

El túnel inferior desemboca en el cauce del río, en forma tal, que la corriente no podrá causar desperfectos en ninguna parte; el intermedio ha de funcionar, á la vez, como desagüe de fondo y toma de aguas, por lo cual se ha dado á su desembocadura una disposición especial que permitirá derivar el caudal de agua necesario por la toma del canal del Cinca, situada en la contigüidad, y suministrar el río, por medio de un vertedero lateral, el que exijan los aprovechamientos inferiores. Creemos que la solución ideada resulta muy satisfactoria al par que sencilla, pues ella permite utilizar como toma el desagüe intermedio, fácilmente manejable con todas las alturas del embalse, sin necesidad de recurrir á una nueva presa de derivación que, aparte el mayor coste, ofrecería el inconveniente de los depósitos que provocaría, difíciles aquí de evacuar, porque estarían principalmente constituidos por cantos rodados.

(Continuará.)

Abastecimiento de aguas de Barcelona ⁽¹⁾

(Continuación.)

Tuberías de impulsión.—Teóricamente, por un tubo de cualquier diámetro puede impulsarse un volumen cualquiera de agua, siempre que la máquina elevatoria desarrolle esfuerzo suficiente para ello. En la práctica esa capacidad está limitada por la resistencia de las paredes del tubo á la presión anterior por la conveniencia de no exagerar las resistencias pasivas debidas al rozamiento del agua, absorbiendo estérilmente una gran parte del trabajo de las máquinas, y por la necesidad de no dar excesiva velocidad á los filetes líquidos para precaverse contra la acción destructora de los golpes de ariete. En tal concepto, la velocidad del agua dentro de las tuberías no debe exceder nunca de 3 metros por segundo, y de 2 metros en las de gran diámetro.

Aun suponiéndola reducida á un metro por segundo, las dos tuberías de 600 y 350 milímetros de diámetro, de la estación del Besós, pueden dar paso á un volumen diario de 25.000 y 8.300 metros cúbicos, respectivamente, ó 33.300, reunidos, superior en 3.300 al caudal concedido, quedando todavía como de repuesto la auxiliar de 175 milímetros. El trabajo teórico necesario para elevar 100 metros cúbicos de volumen de agua, es decir, para aspirarla de los pozos é impulsarla al acueducto de Dos Ríos, es de 513 caballos, mientras la potencia total de la estación está representada por las siguientes cifras:

	Caballos.
Primer grupo elevatorio.....	150
Segundo — —	500
Tercer — —	500
TOTAL....	1.150

Así, pues, por grande que se suponga la resistencia al paso del agua por las tuberías de aspiración y de impulsión, y la absorbida por los órganos de las máquinas, el exceso de potencia de éstas, aun dejando en reposo el grupo núm. 1, es evidente, confirmandose las consideraciones anteriores.

En la estación nueva de Cornellá, los 10 400 metros cúbicos elevados al depósito de San Pedro Mártir, á la altura total de aspiración é impulsión de 310 metros, á la velocidad de un metro

por segundo, representan un trabajo teórico de 496 caballos, de 75 kilográmetros. Los 31.300 elevados al depósito de Esplugas, con una carrera vertical de 110 metros, representan 531; en conjunto 1.027. Pero la potencia de los dos grupos elevatorios es de 1.500, poniéndose así de manifiesto la capacidad de tuberías y máquinas sin necesidad de entrar en el cálculo detallado de las resistencias pasivas. Conviene advertir á mayor abundamiento, que los dos grupos elevatorios no pueden trabajar simultáneamente de modo continuo, á su máximo de capacidad. De hacerlo así elevarían 41.700 metros cúbicos por día, en vez de los 33.000 autorizados, y que la bomba eléctrica de tracción puede proporcionar.

La tubería de 0,50 metros de elevación, desde la estación antigua de Cornellá al depósito del mismo nombre, es insuficiente para dar paso á los 30.000 metros cúbicos ofrecidos, á la velocidad de un metro por segundo, que sólo produciría 17.000 aproximadamente. Para alcanzar el volumen total, el agua debería impulsarse con presión suficiente á obtener la velocidad de 1,76 metros, límite todavía aceptable. Aun en estas condiciones, la potencia teórica absorbida para una elevación total de 60 metros sería de 276 caballos, muy inferior á la de 650 de las máquinas elevatorias. Ya se ha dicho que en la actualidad esta estación no eleva, por lo limitado del consumo, sino 7.000 metros cúbicos por día.

Consideraciones análogas demostrarían la suficiencia de las tuberías de impulsión de las estaciones auxiliares, no establecidas en los pozos de toma. Su menor importancia exime de entrar en detalles que harían difuso este dictamen.

Depósitos.—La capacidad total de los doce depósitos, establecidos en Barcelona por las Compañías abastecedoras, es de 46.150 metros cúbicos. Este volumen representa, para los 60.000 metros cúbicos del consumo ordinario actual, una reserva de dieciocho hofas.

Para los 81.000 que las Compañías pueden suministrar con sus actuales medios, trece horas y media.

Para los 142.560 de sus concesiones firmes, ocho horas.

Para los 195.960 resultantes de legalizarse la concesión de 1905, cinco horas y media.

Si se tratara de un depósito único, alimentado por una conducción, también única, de gran longitud, la capacidad anterior sería á todas luces insuficiente. Una avería importante, cuya reparación exigiera varios días, pondría en grave situación á la ciudad. La multiplicidad de los depósitos y su comunicación, que permite se sustituyan unos á otros, y llevar á las tuberías de distribución agua de procedencias diferentes, aminora el peligro hasta casi anularlo.

Por eso, los depósitos actuales, aun debiendo su origen á las ampliaciones no siempre previstas de las obras, constituyen una solución aceptable del problema. De todos modos, al ponerse en explotación la totalidad de las concesiones, debería construirse algún nuevo depósito, ó ampliarse alguno ó algunos de los existentes. También sería útil establecer uno al extremo de llegada del acueducto del Vallés, cuyas aguas pasan directamente á las tuberías sin masa intermedia amortiguadora de las oscilaciones de la aportación y del consumo.

Redes de distribución.—Difícil es fijar la capacidad de una red, sin un estudio minucioso y detenido, que sale de los límites en que la Asesoría ha de hacer sus investigaciones. En esa capacidad influyen muchos factores diferentes: diámetro de las tuberías; distancia y altura de los depósitos alimentadores; caudal suministrado en la extremidad de los ramales y en ruta; distribución del consumo por servicios y á diversas horas; enlace de unas con otras tuberías, y sistema adoptado para la venta del agua. Ya se ha

(1) Véase el número 1.950.

dicho que en la red de Barcelona, producto de la unión de las de la Empresa del Llobregat y de la Sociedad general, que á su vez comprende tuberías de diversas épocas, entre ellas las de la antigua Sociedad de la Derecha del Besós, están en exceso los tubos de pequeño diámetro. Las de gran diámetro, á partir del de 20 centímetros, de las que depende en primer término la capacidad de la red, se representan en el plano general de Barcelona: con trazo rojo las de la Sociedad general, y rojo y verde las de la Empresa del Llobregat; aunque el trazado es defectuoso, el estudio de conjunto produce la impresión de que las tuberías son suficientes para las necesidades del consumo actual, y aun cuando se elevara á 81.000 metros cúbicos por día. No lo sería, si poniéndose totalmente en explotación todas las concesiones, llegara á 196.000. Sería preciso entonces establecer nuevas líneas generales con tubos de gran diámetro, en la forma que se bosquejará más adelante, sin perjuicio de que sucesivamente, y á medida que el surtido se vaya extendiendo á zonas de la ciudad hoy no abastecidas, se haga llegar hasta ellas las ramificaciones de diámetros inferiores.

Complementos al surtido de las Compañías abastecedoras.

Las aguas ofrecidas por las Compañías, contando con la concesión completa de 1905, y aun con las aguas del Llobregat, de la de 15 de Octubre de 1866, producirían un máximo de 196.000 metros cúbicos diarios en cifra redonda. Unido al caudal propio del Municipio, sería suficiente para las necesidades actuales y aun para las futuras en un periodo de catorce á quince años, según lo hizo notar la Asesoría en su avance de informe de Octubre de 1911. Para llegar á la cifra de 300.000, correspondiente á una población de 1.000.000 de habitantes, sería preciso acudir á otros aprovechamientos, entre los cuales parecen los más indicados los siguientes.

Utilización de las concesiones no explotadas propias de las Compañías.

Mejora y ampliación de las explotaciones municipales.

Acequia Condal.

Proposiciones de suministro parcial presentadas á los concursos abiertos por el Excmo. Ayuntamiento y Comisión de Aguas.

Inútil es decir que de estos medios complementarios no habrían de estudiarse de una vez todos los escogidos. Podrían y deberían, por el contrario, irse implantando progresivamente en armonía con los aumentos de la población y su consumo de agua.

CONCESIONES NO EXPLOTADAS DE LAS COMPAÑÍAS. — El inventario unido al avance de informe de 17 de Octubre de 1911 enumera diversas concesiones mineras obtenidas por la Sociedad general para alumbramiento de aguas subterráneas, y son las siguientes:

Río Mogent. Concesión «San Saturnino», de 20 Junio 1880.

El mismo. Concesión «San Sebastián», de 23 Abril 1880.

Riera de Caldas. Concesión «Santa Teresa», de Febrero de 1882.

Riu Sech. Concesión «Adela», de fecha no precisada.

Río Llobregat. Concesión «La Estrella», de Septiembre de 1893.

La Sociedad general dice haber adquirido también el derecho al alumbramiento de aguas en las siguientes fincas de propiedad particular:

Finca «Ventalló», en la cuenca del Besós.

Manso «Claudellas», en la de la riera de Caldas.

Manso «Randa», á corta distancia aguas abajo de la anterior.

Mansos «Homet de Baix» y «Homet de Dalt», en las orillas izquierda y derecha, respectivamente, de la riera de Polinyá.

Debe suponerse que de todas estas concesiones y terrenos podrían obtenerse, dada su situación, aguas potables, en mayor ó menor cantidad; pero el no haberse hecho hasta ahora trabajos de exploración impide fundar en tales aprovechamientos cálculo ninguno serio, y por eso la Asesoría no las tuvo en cuenta al valorar las pertenencias de las Compañías. Pueden considerarse, en todo caso, como punto de partida para estudios ulteriores, si otras soluciones menos problemáticas no resolvieran el problema del abastecimiento total de Barcelona.

Por causa también de su indeterminación, la Asesoría dejó de asignar valor á la concesión otorgada en 1893 á la Compañía de la Ladera Derecha del Besós para aprovechar aguas subálveas de este río. La importancia de dicha concesión y la influencia que podría tener para completar el surtido de Barcelona merecen, sin embargo, se le dedique atención más detenida.

La antigua Compañía de la Ladera Derecha del Besós estuvo explotando durante largo tiempo las aguas extraídas por su estación elevatoria instalada en el delta de este río. La extensión de las edificaciones en San Martín de Provencals y el desarrollo de las industrias perjudicaron las condiciones de potabilidad de las aguas extraídas; y, para obtenerlas en mejores condiciones de pureza, y completar el abastecimiento de Barcelona, la Compañía decidió ir á buscarlas bajo el mismo cauce, trayéndolas por galería cubierta, al abrigo de las contaminaciones, hasta el pie de las bombas. Al efecto, solicitó la concesión de 1.060.000 metros cúbicos diarios de las sobrantes de las aguas subálveas del Besós, cerca de su desembocadura, según proyecto redactado por el arquitecto Sr. Falqués, que consistía en detenerlas en su curso por una presa subterránea, para captarlas por galería filtrante, á 820 metros de distancia del mar y 10 de altitud.

Las condiciones en que se hallaría el aprovechamiento constan en el informe emitido en 7 de Marzo de 1887 por el Ingeniero de la Jefatura de Obras públicas de la provincia, D. Victoriano Felip.

Dicho Ingeniero, aunque reconociendo la dificultad de comprobar por aforo directo el caudal subterráneo del Besós, juzga exagerado el volumen pedido. Fundándose en la extensión de la cuenca, en el producto de las lluvias y en otras consideraciones, estima no debe contarse con más de 300.000 metros cúbicos diarios para los efectos de su aprovechamiento práctico. Aun de ellos, no todos podrían captarse con las obras proyectadas. El lecho del río se compone, por orden de profundidad, de una primera capa permeable de 6 metros; de una segunda impermeable de pequeño espesor, y de otra tercera permeable, de espesor indeterminado, tal vez más de 20 metros, que descansa sobre la roca. La presa no detendría todas las aguas formando pantano subterráneo. Apoyada sobre la capa intermedia impermeable, y sin más longitud que el ancho del cauce, dejaría escapar una gran parte del caudal por los costados y por la capa impermeable inferior. En tales condiciones es imposible conocer el volumen de agua que podría obtenerse en el punto de toma.

La concesión se otorgó por Real orden de 6 de Marzo de 1893, pero sin precisar volumen, que no se fijaría hasta conocerse el resultado de los aforos que en un periodo de cuatro ó cinco años habrían de hacerse por la jefatura de Obras públicas de la provincia. Las obras no se emprendieron; las pertenencias de la Compañía de la Ladera Derecha del Besós, incluso la concesión citada, pasaron, después de varias vicisitudes, á poder de la Compañía general de Aguas de Barcelona; pero ésta no sólo no hizo nada por utilizar las nuevas aguas concedidas condicionalmente, sino que abandonó la antigua estación elevatoria de San Martín

de Provencals, desmontando sus máquinas y renunciando á todo aprovechamiento por aquella parte. Hoy sólo utiliza, empalmando con la red de distribución de Dos Rius, la que fué red de la Ladera Derecha, de un desarrollo aproximado de 30 kilómetros.

Transcurrido con exceso el plazo legal de comienzo de las obras, la concesión está virtualmente incursa en caducidad, por más que esa caducidad no haya sido declarada, y quepa oponerse á la declaración, por la circunstancia de no haberse hecho los aforos prevenidos; falta que parece más bien imputable á la Administración que al concesionario. De todos modos, sería preciso rehabilitar la concesión por una prórroga, solicitada y obtenida del Ministerio de Fomento.

Respecto al volumen de agua utilizable, la Asesoría ni acepta ni rechaza los argumentos del Sr. Felip. Los datos del problema son demasiado indeterminados para predecir cifras exactas, sin el estudio experimental que las mismas cláusulas de la concesión imponen. Es evidente que el delta del Besós encierra una cantidad enorme de agua, y de ello es prueba, entre otras, la extracción de los 10.000 metros cúbicos por los establecimientos industriales de San Martín de Provencals; hecho mencionado en el primer informe de la Asesoría. Por otra parte, ese delta, de escasa anchura en su parte superior, cerca del estrechamiento de su base granítica, se ensancha considerablemente, hasta alcanzar varios kilómetros de extensión, en la parte baja. Como por una y otra discurren las aguas procedentes de la cuenca alta del Besós, acumuladas en la primera, y diseminadas en la segunda, las tomas hechas cerca del estrechamiento, allí donde están la mina de Moncada, los pozos municipales del Besós y la estación elevatoria de la Sociedad general, ofrecerán siempre más probabilidades de abundante caudal que las hechas cerca de la costa. Como, además, han desaparecido las circunstancias que aconsejaron á la Compañía de la Ladera Derecha establecer la toma cerca de su estación elevatoria, el Excmo. Ayuntamiento, en la hipótesis á que se viene refiriendo este informe, debería solicitar más bien que la prórroga de la concesión de 1903, su modificación en el sentido de que la toma se hiciera cerca de los pozos del Besós. Aquella concesión le produciría entonces la ventaja indirecta de ser aprovechable en gran parte la información abierta para la apreciación de oposiciones, sin temor á las que pudiera suscitar la misma Sociedad general como usuaria de las aguas subterráneas, ya directamente en su estación elevatoria, ó ya en la parte inferior del delta, por asumir los derechos de la Empresa de la Ladera Derecha.

Las ventajas, desde el punto de vista de la explotación, serían todavía mucho mayores. Si el Ayuntamiento se hiciera cargo de las instalaciones y servicios de la Sociedad general, reuniría en una reducida extensión de terreno los siguientes aprovechamientos:

	Metros cúbicos.
Participación en el caudal de la mina de Moncada, con un mínimo diario de.....	10.000
Pozos municipales del Besós.....	24.000
Estación elevatoria del Besós, hoy perteneciente á la Sociedad general.....	30.000
Nueva concesión, estimada prudencialmente como mínimo, en.....	50.000
TOTAL.. .. .	114.000

Esta suma podría llegar tal vez á 130.000 metros cúbicos, si el Ayuntamiento lograra adquirir todas ó la mayor parte de las aguas de la Acequia Condal, de que se hablará más lejos. Enton-

ces todos los aprovechamientos podrían concentrarse en una estación elevatoria única, con las ventajas técnicas de servicio y económicas, inherentes á la concentración; elevando las aguas, unas al acueducto alto de Moncada, ó, como ahora, á las de Dos Rius y del Vallés, y otras á niveles diferentes, según las necesidades de la distribución por alturas escalonadas, preconizada por esta Asesoría. Conviene añadir que para el establecimiento de una nueva estación central, ó ensanche de la del Besós, posee la Sociedad general terrenos comprendidos en su oferta; y que la baja en el precio de la energía eléctrica en Barcelona permitiría electrificar las elevaciones mecánicas, obteniéndose la economía y las facilidades que proporcionan las bombas multicelulares movidas por motor eléctrico, para dividir las tomas, y combinar sus caudales, y para utilizar la potencia de las máquinas, en serie ó en paralelo, en circunstancias diversas de volumen de agua á elevar y altura de elevación.

MEJORA Y AMPLIACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES MUNICIPALES.—La nota descriptiva, inserta en el apéndice, da á conocer la situación, disposición, estado y rendimiento de los aprovechamientos municipales, reducidos al acueducto bajo de Moncada, alimentado con la parte alicuota, correspondiente al Municipio, de agua de la mina de aquel nombre, y á tres pozos del Besós, ya que las minas de Montaña, propias también de la ciudad, no influyen sensiblemente, por su escasísima importancia, en el problema general del abastecimiento.

Cuanto en la nota se dice indica claramente la reducida utilidad que el Ayuntamiento y el vecindario de Barcelona obtienen de dichos aprovechamientos. De los 10.000 metros cúbicos diarios que, como mínimo ordinario, le corresponden de las aguas de Moncada, llegan sólo al consumo 6.000. Ni la sección del acueducto ni el estado de las obras de conducción y distribución permiten otra cosa. Los pozos del Besós pueden suministrar legalmente 24.000, y allí hay disponible, materialmente, ese caudal; pero no existiendo donde verterlo, sólo se utiliza parcialmente para suplir, en épocas de escasez, las deficiencias de la mina. Si el Ayuntamiento adquiriese las pertenencias y derechos de las Sociedades abastecedoras, la agrupación de tomas de que se ha hablado anteriormente, daría á todas las aguas aplicación económica y provechosa, sin perjuicio de que se aumentasen con las procedentes de otras concesiones, nuevas ó modificadas, como la citada de la Ladera Derecha.

El principio de la utilización por el Municipio de Barcelona de una nueva concesión en el Besós es también aplicable á la cuenca del Llobregat. Los extensos terrenos que la Sociedad general posee en Cornellá, y que pasarían á ser propiedad del Ayuntamiento; la disposición de los edificios y máquinas de aquella estación elevatoria prevista para ampliaciones ulteriores y la facilidad que las transmisiones de energía eléctrica prestan para multiplicar los pozos de tomas, son circunstancias favorables para el otorgamiento y explotación de una concesión adicional. Todo hace suponer existen sobradamente en Cornellá los 86.400 metros cúbicos diarios de la concesión de 1905. Los aforos que como garantía habrá de estipular el contrato de traspaso servirán para comprobarlo, y si la comprobación da, como es de esperar, resultado satisfactorio, no parece aventurado el tratar de extraer de capa artesiana tan importante hasta 100.000 metros cúbicos. Una concesión suplementaria de 13.600 con pozo de extracción independiente no parece hubiera de tropezar con grandes dificultades.

ACEQUIA CONDAL.—También el apéndice da á conocer datos históricos y descriptivos de esta acequia de riego y propulsora de tres molinos, cuyos usuarios comparten con el Municipio de Barcelona el aprovechamiento de la mina de Moncada, propiedad en

pasados tiempos del Real Patrimonio. El ventajoso procedimiento de la concentración en una sola estación elevatoria de todas las aguas del Besós dedicadas al abastecimiento de la ciudad y de diversas procedencias: acueducto bajo, pozos municipales y pozos de la Sociedad general, recibiría un útil é importante complemento con la adición de las aguas de la Acequia. Todas las de la mina de Moncada podrían entonces distribuirse en Barcelona entre sus habitantes, y el Ayuntamiento las recibiría reuni-

das en el lugar más conveniente para su conducción y elevación.

Para la adquisición por el Excmo. Ayuntamiento de los derechos á las aguas de la Acequia Condal caben tres procedimientos diferentes:

Convenio con los usuarios.

Expropiación forzosa.

Aplicación de los preceptos de la ley de Aguas.

(Continuará.)

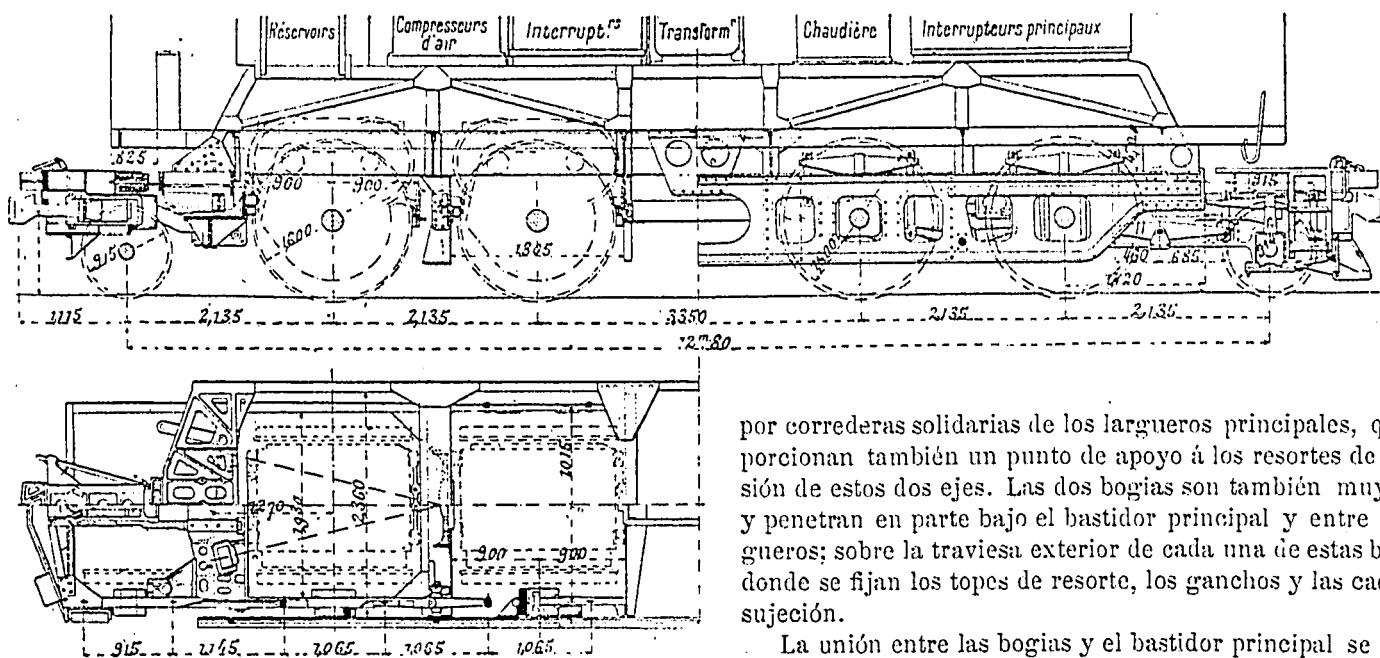
Revista de las principales publicaciones técnicas.

Locomotora eléctrica, tipo «Colonial» del New-York-New-Haven and Hartford Railroad.

El New-York-New-Haven and Hartford Railroad ha puesto recientemente en servicio, en la sección final de la línea de New-Haven que termina en Nueva York, un nuevo tipo de locomotora eléctrica, construido por Westinghouse Electric and Manufacturing C.^a y por los Establecimientos Baldwin, cuyos detalles de construcción más característicos describimos á continuación. Esta locomotora, que desarrolla un esfuerzo de tracción en el enganche de 5.400 kilogramos á la velocidad de 56 ki-

tada por seis ejes de los que los dos de en medio giran en cojinetes solidarios del bastidor principal, en tanto que los otros cuatro forman, en las dos extremidades de la locomotora, dos bogias articuladas á este bastidor y llevando cada una un eje motor y otro portador.

El bastidor principal está constituido por dos largueros muy altos, taladrados para dar acceso á los cojinetes interiores, que están sólidamente arriostrados por cuatro traviesas intermedias de palastro y otras dos extremas muy fuertes de acero fundido; soporta directamente la caja y todos los aparatos eléctricos. Las cajas de grasa de los ejes centrales están guiadas directamente



Figs. 1.^a y 2.^a

lómetros por hora, con la que se consigue arrastrar trenes pesados de viajeros á la velocidad máxima de 80 kilómetros por hora, pesa, en orden de marcha, 116,5 toneladas y lleva, además de sus equipos eléctricos de alta y baja tensión, para corriente alterna y para corriente continua, una caldera calentada por petróleo, destinada á la calefacción de los trenes por el vapor. Puede circular, indiferentemente, por las líneas exteriores abastecidas con corriente monofásica á 11.000 voltios, transformada en la locomotora misma en corriente alterna á 600 voltios por un transformador estático, ó por las líneas suburbanas y urbanas, que emplean corriente continua también á 600 voltios.

La máquina, cuyos principales detalles de construcción se indican en las figuras 1.^a y 2.^a, que tomamos de *Engineering News*, es del tipo de dos articulaciones y de ocho motores ac-

por correderas solidarias de los largueros principales, que proporcionan también un punto de apoyo á los resortes de suspensión de estos dos ejes. Las dos bogias son también muy fuertes y penetran en parte bajo el bastidor principal y entre sus largueros; sobre la traviesa exterior de cada una de estas bogias es donde se fijan los topes de resorte, los ganchos y las cadenas de sujeción.

La unión entre las bogias y el bastidor principal se obtiene, por una parte, por la cubeta de dos resortes que se apoyan cada uno sobre una de las traviesas extremas de este bastidor, transmitiéndole los choques. La traviesa extrema interior de cada bogia lleva, por su parte, dos fuertes clavijas verticales laterales, guiadas entre dos palastros del bastidor principal, y cuyas caras portadoras son cilíndricas y tienen por centro el centro ficticio de articulación de estas bogias.

Además, la traviesa intermedia de cada bogia se une directamente al bastidor principal: por una parte, por dos bielas articuladas á este último y abrazando, por una abertura oblonga de su otra extremidad, una clavija de la bogia, á la cual se deja así el juego longitudinal indispensable para el funcionamiento de los resortes interpuestos entre esta bogia y el bastidor; por otra parte, se ha interpuesto entre este bastidor y cada bogia dos piñones dentados cónicos de ejes convergentes hacia el centro ficticio de rotación de la bogia, que engranan con una cremallera solidaria del bastidor principal y rodando sobre una guía de esta bogia. Estos piñones son excéntricos con relación á su propio eje y están dispuestos de tal modo que producen la vuelta automáti-