tienen que demorarse algun tiempo las locomotivas, hay un lugar á propósito en donde se paran, y al cual deben poder llegar sin encontrar ningun tropiezo: junto á ese lugar están el aparato hidráulico que sirve para surtir el ténder, un repuesto de combustible, y una tina de

agua limpia para refrescar, si es necesario, algun eje ú otra pieza que se hubiese calentado durante la marcha. Entre los carriles existe una fosa del largo de la locomotiva y de una profundidad de 80 á 100 centímetros para que el maquinista bajando á ella, pueda examinar sin dificultad, las piezas inferiores del mecanismo. Alrededor de la fosa se extiende un espacio seco, aseado y bastante ancho para que puedan hacerse cómodamente las pequeñas reparaciones, aceitar las piezas frotantes, etc.

En casi todos los ferrocarriles, ademas de los almacenes de depósito ó cocheras para las locomotivas que no están en movimiento, hay talleres de maquinaria, con todos los útiles y aparatos necesarios para hacer las grandes reparaciones que pueden ocurrir en el material rodante de la explotacion. (1) En muchas líneas de primer órden, no solo existen esos almacenes de depósito y talleres de grandes reparaciones; sino otros edificios mucho mas considerables en donde se construyen por completo, locomotivas y wagones de todas clases, y cuya extension corresponde á las exigencias del tráfico. A fines de 1861 el ferrocarril del Est, en Francia,

empleaba 614 locomotivas, y el North-Western de Inglaterra 972!

En la misma época, todos los ferrocarriles europeos tenian en servicio activo, 16,156 locomotivas; que á razon de \$12,500 una, deben haber costado \$201,950,000. Las empleadas en el Reino-Unido de la Gran Bretaña (Inglaterra, Escocia é Irlanda), eran 6,156, cuyo costo habia sido de \$76,950,000.

⁽¹⁾ En Inglaterra se llama rolling stock, y en Francia matériel roulant, al conjunto de locomotivas y wagones que se emplean en la explotacion.