

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

EL METROPOLITANO "ALFONSO XIII,"

POR

ANTONIO G. ECHARTÉ, CARLOS MENDOZA, MIGUEL OTAMENDI

Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

PRIMERA PARTE (1)

EL PROYECTO

I.—Objeto y utilidad del Metropolitano.

El Ferrocarril Central-Metropolitano de Madrid á que se ha dado el nombre de «Alfonso XIII», tiene por objeto establecer una rápida y cómoda comunicación entre sus barrios más populosos y entre éstos y las principales estaciones de ferrocarril. Se construirán para ello galerías subterráneas de doble vía, que constituyan las arterias principales de la completa red que en su día comprenderá entre sus mallas el conjunto de la capital y sus alrededores.

Basta haber indicado el objeto de este ferrocarril para comprender su utilidad. La capital de España, de día en día, se va desarrollando, y si recordamos el movimiento de viajeros que hace veinte años servían los tranvías de tracción animal y lo comparamos con el que actualmente realizan los tranvías eléctricos, se ve que el tráfico ha aumentado mucho más rápidamente que la población. ¿A qué se debe este hecho? Pues indudablemente se debe en gran parte á la rapidez en las comunicaciones; á la mayor velocidad y «confort» de los tranvías eléctricos respecto de los de caballerías.

Este aumento de velocidad ha sido causa de que la población se vaya extendiendo, de que sus habitantes, contando con la mejoría en las comunicaciones, se alejen del centro, satisfaciendo así la creciente necesidad de aire, de luz y de higiene. La red actual de tranvías eléctricos, que tan positivos beneficios hasta aquí ha causado, no creemos, sin embargo, que pueda dar satisfacción definitiva á las necesidades crecientes de nuestra capital.

Efectivamente: la estrechez de gran parte de sus calles, el

tráfico intenso y desordenado de peatones, coches y carros de todas clases, que circulan por ellas; el trazado de las mismas con curvas violentas y fuertes pendientes, son otros tantos obstáculos que impiden hoy día á los tranvías circular con rapidez, y lo que es más importante, son dificultades que se agravarán de día en día, pues la vitalidad de Madrid exigirá cada vez tráfico más intensos. La escasa anchura de algunas de las vías más principales de comunicación (Fuencarral, Hortaleza, Barquillo, Atocha, etc.) obliga á los tranvías al empleo de la vía única y abarrota el tráfico; esto, unido á los atascos originados por la aglomeración de vehículos, al tiempo perdido en la subida y bajada de viajeros por el estrecho acceso de sus coches, por el que escasamente pasa una persona, dan como consecuencia un servicio que necesaria y fatalmente tiene que ser lento y sobre todo irregular, no siendo posible cumplir los cuadros de marcha con exactitud. Y estos defectos no se podrán corregir, por la imposibilidad de aumentar la velocidad de los vehículos, que ya es peligrosa en la actualidad, ni de aumentar el número de sus coches, pues las dificultades de los cruces empeorarían el mal en vez de corregirlo.

¡Quién no ha visto el rosario de tranvías detenidos á lo largo de las calles de Carretas, Hortaleza, Fuencarral y otras muchas, mientras el público aguarda pacientemente formando cola en las «paralelas» de la Puerta del Sol! El pueblo de Madrid tiene derecho á que se satisfagan sus justas necesidades de trasladarse de uno á otro lado *rápidamente* con comodidad, y sabiendo el tiempo exacto que va á invertir en los recorridos, sin los imprevistos de paradas, cruces y atascos.

Este programa realizará el ferrocarril Metropolitano, alcanzando una velocidad comercial de 25 kilómetros por hora, con una capacidad de tráfico que permitirá lanzar cada dos ó tres minutos trenes de cinco unidades, en los que holgadamente cabrán 250 personas, cumpliéndose los horarios con precisión matemática y cruzando Madrid á través de una galería con doble vía, en la que circularán anchos y cómodos vehículos, perfectamente iluminados, que en menos de diez minutos recorran trayectos como el de los Cuatro Caminos á la plaza del Progreso. Esta capacidad de tráfico permitirá también en las fiestas poner al público en sitio oportuno y á la hora crítica.

Ninguna de estas consideraciones tiene novedad alguna, están sancionadas por la experiencia en todas las grandes capitales en donde son habituales los Metropolitanos y si las repetimos una vez más, es porque aun quedan gentes que se sorprenden al oír hablar del Metropolitano de Madrid, como si se tratase de algo

(1) En la segunda parte expondremos el estado del asunto y próximo comienzo de las obras de este importante ferrocarril, concedido por Real orden de 12 del corriente á D. Miguel Otamendi, por cuyo notable trabajo felicitamos á sus autores, distinguidos Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, tan conocidos por el éxito de sus obras (*N. de la R.*)

fantástico que para nada necesitamos, cuando *nos va tan bien con los tranvías*. A estas gentes ya las conocemos: son las mismas que hace cuarenta años consideraron empresa loca el establecimiento del primer tranvía de mulas; son las que después se opusieron á los tranvías eléctricos; son, en una palabra, la eterna rémora del progreso. Y hay que reconocer, desgraciadamente, que ejercen en España una gran influencia social. Teniéndolo nosotros en cuenta, proponemos por el momento la construcción en Madrid de una línea metropolitana modestísima, sólo de cuatro kilómetros, y en una zona en que la capacidad de los tranvías está ya por demás saturada. Creemos, por lo demás, que en relación con otras capitales, como París, que tiene 92 kilómetros de red metropolitana, corresponden á Madrid más de los 14 kilómetros que constituyen nuestro plan completo.

II. — Descripción del ferrocarril Central-Metropolitano de Madrid.

Basta examinar el plano núm. 1 que se acompaña para formarse perfecta idea de las cuatro líneas del ferrocarril Central-Metropolitano de Madrid, aprobado por Real orden de 19 de Septiembre de 1916.

Se han elegido cumpliendo la idea esencial de que no sólo encaucen los grandes movimientos de población, sino que sirvan de arterias principales de las futuras ampliaciones.

Línea núm. 1.—Norte-Sur.— De Cuatro Caminos á Progreso.

Línea núm. 2.— Ferraz-Puerta del Sol-Calle Alcalá hasta Goya.

Línea núm. 3.—A lo largo de la calle de Serrano.

Línea núm. 4.—Ferraz-Bulevares-Goya hasta Alcalá.

La longitud total de esta red es de 14 kilómetros.

La longitud de la línea Norte-Sur, que ahora se va á construir, es de cuatro kilómetros, con nueve estaciones situadas á una distancia media de 500 metros.

El tipo general de la galería del ferrocarril, que es de doble vía en todo su recorrido, es semejante á la del Metropolitano de París, es decir, de hormigón en masa, y sus dimensiones un poco menores que las del citado Metropolitano.

Las estaciones, de 60 metros de longitud, quedarán lo más cerca posible de la rasante de la calle para facilitar su acceso.

La pendiente máxima del trazado, que sigue el eje de las calles, es de cuatro por ciento (4 por 100), y las curvas de radio mínimo de 100 metros.

Autoriza la concesión á prolongar las líneas hasta las estaciones de ferrocarril.

III.—Oportunidad del momento para comenzar su construcción.

El constante crecimiento de Madrid demuestra, de modo evidente, que las comunicaciones actuales por la superficie no pueden constituir el único medio de transporte de sus habitantes, y que, por tanto, en un plazo más ó menos largo se impone la construcción de la red subterránea. Ahora bien, ¿debe comenzarse hoy día su construcción ó conviene esperar aún diez, veinte ó cuarenta años?

Creemos firmemente que este es el momento crítico de *iniciar* la construcción de la gran red metropolitana de Madrid, y siguiendo el mismo criterio que desde hace muchos años adoptamos en todas cuantas empresas industriales hemos intervenido, proponemos:

Comenzar ahora por una sola línea, la Norte-Sur, desde los Cuatro Caminos á la Plaza del Progreso, y cuando la práctica de la ex-

plotación demuestre la bondad del negocio, irlo progresivamente extendiendo á las demás líneas de la concesión.

Adoptando este plan la Sociedad que ahora se forme, propietaria de todas las líneas de la concesión, *tendrá de hecho la exclusiva de la futura gran red metropolitana de Madrid*, y las naturales ventajas de fundadora de tan simpática empresa.

Nuestra convicción de que ahora es el momento oportuno de llevar á la práctica este plan, se basa en que desde hoy día, con el actual desarrollo de Madrid, sin aguardar á futuros crecimientos de población, la línea Norte-Sur rendirá ya un beneficio superior al seis por ciento (6 por 100), pues tendrá tráfico suficientemente intenso; y para demostrarlo, examinaremos brevemente lo ocurrido en los ferrocarriles metropolitanos del extranjero y en los tranvías de Madrid, pues las enseñanzas que de este examen se obtienen son tan elocuentes, que alejan toda sombra de duda sobre la prosperidad de nuestro Metropolitano.

Parece también propicio el instante actual, si se tiene en cuenta la guerra europea, porque puede irse construyendo el túnel con jornales más baratos que después de terminada; y antes de que la construcción de éste se ultime, tiene forzosamente que acabar aquélla, y ha de entrarse en un período de gran intensidad industrial, en el que los carriles y todo el material podrá conseguirse en excelentes condiciones económicas. ¿Será inoportuno dar trabajo á los obreros en esta época de angustia en que ha entrado España y que seguirá aumentando hasta que el actual conflicto se resuelva? Repartir ahora dinero entre las clases necesitadas es obra de bondad y de altruismo, al mismo tiempo que de conveniencia y *seguro* de la propiedad.

Finalmente, parece propicio también el actual momento, porque coincide con la realización de otras obras de mejora y embellecimiento de la capital, que, como más adelante diremos, han de influir considerablemente en que la necesidad de comunicaciones rápidas y fáciles se haga sentir con más angustia; y tal vez pueda en ocasiones, al simultanciar las obras, evitarse nuevas molestias al público y los gastos de hacer y deshacer las calles de Madrid, que parecen ya crónicos.

Los Metropolitanos extranjeros.

En las grandes capitales del extranjero, París, Londres, Berlín, Viena, Nueva York, hace ya muchos años que se establecieron enormes redes metropolitanas, de gigantescas proporciones, á escala de las poblaciones que debían servir.

Otras muchas ciudades de menor importancia, Budapest, Hamburgo, Buenos Aires, Boston, Glasgow, etc., cuentan también, desde hace años, con redes metropolitanas exigidas por las dificultades del tránsito por la superficie de las calles, y finalmente, poblaciones, como Génova, Nápoles, etc., comenzaban á raír de estallar la guerra europea á construir estos ferrocarriles.

Los resultados de las diversas empresas citadas han sido tan sorprendentes que constantemente van ampliando sus redes, venciendo obstáculos al parecer insuperables, á fuerza de derrochar dinero en colosales obras especiales, que han llegado en ocasiones á absorber 10 millones de pesetas por kilómetro de línea.

En la imposibilidad de resumir aquí los datos de todos estos Metropolitanos, incluimos el plano núm. 2 de la red de París, y en el anejo I indicamos los resultados obtenidos. Una sola Compañía, la titulada Chemin de fer Metropolitain de París, inaugurada el año 1900, con 13 kilómetros de línea, explota en la actualidad una red de 77,8 kilómetros y recauda anualmente 55,6 millones de francos, y á pesar de las penosísimas condiciones impuestas á su concesión y de las costosísimas obras realizadas, obtiene beneficios superiores al 10 por 100.

FERROCARRIL CENTRAL-METROPOLITANO DE MADRID

Plano núm. 1

LÍNEAS QUE COMPRENDEN
LA CONCESIÓN

Es curioso observar que al ir á comenzar este servicio el año 1900, una gran parte del público le auguraba un fracaso financiero, basándose en que la alegría de las calles de París, únicas en el mundo, con sus espléndidos escaparates, sus elegantes mujeres, su bullicio incomparable, eran atractivos más que suficientes para que el gran público que busca un esparcimiento al marchar ó volver de sus trabajos, eligiese las comunicaciones por la superficie, en París rápidas y cómodas, sin penetrar, como los topos, en las profundidades de la tierra. Pues bien, *desde el primer momento*, se llegó en el Metropolitain á alcanzar como ingreso bruto, por kilómetro, la respetable cifra de 750.000 francos, que al octavo año se elevó á 820.000 francos y se observó que no disminuían los ingresos de los tranvías, ómnibus, vapores por el Sena, ferrocarriles de cintura, etc., que seguían prestando servicio, cumpliéndose una vez más el hecho evidente de que la facilidad de las comunicaciones, al estimular la actividad y movimiento de los viajeros, crea tráfico.

La elevada cotización de 200 por 100 que han alcanzado las acciones del Metropolitain de París, de 250 francos nominales, son la prueba más convincente del éxito obtenido.

Tranvías de Madrid.

Examinados así rápidamente los medios de comunicaciones de las capitales extranjeras, vamos á ver lo que mientras tanto ocurre en Madrid con sus tranvías.

La Sociedad anónima que los explota, denominada Société générale de Tramways électriques en Espagne, tiene su domicilio social en Bruselas, y de sus datos oficiales resulta (anejo número II) que los ingresos aumentan anualmente en unas 500.000 pesetas y que el año 1915, alcanzaron la cifra de

10.790.972,48 pesetas.

No conocemos memorias ni estadísticas detalladas que podrían ser de gran utilidad para nuestro estudio. Hay quien cree que es tan brillante el negocio de los tranvías, que huyen de toda publicidad. Sea de ello lo que quiera, no cabe duda que el tráfico que realizan es importantísimo y que la línea de Cuatro Caminos es la más favorecida, pues aun en días ordinarios (en los festivos el tráfico es mucho mayor) hemos contado 840 coches saliendo de la plaza de Cuatro Caminos.

Ateniéndonos á los datos oficiales, únicos que podemos invocar en trabajos de este género, se ve que el capital de los tranvías es de 40 millones de pesetas, mitad en acciones y mitad en obligaciones, existiendo además 200.000 acciones de dividendo y 10.000 partes de fundador, y sin duda las sucesivas modificaciones que sufrieron las primitivas Empresas y los sacrificios que la actual Sociedad se impuso para alcanzar la fusión de todas ellas, explican la enorme diferencia entre el coste real de sus instalaciones y los 40 millones de pesetas citados.

Pero es tal la vitalidad del negocio, que aun quedan energías para darle elevado interés: efectivamente, estimando por los datos que en el anejo núm. II recogemos, que el coeficiente de explotación de los tranvías (relación de gastos é ingresos brutos) es 0,49, el beneficio anual correspondiente al año 1915 es de 5.292.000 pesetas, ó sea de 13 por 100 para los citados 40 millones de pesetas.

Conviene también consignar como dato de interés para nuestro estudio, que independientemente de la Sociedad general de Tranvías existe otra que explota una línea de siete kilómetros, que partiendo de Cuatro Caminos va á Tetuán, Chamartín, Fuenarral y Ciudad Lineal (anejo núm. II), cuyo ingreso medio durante los cuatro últimos años, según los datos oficiales, excede á dos millones de pesetas anuales.

IV.—Estudio financiero de nuestro Metropolitano.

Tres son los elementos que es preciso estudiar:

- 1.º Coste total de las obras y del material.
- 2.º Ingresos probables.
- 3.º Gastos de explotación.

1.º—Coste total de las obras.

Tenemos la firme convicción de que todo se ha proyectado con la necesaria amplitud, y de que con los precios unitarios que han servido de base para la galería y que son los mismos de la actual contrata de las obras del subsuelo de Madrid, podrá construirse ésta; pero en nuestro deseo de asegurarnos más hemos consultado con el Ingeniero-Director de la Sociedad Fomento de Obras y Construcciones, entidad contratista de los trabajos del subsuelo de Madrid, con el Ingeniero Inspector del Estado de dichos trabajos, Sr. Valcárcel, y con el Ingeniero del Estado, señor Fungairiño, que proyectó las obras del subsuelo. La opinión de dichos Ingenieros especialistas nos ratifica en la nuestra.

En cuanto al coste del material fijo y móvil, se ha partido de las hipótesis más desfavorables, admitiendo los precios actuales, que por las excepcionales condiciones de Europa son muy elevados, y contando con tráficos más intensos que los supuestos para la recaudación prevista.

El coste total de la línea Norte-Sur resulta así:

	Pesetas.
Infraestructura.....	4.079.775
Supraestructura.....	979.231,15
Material móvil y cocheras.....	1.640.000
Reposición de servicios.....	551.724,85
Constitución de la Sociedad, aportación del proyecto, dirección é interés durante el segundo año de construcción.....	749.269
TOTAL.....	8.000.000

Son estas obras de las menos arriesgadas que está llamado á construir el Ingeniero, pues que la bondad del subsuelo de Madrid, en nuestro trazado, que sigue, próximamente, una divisoria, ha quedado demostrada en cuantas obras se han realizado hasta el día. Tan pronto como se desmonta la zona superficial removida, aparece el excelente terreno arenisco compacto, por el que se desarrollará nuestra galería, sin temor á desprendimientos y en zona libre de los servicios de agua, gas y electricidad.

Siendo tan diversas las condiciones de cada Metropolitano, poco valor tienen, al lado de los directos, los estudios comparativos que respecto á coste pueden hacerse. Es indudable que el coste del Metropolitano de Madrid por kilómetro ha de ser muchísimo menor que el de los de París, Londres y Berlín, no sólo por la naturaleza del subsuelo, sino por la pequeña importancia de las redes de alcantarillas y conducciones generales de agua que será preciso modificar en el nuestro, mientras que en las citadas grandes urbes, situadas junto á caudalosos ríos, dotadas de gigantesco colectores de saneamiento, de innumerables ferrocarriles que penetran hasta su corazón y de antiguas fortificaciones y canteras que se encuentran en su subsuelo, han sido formidables los obstáculos que se han salvado, realizando costosísimas obras.

En el anejo núm. IV hacemos un estudio comparativo del coste de nuestro Metropolitano con los de París y Berlín.

No creemos oportuno entrar en más detalles, para no alargar inútilmente este artículo. A disposición de nuestros lectores está el proyecto y presupuesto detallados, y los que conocen nuestra modesta historia de Ingenieros saben que no hemos hecho nunca cálculos fantásticos.



FERROCARRILES METROPOLITANOS DE PARÍS

2.º—Ingresos probables.

Es tal el aumento de tráfico que en general se produce cuando se mejoran las condiciones del transporte, que los cálculos de tráfico probable casi nunca se comprueban, viniendo la explotación á rectificar en cuantía inmensa los mejor establecidos. No queremos exponernos á caer en este tan frecuente error, y renunciamos al cálculo de los ingresos probables; cada cual deduzca de los datos que apuntamos, y del movimiento que hoy día puede observar en la línea del Progreso á Cuatro Caminos, las consecuencias que juzgue más probables.

Procuraremos demostrar sólo que para dar con amplitud un seis por ciento (6 por 100) al capital, basta una recaudación anual bruta de 1.200.000 pesetas, que corresponde á 300.000 pesetas por kilómetro, y que de esta recaudación no se puede razonablemente dudar.

El Metropolitano de París recauda unas 770.000 pesetas por kilómetro. Ciertamente hay una grandísima diferencia entre la importancia y la vitalidad de París y las de Madrid, pero aun los más aficionados á mirar con desdén lo propio y á ensalzar lo extraño, tendrán que confesar que la densidad de población en la zona servida por nuestra línea Norte-Sur, es tan grande como la de París, y que no es muy arriesgado suponer que nuestra recaudación por kilómetro en la línea de más tráfico alcance el 40 por 100 de la que se obtiene en París como *media*.

Los tranvías recaudan hoy 18 pesetas por cada habitante de Madrid, y para el ingreso de 1.200.000 pesetas que estamos justificando, bastará á nuestra línea metropolitana recaudar 4,50 pesetas por cada uno de los 263.000 habitantes de su zona de influencia (anexo núm. III).

Si el tranvía que sale de Cuatro Caminos á la Ciudad Lineal y Fuencarral recauda, como hemos dicho, 2 millones de pesetas, no nos parece aventurado suponer que nuestro Metropolitano, que desde la misma plaza de Cuatro Caminos viene hacia el centro, recaude 1.200.000 pesetas.

Para nosotros está, por lo tanto, fuera de duda que la línea Norte-Sur que proponemos ha de remunerar decorosamente al capital, desde que se ponga en explotación, y que los ingresos irán aumentando hasta llegar á ser análogos á los del Metropolitano de París.

3.º—Gastos de explotación.

Se han calculado en el anexo núm. V los gastos de explotación, que resultan:

	Pesetas.
Gastos de energía	127.545
Personal	280.320
Gastos de administración y dirección	100.000
Reparaciones, imprevistos é impuestos	140.000
TOTAL	647.865

Conviene observar que los gastos de explotación de los ferrocarriles metropolitanos son siempre muy inferiores á los de los tranvías que corren por la superficie, pues, en primer lugar, el gasto de energía para la tracción es mucho menor en nuestro ferrocarril por su trazado de suaves pendientes, con carril Vignole y paradas fijas, que en los tranvías provistos de carriles de ranura, con fuertes pendientes y curvas é innumerables paradas y arranques en su servicio, y, en segundo lugar, el personal necesario es relativamente menor, pues la mayor velocidad de marcha y capacidad de sus vehículos hace que se obtenga una mejor utilidad á cada empleado.

4.º—Beneficios al comenzar la explotación.

	Pesetas.
Ingresos mínimos anuales	1.200.000
Gastos de explotación	647.865
Beneficio mínimo que se calcula	552.135

ó sea de

6,9 por 100 de beneficio inicial,

á pesar de las hipótesis tan desfavorables que han dado lugar á que resulte un coeficiente de explotación de 0,54 superior á la realidad, pues en los ferrocarriles metropolitanos oscila entre 0,40 y 0,50.

V.—Conclusiones.

De lo expuesto se deduce que el ferrocarril Central Metropolitano de Madrid, tal y como se va á construir, será un negocio productivo, de positivos rendimientos desde el primer día y de brillantísimo porvenir. El emplear un capital en adquirir la propiedad de galerías subterráneas, cuyo trazado siga el de las principales calles de la Corte, entendemos es una inversión de dinero tan sólida, de tan firme garantía, como la de adquirir fincas en su superficie, pues nadie dudará que estas galerías han de ser las arterias de su circulación y su rendimiento irá siempre en aumento.

Tendrá sobre los tranvías la ventaja anunciada de rapidez, comodidad, cumplimiento de los horarios de servicio, disminución de los gastos de explotación y capacidad para desarrollar un tráfico diez veces más intenso, recogiendo así á las horas de gran aglomeración de viajeros la mayor parte del público.

Tendrá sobre los Metropolitanos extranjeros la ventaja de su menor coste kilométrico, del amplio plazo de concesión para desarrollar su negocio, de la baratura con que se puede adquirir en Madrid la energía, gracias á los aprovechamientos hidroeléctricos de las grandes Compañías vendedoras de fluido, de la imposibilidad de que se establezcan por la superficie competencias de transportes rápidas, pues lo impide la angostura de sus calles, etcétera, etc.

¿Qué negocio industrial puede presentarse de más seriedad y garantía? Estudiado serenamente, por comparación con los resultados prácticos de las explotaciones similares del extranjero, ya hemos demostrado que nace con energías sobradas para vivir, y si es una verdad axiomática que en condiciones normales las industrias de transporte adquieren tráficos más intensos á medida que pasan los años, júzguese de la intensidad que adquirirán en Madrid, cuya población ha triplicado en los últimos cincuenta años y sigue progresiva su ley de crecimiento.

El servicio de las estaciones de ferrocarril y el abastecimiento de los mercados son dos nuevos negocios que creará el Metropolitano y que llegarán á su apogeo cuando se construyan los ferrocarriles directos eléctricos, que han de unir Madrid con el resto de Europa y con el mar, y que, merced al Metropolitano, podrán penetrar en el interior de nuestra capital.

Las estaciones de estos ferrocarriles, la traída de agua de la Hidráulica Santillana, las obras del subsuelo y pavimentación, la canalización del Manzanares, el nuevo Parque del Oeste, la Gran Vía, los transportes de energía hidroeléctrica y nuestro ferrocarril Metropolitano, obras al parecer tan distintas, constituyen todas una orientación y un esfuerzo únicos: *hacer que Madrid sea digna capital de lo que ha de ser España en breve plazo.*

ANEJO I

Datos del Chemin de fer Metropolitain de París.

En sus Memorias oficiales consta que el año 1913 recaudó 54,8 millones de francos en sus 70,8 kilómetros de línea en explotación (55,6 millones de francos si se incluyen los 2,8 kilómetros de la nueva línea núm. 8); sus gastos ascendieron á 23,4 millones y los beneficios á 31,3. El coeficiente de explotación fué, por tanto, de 42,79 por 100 y el ingreso por kilómetro de 774.000 francos.

El importe del flúido consumido durante el año se elevó á 5,9 millones de francos, es decir, que por cada franco de recaudación se gasta, próximamente, 0,10 francos de flúido producido por carbón. El número de empleados es de 5.543.

A pesar de las penosísimas condiciones de su concesión, sus fuertes amortizaciones y la prohibición de que se emitan obligaciones en la cuantía que la marcha del negocio lo requiere, se repartió durante el ejercicio 1913, 21,50 francos por cada acción de 250 francos.

El crecimiento progresivo del Metropolitano de París, prueba la más concluyente de sus brillantes resultados, se ve en el siguiente cuadro:

CHEMIN DE FER METROPOLITAIN DE PARIS

AÑOS	LONGITUDES medias explotadas durante el año. Kilómetros.	INGRESOS BRUTOS	
		TOTALES	POR KILÓMETRO
		Francos.	Francos.
1901.....	13.329	8.348.285,65	626.324,97
1902.....	14.272	10.680.000	748.318,30
1903.....	23.442	17.360.000	740.551,14
1904.....	26.037	20.135.674	773.348,46
1905.....	31.754	25.705.948,55	809.534,18
1906.....	38.136	28.753.347,75	753.968,63
1907.....	44.338	34.038.990,40	767.889,15
1908.....	48.543	39.800.600	819.904
1909.....	54.414	44.125.048,55	810.913,52
1910.....	62.067	43.685.000	703.836,17 (1)
1911.....	70.601	53.142.548,15	752.716,64
1912.....	70.804	54.182.797,25	765.250,51
1913.....	73.619	55.662.050,39	756.072
1914.....	77.894	47.241.511,94	606.471,50 (2)
1915.....	77.894	49.260.726,55	632.407,20 (3)

ANEJO II

Datos de los tranvías de Madrid.

Los datos oficiales de la Junta general de 1.º de Abril de 1913, referentes al ejercicio de 1912, publicados en el núm. 41 del *Moniteur des Interets Materiels de Bruselas*, indican que en el Pasivo de la Société générale de Tramways Electriques en Espagne, hay:

	Francos.
200.000 acciones de capital de 100 francos...	20.000.000
200.000 acciones de dividendo sin designación de valor.....	»
10.000 partes de fundación sin designación de valor.....	»
40.000 obligaciones al 4 por 100 de 500 francos.....	20.000.000

De estas últimas se habían reembolsado 3.431.

Los ingresos totales durante el ejercicio de 1912 fueron de 9.176.940,98 pesetas, en aumento de 617.375.95 pesetas sobre el ejercicio anterior, no habiéndose puesto en explotación más

- (1) Se interrumpió el servicio por las inundaciones del Sena.
 - (2) Cinco meses de guerra.
 - (3) Doce meses de guerra.— Durante los últimos meses del año 1915 los ingresos por kilómetro volvieron á ser próximamente los mismos que antes de la guerra.
- Ade más de la Compañía Chemin de fer Metropolitain de Paris existe la Compañía Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud de Paris, que explota 14,121 kilómetros y recaudó el año 1913 10.023.616 francos.
- Se explotan, pues, en París 92 kilómetros de Ferrocarriles Metropolitano, con un ingreso anual de 66,6 millones de francos.

línea nueva que la de Velázquez, de 700 metros, es decir, que dicho exceso de recaudación se debió, como hace observar la Memoria oficial que extractamos, *unicamente al aumento de tráfico.*

Durante el año 1912 se hicieron 13.981.944 trenes-kilómetros, mientras que en 1911 fueron de 12.755.289. Los ingresos brutos por tren-kilómetro han sido de 0,656 pesetas y 0,671 pesetas. El número total de vehículos es de 395 motores y 107 remolques.

No hemos podido adquirir las Memorias oficiales de dicha Sociedad, correspondientes á los años 1913, 1914 y 1915, pero en el *Anuario de Ferrocarriles* de D. Enrique de la Torre, año 1916, páginas 278, encontramos los ingresos brutos de dichos ejercicios, resultando:

	Pesetas.
Año 1912.....	= 9.176.940,98
Año 1913.....	= 9.809.517,73
Año 1914.....	= 10.250.344,38
Año 1915.....	= 10.720.972,48

El incremento medio por año resulta, por consiguiente, de 513.700 pesetas.

En dicho *Anuario* se hallan también, en la pág. 278, los ingresos del tranvía Cuatro Caminos á Tetuán, Chamartín y Fuen-carral y Ciudad Lineal.

	Pesetas.
Año 1912.....	= 1.942.719,31
Año 1913.....	= 2.240.081,24
Año 1914.....	= 2.100.940,45
Año 1915.....	= 1.860.610,52

Se ve, por tanto, que á pesar de la situación anormal en que se encuentra últimamente la Ciudad Lineal, y que, como es natural, ha influido en perjuicio del tráfico, el ingreso medio anual durante los últimos cuatro años ha excedido de 2 millones de pesetas.

Coeficiente de explotación de los tranvías españoles.

Juzgando de interés recoger datos referentes á los coeficientes de explotación (relación entre los gastos é ingresos brutos) de los tranvías españoles, á continuación indicamos los datos recogidos y su procedencia.

ESTADÍSTICA OFICIAL DE LOS FERROCARRILES Y TRANVÍAS EN 1.º DE ENERO DE 1912, EDITADA POR EL MINISTERIO DE FOMENTO

NOMBRE DE LAS SOCIEDADES	COEFICIENTE DE EXPLOTACIÓN	
	1910	1911
	Por 100.	Por 100.
Sociedad Tranvía del Este de Madrid.....	49	49
Sociedad del Tranvía de Estaciones y Mercados...		
Société générale des Tramways de Madrid et d'Es-pagne.....		
Compañía general Española de Tranvías.....	65	62
Compañía Eléctrica Madrileña de Tracción.....		
Compañía general de Tranvías de Barcelona.....		
Sociedad anónima Los Tranvías de Barcelona....	48	43
Sociedad Tranvías de Barcelona, Ensanche y Gracia	51	51
Sociedad anónima Tranvías de Barcelona á San Andrés y extensiones.....	53	54
Sociedad Los Tranvías de Zaragoza.....	43	48

De los datos recogidos en las Memorias oficiales de las diversas Compañías siguientes, resulta:

NOMBRE DE LAS SOCIEDADES	AÑOS	Coeficiente de explotación. — Por 100.
Compañía del Tranvía de San Sebastián, Venta-Berri á Rentería y Tranvías de San Sebastián.	1915	54,35
Tranvías de Granada.....	1915	40,00
Tranvías de Bilbao.....	1915	46,00

ANEJO III

Población de Madrid en 1915.

DISTRITOS	HABITANTES
Centro.....	47.198
Hospicio.....	50.807
Chamberí.....	71.357
Buenavista.....	70.424
Congreso.....	61.267
Hospital.....	65.758
Inclusa.....	56.990
Latina.....	67.448
Palacio.....	57.616
Universidad.....	66.210
TOTAL.....	615.075

La línea núm. 1—Norte—Sur—enlaza Chamberí (71.357 habitantes), parte del distrito de la Universidad (si tomamos un tercio serán 22.070 habitantes) y los barrios de Tetuán, Chamartín y Fuencarral, que suman unos 23.000 habitantes con los distritos del Sur de Madrid, de Inclusa (56.990 habitantes), Latina (67.448 habitantes), y parte del Hospital (tomando un tercio, son 21.919). En resumen, enlaza el núcleo Norte, de 116.427 habitantes, con el Sur, de 146.357 habitantes.

ANEJO IV

Comparación entre el coste de la galería del Metropolitano de Madrid y los de París y Berlín.

Aunque, como ya decimos en la Memoria, las condiciones de cada Metropolitano son tan distintas que apenas tienen valor las comparaciones en los precios de coste, daremos unos datos del Metropolitano de París, ya que algunas personas nos han llamado la atención sobre el asunto.

Los costes globales por kilómetro, en que se han incluido expropiaciones, restablecimiento de servicios y obras especiales, no tienen desde luego valor relativo alguno.

Únicamente pueden compararse los precios del metro lineal corriente de establecimiento de galería y de estación.

Nosotros presupuestamos para la infraestructura (construcción de la galería, sin contar desviaciones de alcantarillas, vía, etc.), 4.079.775 pesetas.

En los cuatro kilómetros construiremos $9 \times 60 = 540$ metros de estación y 3.460 metros de galería.

Los precios de contrata en París han sido (*Jules Hervieu*, página 218):

Metro de estación, 3.130 francos — 20 por 100 = 3.130 — 626 = 2.504 francos.
Metro de galería, 1.240 francos — 20 por 100 = 1.240 — 248 = 992.

Costaría, por tanto, nuestra galería á los precios de la de París:

$$\begin{aligned} 540 \text{ metros} \times 2.504 \text{ francos} &= 1.352.160 \text{ francos.} \\ 3.460 \text{ metros} \times 992 \text{ francos} &= 3.432.320 \text{ francos.} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} 540 \text{ metros} \times 2.504 \text{ francos} \\ 3.460 \text{ metros} \times 992 \text{ francos} \end{aligned}} \right\} 4.784.480.$$

Es decir, que presupuestamos un 15 por 100 menos que lo que ha costado en París un Metropolitano cuyas dimensiones transversales exceden en más de un 15 por 100 las de nuestro Metropolitano, y cuyo trazado se desarrolla en un terreno en que las dificultades son grandísimas comparadas con las que ofrece el subsuelo de Madrid.

En Berlín el coste de la infraestructura del Metropolitano Warschauer al Jardín Zoológico, de 10 kilómetros de longitud, ha sido de 11 millones de marcos, ó sea de 1.375.000 francos por kilómetro (*Génie Civil*, tomo XI), es decir, un 25 por 100 más que el nuestro, y nótese que gran parte va en viaducto (que es doble más caro que en túnel) que han tenido que construir un monumental puente en Stralauer-Thor para cruzar el Spree, que la sección en túnel es carísima porque la capa de agua en Berlín está tan sólo 3,50 metros de profundidad, lo que obliga á los consiguientes gastos de agotamientos, á reforzar las dimensiones de la fábrica, á adoptar medidas especiales de impermeabilidad, á recurrir á techos planos metálicos para disminuir la altura, etc.

Costo de la galería de la línea núm. 8 del Metropolitano de París.

Como prueba de los grandísimos sacrificios que en París han realizado para construir el Metropolitano, sin arredrarse ante las dificultades que á su paso surgían, copiamos del *Génie Civil*, tomo LVIII, pág. 397, el costo de la galería de la línea núm. 8, de longitud de 8,58 kilómetros, que se ha elevado á la respetable cifra de:

4.032.000 francos por kilómetro.

El detalle de los gastos de contrata, que fueron de 28.646.000 francos, es el siguiente:

Trozos.	Longitud.	Costo. Francos.	Costo kilométrico. Francos.
1	838,11	2.065.000	2.463.877,05
2	1.764,27	2.427.000	11.375.639,78
3	487,25	5.030.000	10.323.242,68 (1)
4	1.158,35	2.638.000	2.277.377,33
5	1.298,86	3.983.000	3.066.535,26
6	1.000,30	2.493.000	2.492.252,32
7	836	6.630.000	7.930.622 (2)
8	1.197	3.380.000	2.823.725,98
	8.580,14	28.646.000	

	Francos.
Los gastos de contrata ascendieron, pues, á.....	28.646.000
Imprevistos y reposición de servicios.....	4.726.000
Gastos de personal para la Dirección y vigilancia.....	1.200.000
SUMA.....	34.572.000

Comparación entre el costo kilométrico de supraestructura, electrificación y material de los Metropolitanos de París y el de Madrid.

El costo de supraestructura, electrificación y material móvil ha sido en el Metropolitano de París de 1,5 millones de francos por kilómetro. Nuestro presupuesto es sólo de 0,7 millones y parece escaso á primera vista; no lo es, sin embargo, por las siguientes razones:

1.ª En el coste del de París están incluidas Centrales para producción de la energía en corriente trifásica, el transporte de ésta hasta los centros de distribución de la vía y las Centrales de transformadores rotativos de corriente trifásica en continua. Ninguno de estos gastos tenemos nosotros, ya que las actuales Empresas distribuidoras de Madrid nos darán en sencillos centros de distribución la corriente continua necesaria. Como en París la potencia instalada por kilómetro de Metropolitano es de 400 kilovatios, puede estimarse el coste que nosotros ahorramos por este solo concepto en 0,5 millones por kilómetro, con lo cual la diferencia queda reducida á 0,3 millones por kilómetro.

2.ª El ingreso kilométrico del Metropolitano de París es 770.000 : 300.000 = 2,5 veces mayor que el de nuestro proyecto, y, por lo tanto, el material móvil, cocheras, etc., han de ser en París más costosos. Aceptando como dato aproximado para establecer una comparación que el coste del material móvil por kilómetro sea igual al ingreso kilométrico anual, tendríamos una economía de 770.000 — 300.000 = 470.000 pesetas por kilómetro, superior ya á la diferencia de 300.000 pesetas últimamente indicada; esto aun prescindiendo de la mayor amplitud de las cocheras, que en el Metropolitano de París son, además, verdaderos talleres.

ANEJO V

Horario del servicio del Metropolitano Norte-Sur.

De 6 mañana á 8 mañana,	1 coche cada 6 minutos.
De 8 » á 11 »	1 » » 3 »
De 11 » á 9 noche,	2 » » 3 » durante 5 horas
De 9 noche á 11 »	3 » » 3 » » 5 »
De 11 » á 2 madrugada,	1 » » 6 »

Total 650 coches en cada dirección, ó sea 650×8 kilómetros $\times 365 = 1.898.000$ coches-kilómetros anuales.

- (1) Primera travesía del Sena.
(2) Segunda travesía del Sena.

Número de vehículos.

Este horario, que suponemos será ampliamente suficiente para los primeros años de explotación, exigirá en el momento de máximo tráfico trenes de tres vehículos (un motor y dos remolques) cada tres minutos. Suponiendo que con el tiempo perdido en maniobras se invierta media hora en el recorrido de ida y vuelta, lo que equivale á una velocidad comercial de 16 kilómetros por hora, que es reducidísima, se necesitarían 10 coches-motores y 20 de remolque.

Gastos de explotación.

La práctica ha demostrado en los innumerables servicios semejantes á este, que el consumo de energía en la llanta es inferior á 35 vatios-hora por tonelada-kilómetro; asignando á todos los coches un peso medio, cargados, de 24 toneladas, el horario anterior exigirá al año

$$1.898.000 \times 24 \times 35 \text{ wh.} = 1.594.320 \text{ kwh.},$$

que al precio de 0,08 pesetas, equivale á un gasto de fluido de 127.545 pesetas anuales.

Admitiendo el dato práctico de explotación del Metropolitano de París de que cada franco de recaudación exige un gasto de 0,10 francos de fluido, vemos que la recaudación supuesta en nuestra línea Norte-Sur de 1.200.000 pesetas, corresponde á un consumo de fluido de 120.000 pesetas, inferior al que cargamos á gastos de explotación.

Admitiendo el dato práctico de los tranvías de Madrid de que consumen 1,00 kilovatio-hora por cada peseta que recaudan, nuestro Metropolitano consumiría 1.200.000 kilovatios-hora, inferior á los 1.594.320 kilovatios-hora que cargamos á gastos de explotación, y no se olvide que por las condiciones mucho más favorables en que se realiza el servicio en los Metropolitanos, el consumo de energía debe ser relativamente menor que en los tranvías.

Gastos de personal.

	Jornales.
Estaciones: 9 á 2 turnos de 3 empleados y 1 de 2.....	72
Movimiento: 2 turnos de 10 watman y 30 conductores.....	80
1 turno de 10 watman y 10 conductores.....	20
Talleres	20
SUMA.....	192

que á 4 pesetas diarias, representan 280.320 pesetas anuales.

Admitiendo el dato práctico de explotación del Metropolitano de París de que el personal absorbe un 33 por 100 de los gastos totales, se elevaría en nuestra línea Norte-Sur á 213.800 pesetas, inferior á lo consignado en nuestros gastos de explotación.

Presupuesto de gastos al año.

	Pesetas.
Gasto de energía.....	127.545
Personal: $365 \times 192 \times 4$ pesetas.....	280.320
Gastos de Administración y Dirección.....	100.000
Reparaciones, imprevistos é imprevistos.....	140.000
TOTAL.....	647.865

Admitiendo el dato práctico del Metropolitano de París de que el coeficiente de explotación es de 42,8 por 100, nuestro presupuesto de gastos sería de 513.600 pesetas, en lugar de las citadas 647.865 pesetas (1).

(1) Los autores del proyecto han dirigido al público la siguiente circular:

«Creemos sinceramente que ha pasado, por fortuna, para España aquella época de anquilosamiento de sus capitales, que mermados y medrosos por las continuas revueltas políticas, no encontraban lugar suficientemente seguro donde colocarse. Los que seguimos con interés el desarrollo industrial vimos este despertar patente, al que contribuyó no poco la situación angustiosa en que se vió el pueblo español á raíz de los desastres coloniales, teniendo ante sus ojos la tremenda alterna-

tiva de morir ó reaccionar. España reaccionó poniendo de manifiesto su inmensa vitalidad, y los capitales, con la vehemencia propia de nuestro carácter meridional, se dedicaron á desarrollar la riqueza patria. Hay que reconocer que el resultado de las empresas no fué siempre feliz; capitalistas é Ingenieros, sin el hábito de los negocios, se comprometieron con ligereza y los naturales fracasos dividieron las iniciativas de nuestros capitalistas.

Unos orientados hacia el más completo estudio de los asuntos, están hoy, en general, satisfechos de sus inversiones; otros, pretendiendo encontrar lugar seguro para su dinero, llevaron al extranjero el fruto de sus ahorros, y estos *patriotas* están viendo cómo bajan sus valores, mientras se mantienen firmes los de negocios implantados aquí en España, por los de fuera.

La guerra europea, entre sus mil enseñanzas, ha puesto bien de relieve que este lugar seguro no existe, que toda inversión es arriesgada, y ya con esta convicción, ¿qué pretexto puede darse para expatriar nuestro dinero?

Todos debemos trabajar, porque lo sucedido con los cobres de Huelva, con los plomos de Linares, los hierros de Andalucía, los ferrocarriles de toda España, los alumbrados de gas, los tranvías eléctricos, etc., no vuelva á repetirse, y así el patriotismo y la conveniencia unidos, marcando nuevo rumbo y orientaciones nuevas á las energías nacionales, harán de España lo que debe ser, lo que tiene derecho á exigir de sus hijos: un país, si no el más grande, por lo menos con la suficiente independencia para defenderse y mantenerse en el puesto de honor que por su tradicional hidalguía y nobleza le corresponde.

Fijándonos especialmente en Madrid, se observa que llevamos casi medio siglo clamando contra las Empresas, que llamamos explotadoras, de la luz y los tranvías, que expatriaban 10 millones de pesetas al año y realmente no tenemos derecho á culpar á estas Empresas, sino á nuestra apatía. ¿Qué hubiera sido sin ellas y con nuestro abstencionismo de la capital de España?

Gracias al esfuerzo de unos cuantos, la nacionalización, pudiéramos decir, del alumbrado es ya un hecho; saltos de agua españoles, con personal español y capital, en su mayor parte, madrileño y bilbaíno, dan luz á Madrid.

Pero, ¿y los transportes? Están monopolizados por una Empresa beige, que tuvo el valor de establecer los tranvías eléctricos y esta Empresa envía á su país todos los años media docena de millones de pesetas. Este es un hecho inevitable ya; pero Madrid está necesitado de nuevas facilidades para la circulación y es preciso que las nuevas vías, las vías del porvenir, las más rápidas y seguras, sean nuestras. A ello hace años dedicamos nuestro modesto pero persistente esfuerzo, estudiando, proyectando con detalle y gestionando la concesión del Metropolitano de Madrid.

Nuestros estudios nos convencen cada vez más de que la población de Madrid, la estrechez y tortuosidad de sus calles, el creciente deseo de expansión, para disfrutar de aire, de luz y de higiene, requieren con urgencia el que se inicie la construcción de un Metropolitano, que si fuéramos á compás de lo que se ha hecho en otras capitales europeas, estaría ya muy adelantado.

El proyecto que hemos formulado comprende 14 kilómetros de galerías subterráneas, de doble vía, que constituyen las arterias principales de la completa red que en su día abarcará entre sus mallas el conjunto de la capital y sus alrededores.

La ejecución de esta obra importará unos 30 millones de pesetas; pero siguiendo el criterio adoptado en cuantas empresas industriales hemos intervenido, proponemos construir por el momento una sola línea, la Norte-Sur, desde los Cuatro Caminos á la plaza del Progreso, y cuando la práctica de la explotación demuestre la bondad del negocio, irlo progresivamente extendiendo á las demás líneas de la concesión. Adoptado este plan, la Sociedad que ahora se forme, propietaria de todas las líneas de la concesión, tendrá de hecho la exclusiva de la futura gran red Metropolitana de Madrid y las naturales ventajas de fundadora de tan simpática Empresa.

Reducimos, por lo tanto, el negocio por el momento á una Sociedad de 8 millones de pesetas. Hemos tomado cuantas garantías son posibles para asegurarnos de que este capital no será excedido en la construcción de la primera línea y que desde el primer momento de la explotación podrá obtener una muy decorosa remuneración. Del porvenir no hay que dudar, conocida la historia de otros Metropolitanos análogos. El día en que nuestra recaudación por kilómetro en esta línea se acercara á la media que obtiene el Metropolitano de París, podría darse un 20 por 100 de interés al capital de establecimiento. Y no es una locura suponer que pueda llegarse á una recaudación análoga y compararse la recaudación media del Metropolitano de París, con la de una línea excepcional del de Madrid, como es la nuestra, que enlaza con el Centro los poblados de Cuatro Caminos, Tetuán, Chamartín y Ciudad Lineal, cruzando la zona más poblada de la Corte á través de calles que por su estrechez impiden ya actualmente la libre circulación del tráfico.

Madrid, que ha sido hasta hace poco una densa y desordenada aglomeración de edificios, se va modernizando y engrandeciendo rápidamente; las obras del subsuelo y nueva pavimentación, las del colector y encauzamiento del Manzanares, el Parque del Oeste, el proyecto del extrarradio, la traída de aguas de Santillana, los grandes transportes de energía hidráulica, los proyectos de ferrocarriles directos eléctricos que enlacen Madrid con el resto de Europa y con el mar, mejoras son todas de estos últimos años y requieren, como complemento necesario, la iniciación de las obras del ferrocarril Metropolitano, y este Metropolitano estamos decididos á que se construya, y á que se construya con capital español, y á ello hemos de seguir dedicando nuestra actividad hasta conseguirlo.

Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.—Antonio G. Echarte. Carlos Mendoza.—Miguel Olamendi.»