

Como tipo de barrio comercial se presenta uno de 46 Ha, 54 áreas, situado en la carretera de Toledo, en el límite del actual término municipal. En él se adopta la estructura circular, ya que el terreno, después de explanado, quedaría casi llano, caracterizándose su disposición por las vías radiales que constituyen la carretera de Toledo y otras dos que van a Carabanchel y al puente del embarcadero, una plaza circular de 90 m de diámetro y varias calles circulares, adoptando estructuras distintas para cada uno de los cuatro sectores y dejando dos amplias plazas-jardín, A y B. La plaza central deberá tener arquitectura obligatoria, y las calles disponerse con soportales, sistema de abolengo español, adoptado por los modernos urbanistas franceses en Marruecos. La edificación de la barriada estará constituida por bloques de casas, cuya disposición será determinada por su destino, dentro de lo que dispongan las Ordenanzas municipales, pudiendo dedicarse algunos bloques a viviendas.

La superficie de la barriada se distribuye en 31 hectáreas, 50 áreas edificadas, y 15 Ha, 4 áreas de calles y plazas, correspondiendo el 32 por 100 de la superficie total a calles, plazas y jardines, distribuyéndose la superficie edificada en dos partes, indicadas en el croquis con rayados diferentes, correspondiendo la parte central a una primera etapa constructiva.

Construido un nuevo puente sobre el Manzanares en el paseo del Canal, establecida la línea de tranvías de Atocha a Carabanchel, que atravesaría la barriada, y urbanizada la zona con la perfección que requiere su destino, quedaría un núcleo urbano con 18 000 habitantes, con urbanización y construcción modernas y fácilmente unido al centro de la capital, cuya finalidad sería la de servir de centro urbano a la populosa barriada residencial que se propone al SO. de Madrid.

La zona industrial sólo se ha estudiado en cuanto a su emplazamiento y enlace con las zonas restantes. Se sitúa en ella una estación de mercancías y una parcela para el servicio de ferrocarriles, cuyos terrenos deben ser expropiados y plantados de arbolado, quedando disponibles para cuando sean precisos, ya que el desarrollo industrial de la ciudad no puede seguir la misma norma que el desarrollo residencial, por estar ambos impulsados por causas distintas.

La exposición de los tipos de parcelación adoptados y la disposición general del conjunto urbano que se presenta en el croquis número 1 muestran las características propuestas para el nuevo Madrid, de las que deben destacarse por su importancia tres: la dis-

tribución en zonas, la densidad de población y el sistema de comunicaciones y transportes urbanos y suburbanos, que será objeto de estudio independiente. La distribución en zonas no quiere decir establecimiento de compartimientos estancos de la vida ciudadana, sino una agrupación de la vida urbana, sin llegar al aislamiento; así pueden observarse en las zonas parceladas grupos de edificaciones dedicadas al comercio local, a aquellos establecimientos que deben estar más en contacto con la vivienda, agrupándose en las zonas comerciales los centros de vida urbana intensa, que han de valorizar y dar vida a las distintas barriadas, y agrupándose asimismo en el sistema de parques los espacios libres interiores.

En cuanto a la densidad de población, su alteración en la nueva ciudad es la característica más saliente del plan propuesto. En el Madrid actual, la densidad de población es superior a 2 000 habitantes por hectárea en algunas barriadas del interior, y superior a 1 000 en la mayor parte del interior y en parte del ensanche actual, caracterizándose los tipos de urbanización y construcción actuales por su tendencia a rebasar los 1 000 habitantes por hectárea, no habiéndose alcanzado esta cifra en algunos puntos por no estar edificados todos los solares, pudiendo afirmarse que, una vez construido todo el ensanche de Madrid, en muchas zonas se rebasará esta densidad.

En el plan propuesto he adoptado, como densidad máxima en las zonas parceladas, la de 400 habitantes por hectárea, que en el conjunto de la ciudad será menor al entrar en el cálculo el sistema de parques y las zonas de menor densidad. Esta disminución de la densidad lleva en sí la desaparición del predominio de la altura sobre la extensión que caracteriza la construcción actual, la supresión de la parcelación en grandes manzanas subdivididas en solares de poca fachada y mucho fondo, la supresión de la casa de corredor en las viviendas humildes y de los cuartos interiores en las viviendas de tipo medio. Esta profunda alteración de la estructura urbana tiene como consecuencia económica la precisión de estudiar un sistema de transportes y una urbanización adecuadas, ya que al disminuir la densidad de población disminuye el rendimiento económico kilométrico del sistema de transportes y aumenta la superficie de calles y plazas, precisando, a su vez, que los precios de los transportes urbanos sean económicos, así como el valor del solar producto de la urbanización y materia prima de la nueva ciudad.

R. MONTALBAN
Ingeniero de Caminos

Observaciones a la tracción por hélice sobre carriles

En los diferentes estudios que he publicado sobre la aplicación de la hélice aérea a los ferrocarriles he manifestado que no había necesitado inventar teorías nuevas ni aplicar procedimientos técnicos extraordinarios, habiéndome bastado tener en cuenta los progresos técnicos alcanzados por los transportes me-

cánicos, en sus diferentes modalidades, para llegar a una solución que constituye un resultado industrial nuevo y más ventajoso.

La fuerza del sistema que propongo está precisamente en esta coordinación de técnicas, parcialmente realizadas en otro orden, aplicando solamente aquellos

dispositivos cuya función representa en la historia del progreso de los transportes mecánicos un avance indiscutible.

Como elementos fundamentales, incorporo al nuevo sistema de tracción por hélice aérea, de una parte, el carril y la rueda, aunque de perfil diferente, y los

nómenos de torbellino derivados de la proximidad del tren al suelo, en la doble hipótesis de procurar una resistencia al avance y dificultar la estabilidad del vehículo.

Necesitamos recurrir forzosamente a la teoría de la viscosidad, y ninguna autoridad más indicada que la

del cultísimo ingeniero T. C. Herrera. Dice así (*Acrotectnia*, pág. 7): "La viscosidad del aire determina un cierto arrastre entre cada masa aérea y las que la rodean. Si suponemos dos chapas planas, paralelas, separadas a un milímetro de distancia, de las cuales una está fija y la otra corre con una velocidad de 100 metros por segundo, la viscosidad del aire comprendido entre ellas tratará de comunicar el movimiento de la chapa móvil a la fija con una fuerza de arrastre de 170 gramos por metro cuadrado. Esta fuerza crece proporcionalmente con la densidad del aire y con la velocidad de la chapa móvil, e inversamente a la distancia que separa las dos superficies."

Como estos vehículos no han de circular a velocidades ma-

mayores de los 100 m por segundo ni la separación entre su cara inferior y el suelo ha de ser menor de 200 milímetros, resulta evidente que esta influencia es insignificante.

Pero es fácil probar experimentalmente que esta influencia es nula a base de los ensayos realizados con el carretón de maquetas del laboratorio aerodinámico alemán Flugbahngesellschaft. Estas experiencias fueron realizadas con el carro cuyo dibujo se da en la figura 1.^a, y se compone de un bastidor montado sobre dos ejes, con cuatro ruedas de 700 mm de diámetro, siendo su longitud total 13 m. y 10 m entre ejes. Su peso total es de 6 000 kg.

Con este carro a tracción por hélice se llegó a velocidades de 170 km/h, no siendo posible mayores velocidades por tener la vía de ensayos solamente ocho

rodamientos de bolas como elementos que reducen las resistencias de fricción; la construcción del material móvil, con aleaciones ligeras de alta resistencia, para lograr un peso específico bajo; la suspensión, a base de caucho; los motores, de gran potencia másica, y la hélice aérea, como grupo motopropulsor de mejor rendimiento, y la técnica del carenado de los trenes para reducir las enormes resistencias del aire a grandes velocidades.

Inatacables estas técnicas aisladamente, cabe, naturalmente, poner reparos en su aplicación a los ferrocarriles, por plantear problemas nuevos, habiendo recibido algunas observaciones, que, aunque formuladas tímidamente, pues no han tenido forma de objeción razonada, deseo desvanecer en este artículo. Estos reparos pueden resumirse a los siguientes:

La circulación de trenes muy ligeros a grandes velocidades con tracción por hélice aérea pueden producir torbellinos, por su proximidad al suelo, que perjudiquen la estabilidad y aumenten la resistencia al avance. El frenado de masas tan grandes a velocidades elevadas puede ofrecer dificultades serias que comprometan la seguridad. La supresión del balles-taje clásico y sustitución por elementos de caucho en forma tan amplia puede llevar a un desgaste rápido de este material, por su trabajo grande. La perspectiva desde el tren puede resultar desagradable, por la colocación de los pórticos de la vía, que se sucederán con vertiginosa rapidez.

Estudiaremos el supuesto inconveniente de los fe-

Fig. 1.^a - Charriot de la F. B. G. -

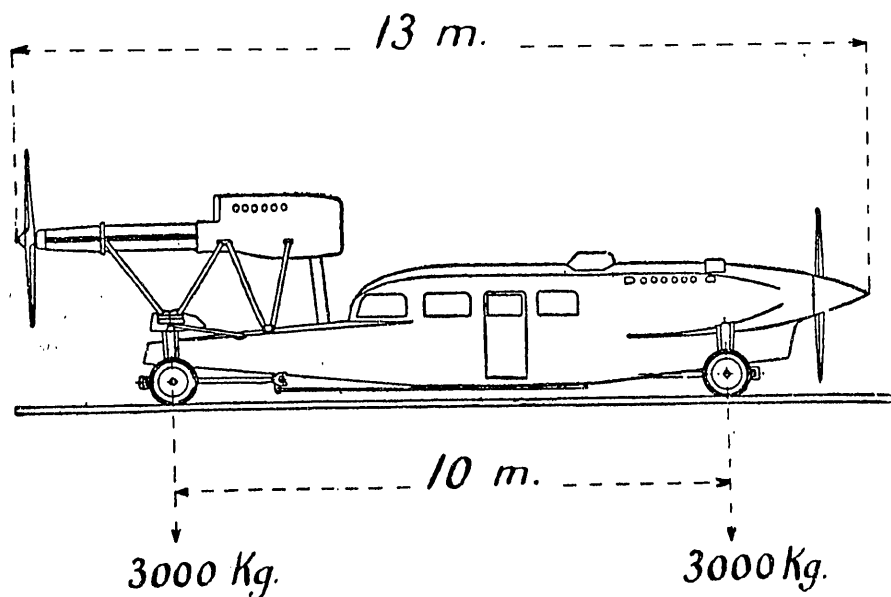
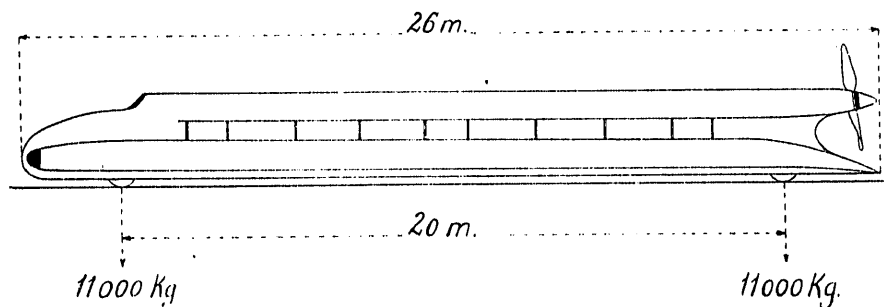


Fig 2.^a - Tractor Kruckenberg -



kilómetros de longitud. Se examinó la adherencia de las ruedas por medio de dos periscopios, comprobándose que en ningún momento, a pesar del poco diámetro de las ruedas y de la pequeña carga vertical, no se despegaron del carril, ni aun unos milímetros, resultado comprobado también por medidas de choque.

Esta comprobación tiene tres derivaciones: demostración del efecto nulo de la viscosidad a grandes velocidades, del efecto nulo de la reacción de la hélice tractora y estabilidad perfecta de los vehículos ligeros de tracción por hélice a velocidades elevadas y en recta sin ningún dispositivo especial.

En el mismo vehículo, cuya suspensión estaba amortiguada en los dos planos por resortes y por elementos de caucho, la elasticidad de la caja fué medida de modo tan sensible, que fué registrada una frecuencia propia de un hertz, comprobándose que los efectos de resonancia y de choque a la máxima velocidad indicada eran nulos.

Otro ensayo más divulgado ha sido el del tractor Krukenberg (fig. 2.^a). Las características de este vehículo son diferentes: más longitud, mayor diámetro de las ruedas, mayor carga vertical (11 000 kg por eje cargado), hélice propulsora, en vez de tractora, etcétera. En repetidos ensayos, en los cuales alcanzó la velocidad de 230 km/h, se comprobó asimismo su perfecta estabilidad en recta y la influencia nula de los fenómenos de viscosidad.

Las características del tractor A. T. C. (fig. 3.^a) son aún más favorables, pues al tener las ruedas sólo 500

unidades, con otro tren de tracción por hélice aérea, de cuatro unidades también, circulando el primero a 90 kilómetros por hora y el segundo a 240, siendo el peso del primero 350 ton y el del segundo 48, la relación de la fuerza viva entre ambos convoyes sería casi la misma, según el siguiente cálculo:

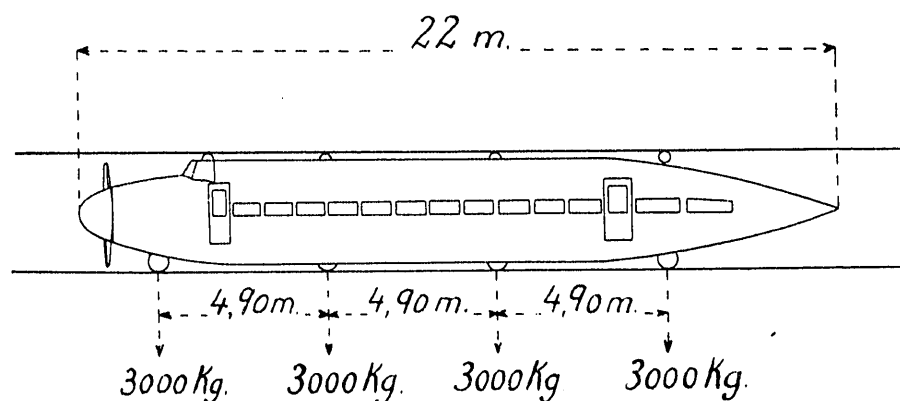
$$\frac{350 \text{ ton} \times 90 \text{ km/h}^2}{48 \text{ ton} \times 240 \text{ km/h}^2} = 1,03$$

Existe, pues, compensación entre ambos trenes, a pesar de ser las velocidades tan distintas, debido a la notable disminución de peso muerto del sistema A. T. C. Pero hay que tener en cuenta, además, otro factor, que no figura normalmente en las ecuaciones generales de frenado, y es la resistencia del aire. Este valor es considerable en estos trenes ultrarrápidos, por crecer el esfuerzo resistente como el cuadrado de la velocidad, cuya influencia empieza a ser preponderante al exceder de las velocidades consideradas hoy elevadas en ferrocarriles. Otro factor es la aplicación de zapatas de freno protegidas con ferodos, cuyo coeficiente de adherencia es mayor que entre metales, y llega prácticamente a 0,40, y como, además, las zapatas no frenan sobre las llantas, sino sobre los carriles, siempre fríos, se comprende su mayor eficacia, especialmente en los frenos continuados, ya que el freno de fricción actúa en definitiva como un transformador de energía. La construcción de estas zapatas en aluminio sería otra ventaja, debido a la mayor conductibilidad de este material.

Los inconvenientes, bien conocidos, que presenta la suspensión clásica por ballestas y muelles de acero crecen considerablemente al aumentar las velocidades del tren, produciendo un aumento de los fenómenos vibratorios, en extremo pe-

ligeros. La reducción del peso muerto de los vehículos en el A. T. C., tan favorable para la tracción, tiene el inconveniente de producir desequilibrios y diferencias grandes entre el peso suspendido y no suspendido por las variaciones constantes de la carga. Estos inconvenientes obligan a recurrir a un nuevo sistema de suspensión y aplicar otro material. El caucho es, indudablemente, el material indicado, por su gran elasticidad y su propiedad de absorber las reacciones en todos sentidos, y como las oscilaciones de los trenes son, no solamente a través de sus tres planos teóricos, sino que además existen otras múltiples deformaciones, este material encaja todas estas reacciones, cualquiera que sea su sentido. También su densidad, 0,98, en relación con la del acero, 7,60, es otra ventaja. En cuanto a la duración, ha de ser mayor aquí que aplicado, por ejemplo, en un parachoques, en los cuales ha dado muy buenos resultados, a pesar de ser los esfuerzos en este caso mucho mayores y distinto su trabajo. Por la forma de hacer trabajar estos amortiguadores en este sistema cabría aplicar el segundo teorema de Castigliano, bien conocido: "Cuando un sistema elástico está sometido a la acción de distintas causas, la distribución del tra-

Fig. 3.^a Tractor sistema A. T. C.



milímetros de diámetro, baja más el centro de gravedad, la longitud es similar a la del tractor Krukenberg y la hélice tractora, siendo el peso por eje igual al del tractor F. B. G. Característica especial de este tractor es tener poleas superiores de guía, que han de permitirle la estabilidad en curvas cerradas.

Otra observación se refiere al problema que puede representar la energía cinemática formidable de estos nuevos trenes y las dificultades que pueden presentarse para el frenado, especialmente por no utilizar el freno clásico sobre las llantas y tener que disminuir en la ecuación general de frenado algunas de las resistencias principales, como la de fricción del rodaje entre llanta y carril, la de los ejes con los cojinetes, etcétera.

Como solución se aplican en el nuevo sistema tres clases de freno: el aerodinámico, el de reacción y el de fricción, los cuales cumplen plenamente su función dentro de coeficientes grandes de seguridad. He de observar que, si bien la velocidad de estos trenes se aumenta considerablemente, se disminuye en proporciones aún mayores el peso total del convoy; la fuerza viva queda, en definitiva, disminuida.

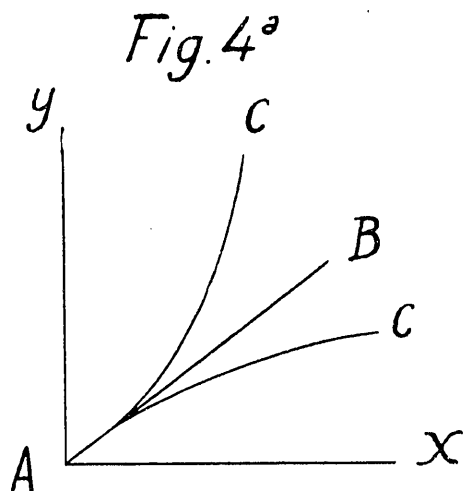
Si, concretando, comparamos un tren expreso de tracción normal, compuesto de locomotora y cuatro

bajo molecular en su interior es tal, que da lugar a un trabajo mínimo."

Si, de otra parte, comparamos el trabajo del caucho con el de los muelles de acero, observaremos que la flexibilidad de éstos es constante con la variación de la carga, lo que representa un inconveniente, por ser continuas estas variaciones de peso y por ser mayores en estos trenes las diferencias entre el peso suspendido y no suspendido. Si al calcular la flexión del acero se tiene en cuenta el máximo peso suspendido, la deformación estática resultará peligrosa cuando el vehículo circule vacío. Viceversa si se calculan las deformaciones del acero para el vehículo vacío, resultarán deformaciones inadmisibles en las cargas máximas.

Estos inconvenientes quedan eliminados con los amortiguadores de caucho, cuya suspensión ofrece un diagrama de deformaciones distinto, como puede verse gráficamente en la figura 4."

Mientras la suspensión por muelles de flexibilidad constante en función de la carga ofrece la línea *AB*,



una suspensión con caucho nos dará la curva de deformación *AC* cuando la carga aumenta, y la *AD*, cuando la carga disminuye.

Claro que esta suspensión aperiódica, que ofrece el caucho, es posible mediante muelles espirales de acero (sistema Broussousse, Le Burcher, etc.), pero siempre resultaría con un peso mayor y sin ofrecer la ventaja importante, antes indicada, de suprimir los fenómenos de vibración y de resonancia, como ocurre con el caucho.

Respecto a la perspectiva desagradable que desde el tren puedan ofrecer los pórtilos de la vía al sucederse rápidamente, observaremos, sin entrar en explicaciones de óptica, que, detrás de una hélice en marcha, la vista se acostumbra fácilmente a la rápida sucesión de las palas, y el horizonte se ve como detrás de un tenue celaje, sin molestia alguna. Pero, en el supuesto de que fuese necesario usar cristales prensados, sería este un detalle sin importancia, resultando más agradable, en este aspecto, que un viaje de noche, o en Metro, con la ventaja de tener luz natural y una ventilación perfecta.

Iba a terminar estas cuartillas cuando leo en esta Revista un artículo muy interesante sobre el porvenir de los ferrocarriles, del distinguido ingeniero señor Arango, en el cual hace referencia a la tracción por hélice aérea sobre carriles, formulando algunas observaciones.

Al referirse al tractor Kruckenberg, de que antes nos hemos ocupado, observa la falta de estabilidad al paso de las curvas. Este problema, en trenes de tracción *sin adherencia*, ha sido desde el primer momento el punto de partida de mis estudios, llegando a la conclusión de la necesidad de guías que resuelvan, en sentido altimétrico, la estabilidad que proporciona el actual carril en sentido planimétrico. No afectan, pues, a mi sistema, pero objeta, respecto del mismo, "la dificultad que puede representar el nuevo sistema al exigir una transformación del camino".

Es indudable que esta necesidad no viene impuesta por el sistema en sí, sino que es, de todos modos, obligada, si se pretende un aumento considerable de velocidad, como se proyecta en el A. T. C. Si este aumento se supone con otro sistema, el problema sería el mismo, y de considerar este aumento a velocidades de 300 km/h, en el actual sistema de tracción por adherencia el problema resultaría insoluble económicamente. Este supuesto se confirma en el referido artículo al explicar la constante necesidad de aumentar la resistencia de las vías al aumentar la potencia. El mismo problema se plantea si se trata de caminos ordinarios para circular automóviles a mayores velocidades. El Sr. Arango dice en este caso: "El coste de estas vías será económicamente prohibitivo."

Exactos estos puntos de vista, prueban la necesidad de vías especiales para aumentar la velocidad y obtener una regularidad de tráfico, *cualquiera que sea el sistema*, y ésta es una de las grandes ventajas de la tracción por hélice, pues al permitir reducir el peso específico de los trenes a cifras extraordinariamente bajas, las infraestructuras son sencillas y económicas.

Añade asimismo a la falta de solidaridad que se podría crear entre el nuevo sistema y las actuales líneas férreas; pero, al establecer esta hipótesis, parece considerar unificadas las vías y material, y supone una densidad de líneas que, desgraciadamente, no existe en España. De los 17 000 kilómetros de vías férreas (cifra aproximada), sólo la mitad pueden considerarse relativamente unificadas; pero si, como es lógico, extendemos esta coordinación a los transportes por carretera, marítimos, aéreos y fluviales, hay que afirmar no existe tampoco esta solidaridad.

Entiendo que el común coordinador no puede ser el medio de transporte —pues, además de ser irrealizable, sería ir contra el progreso—, sino más bien un elemento auxiliar, como es, por ejemplo, la caja de agrupamiento o "container", de cuya aplicación se muestra el Sr. Arango, como yo, decidido partidario, manifestando textualmente en dicho artículo: "La adopción, con carácter general, de este sistema presenta ventajas inmensas", que luego detalla prolijamente.

De otra parte, en el transporte de viajeros la solución viene orientada con el sistema de correspondencia, que tan buenos resultados da en los metropolitanos, comprobándose que los viajeros prefieren la pequeña incomodidad de un transbordo a cambio de una mayor velocidad, seguridad, regularidad y economía, condiciones perfectamente realizables en el sistema A. T. C.