

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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 ferrocarril de Tánger á Alcázar.

INFORME DEL INGENIERO JEFE DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DON J. EUGENIO RIBERA,

SOBRE EL

FERROCARRIL DE TÁNGER Á FEZ (ZONA ESPAÑOLA)

Con fecha 5 de Noviembre, el Excmo. Sr. D. Estanislao de Urquijo, Marqués de Bolarque, como Presidente de la Comisión de Socios fundadores de la Compañía general Española de África, tuvo á bien encomendar al Ingeniero que suscribe de visitar la zona correspondiente á la Sección española del ferrocarril de Tánger á Fez, con objeto de tomar los datos y practicar sobre el terreno los reconocimientos que estimase necesarios para formarse una idea, lo más exacta que sea posible, de las condiciones del trazado que deba seguir el ferrocarril de la zona española, conforme al convenio de concesión y al pliego de condiciones anexo, ó del que resultase ser más conveniente para la construcción y explotación de ese trozo, teniendo en cuenta los puntos obligados de empalme en la zona de Tánger y en la de influencia francesa; para apreciar el trabajo que requieran los estudios necesarios para la formación del proyecto de ejecución de las obras del ferrocarril en dicha zona, las condiciones en que ese trabajo haya de realizarse, el tiempo que probablemente ha de invertirse y la organización más conveniente para llevarlo á cabo; y para apreciar también el importe aproximado de los gastos que hayan de ocasionarse hasta la redacción inclusive del proyecto definitivo de ejecución que ha de someterse á la aprobación de la Autoridad zonera española, con las condiciones exigidas por las disposiciones mencionadas, con objeto de formar un presupuesto de estudios ó un proyecto de contrato á tanto alzado para la ejecución de dichos trabajos.

Realizados por mí los reconocimientos sobre el terreno que estimé necesarios, en los días 10 al 27 del pasado Noviembre, cumpíeme ahora presentar el informe que se me pidió como resultado de mis trabajos.

Antecedentes.

Para mayor claridad de este informe, conviene, ante todo, recordar algunos antecedentes de la cuestión.

El Protocolo Hispano-francés de 27 de Noviembre de 1912,

concerniente al ferrocarril de Tánger á Fez, prescribía en su artículo 1.º que en un plazo de tres meses, contados desde la fecha de la firma del convenio, los Gobiernos de España y Francia determinarían en sus zonas respectivas el trazado general de la línea y sus estaciones principales y que en el mismo plazo fijarían, de común acuerdo, por una parte, los puntos en que la línea deberá atravesar los límites Norte y Sur de la zona española, y por otra, después de consultar con la Autoridad de Tánger, el trazado de la sección comprendida entre el límite de la zona española y Tánger.

El Gobierno español encargó al Ingeniero Jefe de caminos, canales y puertos, Excmo. Sr. D. Luis Morales, que desempeñaba entonces el cargo de Delegado de Fomento en Marruecos, que estudiara y propusiera el trazado general más conveniente en la zona española.

Tan distinguido Ingeniero, previo un minucioso reconocimiento, presentó su informe, fechado en Ceuta el 1.º de Febrero de 1913, y en consecuencia del mismo, así como de los estudios simultáneos de la Comisión francesa, en el art. 1.º del Protocolo definitivo firmado en 18 de Marzo de 1914 por los Generales Lyautey y Marina y Sidi Mohamed El-Guebba, en representación de los Gobiernos de Francia, España y Marruecos por una parte, y M. Griotet y D. Rafael Angulo, representando por otra parte las Sociedades anónimas francesas y españolas, que han de constituir la Compañía franco-española del ferrocarril de Tánger á Fez, se fijaron ya los puntos de paso por los límites de las zonas respectivas.

Pero, además del protocolo propiamente dicho, y como parte integrante del mismo, se firmó el pliego de condiciones generales á que habrá de sujetarse la construcción y explotación del ferrocarril.

Debemos entresacar de este pliego los párrafos que principalmente afectan á la misión que nos ha sido confiada.

Por de pronto, el citado pliego de condiciones señala, con algún detalle, los puntos de paso principales del trazado, pues en él se prescribe que:

«La línea arrancará de Tánger, franqueará el límite Norte de la zona española en las proximidades de *Dxar-Xuanta* (véase mapa anexo), pasará por ó por cerca de *Dxar-Hammer*, *Douar-Daham-Bufas*, *Dxar-Berrian*, *Eulad-Hadad*, *Alcázar* y atravesará el límite Sur de dicha zona en las proximidades del punto donde la cruza el *Uad-Berd*.»

El art. 6.º prescribe que los terrenos se adquirirán para dos vías, pero no se ejecutarán obras de arte, ni terraplenes, ni se

colocarán carriles más que para una sola, salvo el establecimiento de un cierto número de vías de cruce.

En el art. 7.º se fija el ancho de la vía entre bordes interiores de carriles, de 1,44 á 1,45 metros que es el ancho de la vía llamada europea, que es la misma de la red principal de Argelia. Como se fijan también en dicho artículo las anchuras de las banquetas, será preciso que el ancho total de las explanaciones entre bordes sea 6 metros.

Los radios mínimos de las curvas en la zona española serán de 300 metros separados por rectas de 50 metros, y las pendientes máximas de 15 milímetros por metro (artículos 7.º y 8.º).

El número, extensión y colocación de las estaciones serán determinados en cada zona, oída la Compañía, por la Autoridad zonera interesada (art. 9.º).

Los túneles tendrán, como dimensiones mínimas, 4,50 metros de ancho por 6,50 de altura en la clave (art. 16).

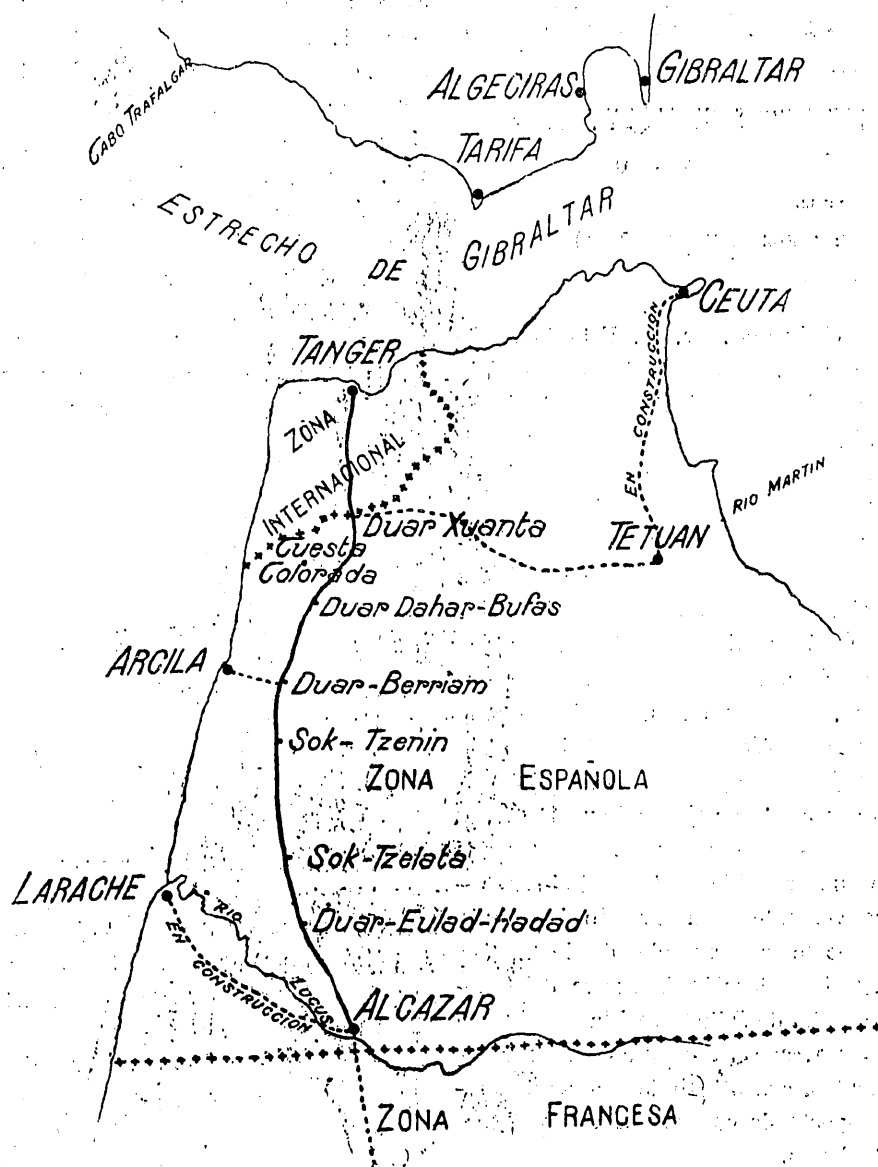
Las obras de desagüe serán de fábrica, metal ú hormigón armado (art. 18).

las variantes examinadas por el mismo Ingeniero en sus reconocimientos.

Para documentar más nuestro trabajo, hemos creído también útil señalar en el mismo mapa, con líneas de trazo y cruz, los trazados reconocidos por la misión francesa de los Ingenieros MM. Nouaillac y Pioch, antes de los Convenios franco-españoles.

Como se ve, el trazado propuesto para la zona española por el Sr. Morales, que pasa por los puntos que prescribe el convenio y pliego de condiciones de 18 de Marzo de 1914, es un trazado directo entre Tánger y Alcázar, dejando al Oeste las importantes plazas de Arcilla y Larache, y aunque las prescripciones del Convenio suscrito por los representantes oficiales y ratificado por las Cámaras de Francia y España, no pueden ser modificadas sin un nuevo convenio, pareceme conveniente consignar mi opinión sobre este punto, ya que ese trazado ha merecido censuras y provocado discusiones, cuyo eco ha debido llegar á la Compañía general Española de Africa.

Desde luego, puede asegurarse que salvo algunas variantes,



El peso de los carriles será, como mínimo, de 35 kilogramos por metro, sobre traviesas cuya naturaleza y separación se fijarán en cada caso por la Autoridad zonera interesada, oyendo á la Compañía (art. 19).

Dirección general del trazado.

En el mapa adjunto hemos representado con línea llena la dirección general del trazado preconizado en su informe por el Ingeniero Jefe D. Luis Morales; las líneas de trazo representan

cuyo estudio comparativo el mismo Sr. Morales dejó para cuando se hicieran los estudios definitivos, la dirección general del trazado indicada en el mapa con línea llena es la que más conviene á la Sociedad que construya y explote la línea de Tánger á Fez.

Es, desde luego, la línea más corta entre Tánger y Alcázar (siempre nos referimos á la zona española, única que ahora nos interesa); atraviesa todos los ríos importantes en emplazamientos favorables, que reducen mucho el coste de los puentes respectivos; recorre en toda su longitud terrenos de poca inclinación, de escasa dureza para su excavación, de suficiente resistencia para

la estabilidad de la vía, por lo que las obras de explanación y fábrica habrán de ser poco costosas; por todo lo que juzgo que el gasto total de construcción de la sección de Tánger á Alcázar podría ser de unas 160.000 pesetas por kilómetro, incluyendo material fijo y móvil, cifra que resulta muy económica para un ferrocarril de vía ancha.

Por lo que á la explotación se refiere, el trazado del Sr. Morales ofrece también evidentes ventajas para la Sociedad concesionaria del ferrocarril Tánger-Fez.

Por de pronto, al atravesar una zona interior, la línea tendría mayor radio de acción que si fuera por la costa, pasando por Arcila y Larache.

A los ferrocarriles interiores acuden las mercancías y viajeros de uno y otro lado de las líneas; en los de la costa sólo acude tráfico por uno de los lados.

Prescindiendo, además, de la menor longitud, tanto por su trazado horizontal, que permitirá el empleo de grandes alineaciones y de curvas de gran radio, como por su trazado vertical, que será excelente, con pocas pendientes y rampas poco superiores á 10 milímetros, el trazado oficial recomendado por el señor Morales ocasionará menores gastos de tracción (que es uno de los factores principales en los gastos de explotación) que todos los demás trazados de costa ó interiores reconocidos por profesionales, ó aconsejados por profanos.

Aprovechamiento del ferrocarril de Larache á Alcázar.

Entre las soluciones de trazado más racionales que se han invocado en contra del trazado del Sr. Morales, figura la de llevar el ferrocarril por Larache para aprovechar así los 37 kilómetros de la línea militar en construcción de Larache á Alcázar, pero desgraciadamente esta línea, proyectada primero para vía de un metro, aunque se está ejecutando ahora para vía de 1,44 metros, con objeto de empalmarla con las demás líneas de Marruecos, tiene un trazado muy defectuoso con pendientes y rampas continuas, con inflexiones y curvas tan rápidas como innecesarias, con material fijo y móvil bastante mezquino, y como hay que tener en cuenta que la línea de Tánger á Fez está llamada á ser una línea de gran circulación, una vez que se prolongue hasta Dakar (Senegal), como indudablemente ha de hacerse en un plazo breve, sería una rémora y un perjuicio para la explotación el que todos los trenes tuvieran que pasar por el trozo defectuoso de Alcázar-Larache, á menos que se reformara en gran parte este ramal, lo que anularía la economía de construcción que se invoca.

Pero aunque el trozo de vía férrea de Larache á Alcázar reuniera las condiciones que creemos debe darse á una línea general, y aunque el Estado español regalara esa línea, que cuesta unos 5 millones de pesetas, á la Sociedad Tánger-Fez, tampoco obtendría ésta una ventaja económica sensible con el trazado por Larache, pues la construcción de Larache á Tánger, aun no pasando por Arcila y siguiendo la línea de trazos rojos F que en el mapa se indica, aunque tendría 14 kilómetros menos que la línea directa de Alcázar á Tánger, habría de costar sensiblemente igual, porque el paso del río Lucus, en las inmediaciones de Larache, y los mayores accidentes del terreno que se encuentren en esta línea, compensaría el aumento de longitud del trazado directo á Alcázar, que recorre en su trayecto un terreno casi llano.

No negamos que, quizá desde el punto de vista militar, ó considerando los intereses de la ciudad y del puerto de Larache, hubiera podido convenir que la línea general pasara por esta plaza,

pero la Compañía del Ferrocarril de Tánger á Fez debe atender á más altas consideraciones. En primer término, hay que suponer que el régimen militar de nuestra zona es temporal, que, por lo tanto, las razones de orden estratégico perderán importancia dentro de pocos años. En segundo lugar, los intereses locales de la plaza y puerto de Larache, aunque muy dignos de tenerse en cuenta, deben posponerse ante el beneficio general de nuestra zona.

¿Y qué duda cabe que á los intereses generales de España le conviene más tener dos líneas férreas: la directa de Alcázar á Tánger, con ramales á Arcila y Tetuán, y otra línea independiente, de España exclusivamente, de Alcázar á Larache, que tener una sola línea franco-española, pasando por Larache y dejando sin servicio directo los hermosos valles situados al Norte de Alcázar, que son, á nuestro juicio, los de mayor porvenir agrícola de toda la zona?

Enlaces de la línea general con Tetuán y Arcila.

Claro es que, al trazar la línea directa de Tánger á Fez, debemos preocuparnos de los enlaces futuros con Arcila y Tetuán, y el Sr. Morales ha tenido muy en cuenta estos factores.

El ramal á Tetuán puede arrancar, ó bien de Dxar-Xuaita (solución C), ó bien de Dxar-Hammer (solución D).

Por cualquiera de esos dos valles, la longitud aproximada del ramal á Tetuán será de unos 48 kilómetros.

A los intereses exclusivamente españoles le convendrá más la segunda solución, que acerca Tetuán y Ceuta de nuestras plazas.

A la Compañía del ferrocarril de Tánger á Fez quizá le convenga más la primera solución, que es la que favorece el puerto de Tánger, pero como ese trazado ha de ser elegido por el Gobierno español, tendremos que esperar á que éste lo resuelva.

Entre Tetuán y Ceuta, el Estado español está construyendo ya el ferrocarril de otros 45 kilómetros, para vía de 1,44 metros, y en Ceuta habrá dentro de muy pocos años un hermoso puerto, cuyas obras están ya muy adelantadas.

Así es que, aun cuando el ramal á Tetuán costará unos 8 millones de pesetas, una vez construída nuestra línea general le convendrá al Estado español ejecutar pronto dicho ramal, que pondrá á Ceuta y Tetuán, es decir, el Mediterráneo, en comunicación con Alcázar, Arcila y Larache sobre el Atlántico.

Respecto á Arcila, su ramal, que se indica en el mapa con la letra E, tendrá sólo unos 10 kilómetros por terreno casi llano y cuyo coste no excederá de millón y medio de pesetas. Verdad es que Arcila es población de poca importancia (unas 3.000 almas) y con un *interland* reducido, que no es susceptible, ni mucho menos, del desarrollo que han de tener Alcázar, Larache y Tetuán.

División de la línea en trozos.

Expuestas las consideraciones generales que precede describiremos con algo más de detalle los diferentes trozos en que ha de subdividirse la línea.

En el art. 9.º del Protocolo se prescribe que: «los estudios de la línea, dividida previamente en trozos de una longitud de 20 á 30 kilómetros, de los que ninguno deberá traspasar los límites de la zona de influencia española, se emprenderán simultáneamente por el extremo Tánger y el extremo Fez, y se llevarán de los dos lados con toda la actividad posible».

Con arreglo á esta prescripción, creemos que la línea deberá

dividirse en su primera parte (que comprende la zona española), en los siguientes trozos:

	Kiló- metros.
Trozo 1.º—(Zona internacional.) De Tánger, al Uad-El-Kebir	19
Trozo 2.º—(Zona española.) Del Uad-El-Kebir, al río Garifa	32
Trozo 3.º—(Zona española.) Del río Garifa, al Sok-et-Tzelatza	27
Trozo 4.º—(Zona española.) De Sok et-Tzelatza, al límite de la zona española	32
TOTAL.....	110

Claro es que estas longitudes son aproximadas, pero no creemos difieran en más de un 5 por 100 de las longitudes reales de los diferentes trozos.

Trozo 1.º Zona internacional.—Como hemos dicho ya, el primer punto de paso fijado por el Protocolo y el pliego de condiciones, es Dzar-Xuanta.

Es éste un poblado ó *duar* situado en el límite Norte de la zona española y en la margen derecha del río Uad-El-Kebir, que separa las dos zonas.

Todos los Ingenieros franceses y españoles que han reconocido la línea de Tánger á Fez, coinciden en considerar este poblado ó sus inmediaciones como punto obligado de paso para la vía férrea, sin duda por el temor que les producía el paso por las marismas ó terrenos algo pantanosos que se encuentran más aguas abajo.

Aunque quizá yo no participe de estos temores, pues creo que esas marismas se atravesarían á poco coste, no cabe dudar que Dzar-Xuanta es un paso favorable para el río y, sobre todo, pudiera ser en su día el punto de empalme con el ramal á Tetuán, si se adoptara para esta línea la solución C.

Entre Tánger y Dzar-Xuanta el terreno es de los que llamamos entrellanos, y caben las dos soluciones de trazado indicadas en el mapa; la de línea llena es la recomendada por el Ingeniero Jefe D. Luis Morales; las líneas de trazo y cruz son los trazados propuestos por la misión francesa ya citada.

Como no es preceptivo el trazado, pues los únicos puntos obligados son Tánger y Dzar-Xuanta, cabe elegir la solución que más convenga entre estos dos puntos. Hemos reconocido ambos trazados A y B; los dos son buenos, de longitudes muy aproximadas, atravesando terrenos llanos y sin obras de fábrica importantes. Con un reconocimiento barométrico no es posible asegurar cuál de los dos resultará más corto ó más económico. Será, pues, preciso, cuando se hagan los estudios, hacer dos tanteos algo detallados para comparar planos y perfiles.

Lo que sí puede asegurarse es, que desde Tánger al paso del río que separa las dos zonas, la distancia no excederá de 19 kilómetros, que en esa zona no hay más obra de fábrica importante que el paso del río que podrá atravesarse con un puente de unos 25 metros de luz; que podrá alcanzarse sin túnel ni trinchera importante y con pendientes inferiores á 15 milésimas, la divisoria que separa los dos puntos, y que las explanaciones de esos 19 kilómetros resultarán económicas.

Trozo 2.º Del río Uad-El-Kebir.—En esta zona es donde el trazado ofrece más indecisión de toda la línea y no la hemos podido reconocer con detalle en toda su extensión porque las Autoridades militares no nos lo han consentido, conociendo el espíritu actual, algo levantisco, de las cabilas de Yebel-Hebit y Beni-Mezauar, pero por lo que hemos podido comprobar en nuestras excursiones y por los datos del mapa y las observaciones

hechas por el Sr. Morales, parece que la solución más corta y la que reúne mejores condiciones técnicas es la señalada en el mapa con línea llena, que pasa por Dzar-Hammer, que es uno de los puntos prescritos por el pliego de condiciones.

Esta solución pasa al pie y al Oeste del Duar-Menizla, que hoy no está pacificado, bordeando por el Este nuestras posiciones de Xarf-el-Haman y Zeguedla.

Pero como este trazado queda á unos 6 kilómetros de nuestra más importante posición de Cuesta Colorada, los Generales Marina y Silvestre han insistido mucho en que procuráramos acercar todo lo posible el trazado definitivo á aquella posición, con lo que los estudios y las obras no habrían de sufrir entorpecimiento alguno, mientras que, según las presunciones de dichos Generales, podrá tardarse algún tiempo en asegurar la pacificación de las cabilas rebeldes situadas al Este de nuestras posiciones.

En el mapa se ve que, tanto el Sr. Morales como los Ingenieros franceses, recorrieron también algunas soluciones aproximándose á Cuesta Colorada, y hemos podido comprobar que esas variantes son posibles, pero para poder comparar con exactitud sus longitudes y presupuestos será preciso hacer estudios bastante detallados, que á la Compañía general Española de África conviene realizar, pues con un gasto en estudios de unos miles de pesetas podrá ahorrarse muchos cientos de miles en construcción y explotación.

Con el trazado del Sr. Morales por Menizla y Dzar-Hammen el ferrocarril necesita en este trozo dos puentes para atravesar los ríos Jarrub y Harrixa, de unos 30 metros cada uno, mientras que si pudiéramos llevar el trazado por Cuesta Colorada, sólo se necesitaría un puente sobre el río Haxef de unos 50 metros.

La economía que se obtiene construyendo un solo puente en lugar de dos compensaría algo el aumento de coste de la solución por Cuesta Colorada, que quizás exija un túnel, pero, como hemos dicho antes, para apreciar exactamente las diferencias técnicas y económicas de ambas soluciones es preciso medirlas sobre el terreno, con suficiente detalle.

La solución por Cuesta Colorada quedaría á unos 5 kilómetros del punto de paso Dzar-Hammen, y á unos 2 kilómetros de Dzar-Dahar-Bufas, que es otro de los puntos obligados que prescribe el pliego de condiciones: pero si se observa que dicho pliego dice que el trazado debe pasar *por ó cerca*, creemos que la separación de 5 kilómetros para un ferrocarril puede admitirse como *cerca* y no habría de ser esto dificultad para la aprobación del proyecto.

Este trozo, que tendrá una longitud aproximada de 32 kilómetros (que sería algo mayor por Cuesta Colorada), es la sección más costosa y accidentada de la línea; forzosamente tendrá una subida y una bajada y el terreno es más irregular que en todo el resto del trazado, amén de los puentes que hemos enumerado y del que se necesitará sobre el río Garifa, que exigirá también una obra de desagüe de 30 á 40 metros de luz.

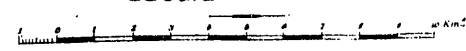
Trozo 3.º Del río Garifa al Sok-et-Tzelatza.—Poco después de atravesar el río Garifa se encuentra el poblado de Dzar-Berrian, que es otro de los puntos obligados que fija el pliego de condiciones, y en cuyas proximidades ha de ponerse la estación de empalme con el ramal de Arcila, que, como hemos dicho, se encuentra á unos 10 kilómetros, como minimum.

Desde aquí á Sok-et-Tzelatza, el trazado que en el mapa se señala con tinta roja llena, es el que más nos satisface por todos conceptos. El terreno es casi llano, con ligeras inflexiones en diferentes valles de gran amplitud y muy poblado, sobre todo, en las inmediaciones de Sok-et-Tzenin, que es una posición importante de nuestras tropas.

EL FERROCARRIL DE TANGER A ALCAZAR

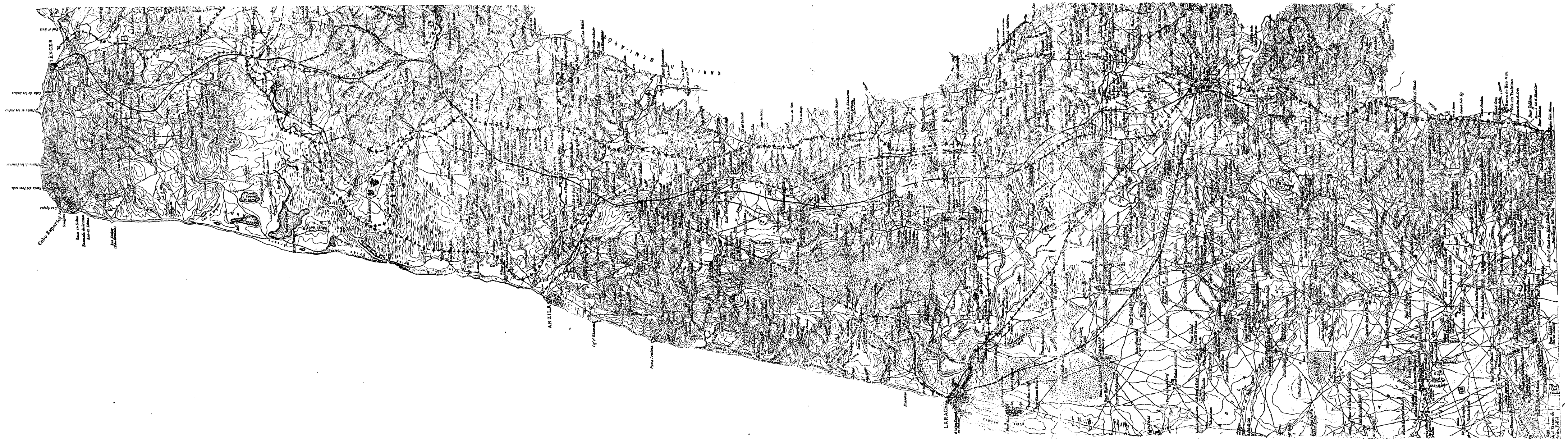
El mapa sobre el que se han dibujado los trazados de este ferrocarril es una copia reducida de la parte correspondiente del croquis del Imperio de Marruecos, de la Comisión del Cuerpo de Estado Mayor del Ejército.

Escala



Equidistancia entre las curvas 20 metros

-----TRAZADOS DEL SR. MORALES.
- - - - -TRAZADOS FRANCESES.



Tanto el Sr. Morales, como la Comisión francesa, han reconocido otros valles más al Este del trazado que examinamos, pero, por lo que hemos podido apreciar, son, evidentemente, trazados más costosos, y, además, menos directos, así es que no nos parece dudosa la elección.

Sin embargo, como el General Silvestre nos ha recomendado también que procuremos aproximar el trazado á Arcila, cuando se hagan los estudios definitivos debemos tantear una solución en este sentido, que hemos reconocido ligeramente en nuestra primera visita y en la que quizá pueda reducirse á 7 á 8 kilómetros el ramal de Arcila, sin aumentar sensiblemente la longitud de la línea general.

Trozo 4.º *De Sok-et-Tzelatza, al límite de la zona española.*— El último trozo de vía férrea, dentro de la zona española, recorre un terreno más llano aún que el del trozo anterior, y tampoco debe, á nuestro juicio, vacilarse en su dirección general, por ser á todas luces preferible la señalada en el mapa con línea llena, que pasa por Eulad-Hadad, poco después de cruzar el río Mejacen, con un puente de unos 30 metros de luz, que los demás trazados que figuran en el mismo mapa, que recorren valles más accidentados y más largos.

En cuanto al emplazamiento de la estación de Alcázar, no cabe duda de que debe situarse al NO. del pueblo viejo, que es en donde terminará el ferrocarril en construcción de Larache á Alcázar. En esa dirección, que es la zona más llana y más sana en las inmediaciones de Alcázar, es donde se proyecta la nueva ciudad que ha de construirse, y hay allí espacio más que suficiente para una estación de empalme amplia, como lo exigirá el tráfico futuro de Alcázar, que será el centro de toda la región.

De Alcázar al límite de la zona española el trazado es también llano, pero hay que atravesar el río Lucus con un puente de unos 80 á 100 metros de luz y unos 15 metros de altura, que será la obra más importante de toda la línea.

El emplazamiento más favorable para este puente es el que se señala en el mapa, y desde aquí hasta la zona francesa el terreno es llano por lo que no ofrecerá ninguna dificultad el empalme de nuestra línea con el trazado que traigan los Ingenieros franceses desde Fez.

Hasta ahora éstos no han dado señales de existencia en Alcázar, por lo que habrá que esperar á que adelanten sus estudios en aquella zona para fijar los últimos tres kilómetros de la zona española.

Estaciones.

El Sr. Morales, en su informe, no recomienda más estaciones que las de empalme, dejando para el período de construcción la fijación de las restantes.

El pliego de condiciones, en su art. 9.º, prescribe que el número, extensión y colocación de las estaciones serán determinadas, en cada zona, oída la Compañía, por la Autoridad zonera interesada.

Pero construyendo el ferrocarril con vía única, serán necesarias estaciones de cruce de 15 á 20 kilómetros.

A nuestro juicio, habrá que ponerlas, por lo menos, en Dzar-Xuanta, Dzar-Dahar bu Fas, Dzar-Berrian (empalme con Arcila), Sok-et-Tzenin, Sok-et-Tzelatza, Eulad-Hadad y Alcázar, aunque en ninguno de los puntos intermedios hay verdaderos pueblos, sino poblados con chozas más ó menos extensos.

Los dos puntos Sok-et-Tzenin y Sok-et-Tzelatza son explañadas donde se celebran *socos* ó mercados muy importantes y puntos de cruce de numerosos caminos, y parece natural que, en

las inmediaciones de las estaciones que será preciso construir para el cruce de trenes y viviendas de los empleados, se levanten pueblos de alguna importancia, como ha ocurrido en las zonas despobladas de América, en las que los ferrocarriles han sido los generadores no sólo de la agricultura, sino de las ciudades.

Riqueza de la zona española.

Se ha vulgarizado mucho la idea de que la zona española en Marruecos no merece ningún sacrificio, habiendo en España muchas regiones por colonizar y desamparadas por los Poderes públicos, y yo mismo que conocía Melilla, Ceuta y Tánger, participaba de esta preocupación. Pero confieso que he modificado mi opinión después de este último viaje de reconocimiento del ferrocarril de Tánger á Alcázar.

Hay en todo aquel trayecto, pero sobre todo en el valle del Lucus hasta Larache, y en la zona de Sok-et-Tzenin á Alcázar, extensiones muy considerables de terreno susceptible de una intensa producción agrícola, pues además del calor de la región tienen humedad muy permanente, lo que parece algo extraño por la idea que tenemos de Marruecos. Pero es el caso que en aquella zona, por efecto de la pendiente de los valles y de la escasa ó nula permeabilidad del terreno, en que dominan las arcillas, las aguas de lluvia del invierno empapan el terreno manteniéndose la humedad casi todo el año, como lo demuestran los numerosos manantiales y fuentes que se encuentran en el trayecto.

Así se comprende la fertilidad de aquel suelo á pesar de una labranza muy superficial, y se explica la importancia agrícola de Alcázar que, según todos los informes, es una de las poblaciones más ricas é importantes de Marruecos y el centro de todos sus caminos.

Asimismo son susceptibles de una intensa producción agrícola las extensas zonas de marismas que circundan á Cuesta Colorado, donde, á mi juicio, sería muy fácil, con saneamientos baratos, obtener unas 4.000 hectáreas de magníficas vegas para prados ó cultivos intensivos.

La zona española entre Tetuán y Alcázar es la llamada de Yeb-Ala, que es además de las más pobladas de Marruecos, pues se estima en 2 millones de habitantes repartidos sobre unos 36.000 kilómetros cuadrados, es decir, que su densidad resulta de 55 habitantes por kilómetro cuadrado, superior á la de muchas provincias de España (1).

Aunque en esta zona no hay más que cinco poblaciones, Tánger (45.000 habitantes), Tetuán (20.000 habitantes), Alcázar (15.000 habitantes), Larache (10.000 habitantes) y Arcila (3.000 habitantes), existen infinidad de poblados ó *duares* en que se aglomera la población mora agrícola.

Se cultiva en esos campos cebada, trigo, maíz, habas, guisantes, lino, cáñamo y tabaco, pero la mayor riqueza consiste en los árboles que producen aceitunas, nueces, higos, naranjas y uva.

Hay además mucho ganado, cabrío sobre todo, y bastantes carneros, bueyes y caballos.

Respecto á riqueza minera se han encontrado yacimientos de cobre, hierro, plomo, azufre, antimonio, plata y hasta oro.

Hasta ahora las exportaciones de esta zona consisten en huevos y gallinas, cera y pieles, sobre todo de carnero, estas últimas por valor de algunos millones anuales.

Las importaciones principales son azúcares, tejidos de algodón y velas, á parte de los mil productos de las industrias europeas.

(1) La población media de España es de 40 habitantes por kilómetro cuadrado.

Movimiento del puerto de Tánger.

Que hay ya movimiento comercial, lo demuestran las cifras de 1910, para el puerto de Tánger, que fué visitado por 3.000 barcos con un tonelaje de 2.100.000 toneladas, que dieron un tráfico de 30.000 pasajeros y 60.000 toneladas de mercancías. (Tánger, por Gauthronnet, pág. 84.)

No hay motivo para que una vez construido el puerto de Tánger no se desarrolle el tráfico en proporciones análogas á lo que ha crecido en los puertos de Orán, Argel, Túnez y Sfax, que no tienen la situación excepcional de Tánger, en el Estrecho de Gibraltar, entre los dos mares Atlántico y Mediterráneo, y que es además el puerto africano más próximo á Europa, por el que han de pasar todos los viajeros y mercancías para Marruecos, Senegal y todo el Sur de Africa.

Suponiendo un crecimiento análogo al aumento de tráfico medio observado en aquellos puertos en explotación, tendríamos en Tánger el año 1940:

ELEMENTOS DE COMPARACION	Resultados obtenidos en 1910 en Tánger....	Aumentos medidos anuales en los cuatro puertos de Argel, Orán, Túnez y Sfax....	Resultados previstos para 1940 en Tánger
Población.....	45.000	1.970	104.000
Pasajeros.....	30.000	1.500	75.000
Barcos entrados y salidos....	3.000	205	9.000
Tonelaje.....	2.100.000	193.000	8.000.000
Mercancías.....	60.000	46.400	1.450.000

Porvenir del ferrocarril de Tánger á Fez.

Es, pues, á mi juicio evidente que el ferrocarril de Tánger á Fez, una vez construido el puerto de Tánger y los ramales á Larache, Tetuán y Arcila, ha de absorber todo el tráfico de Marruecos que puede alcanzar en un plazo de treinta años más de un millón de toneladas.

La base de ese tráfico será el aumento de riqueza agrícola de todo el interior de Marruecos, que tienen grandes extensiones de terreno arañadas solamente por sus rudimentarios arados.

Tienen las vegas inmediatas á Alcázar y las de los ríos que vierten al Atlántico inmensas superficies en tierras casi vírgenes que por su horizontalidad y gran extensión facilitan las explotaciones agrícolas, mecánicas, y que, además de su humedad natural, pueden regarse con gran facilidad y economía.

No faltarán brazos españoles para transformar esas llanuras improductivas en fértiles huertas, y si bien es de temer que los capitales españoles no se decidan á emprender esa clase de negocios, no faltarán Sociedades extranjeras que exploten esta riqueza tan próxima á Europa.

Peró además debe tenerse en cuenta que el ferrocarril de Tánger á Fez es sólo el primer paso de la penetración del Oeste africano. Esta línea se prolongará más al Sur primero hasta el Senegal y Dakar, que será entonces el puerto más próximo de la América del Sur, y después á todo lo largo de Africa hasta el Cabo de Buena Esperanza.

No son estas fantasías ingenieriles, son la expresión de necesidades que se sienten por países como Francia, Bélgica, Alemania é Inglaterra que tienen sus colonias en todo el litoral africano.

Así es que puede asegurarse que el ferrocarril de Tánger á Fez, sobre todo en la zona española, está llamado al más brillante porvenir, por lo que es necesario estudiarlo y construirlo en condiciones de un gran tráfico que exija una económica explotación.

Necesidad y urgencia de este ferrocarril.

Pero aunque así no fuera, aun en la hipótesis, á mi juicio absurda, de que dicho ferrocarril no tuviera porvenir industrial, necesita España construir inmediatamente la sección de Tánger á Alcázar. Cada año que se retrase su construcción, costará á España muchísimos millones.

La razón es tan elemental como evidente.

Podrán discutirse las ventajas para España de la ocupación de Marruecos. Quizá no nos convenga considerarlo en conjunto como negocio.

Pero lo que no cabe ya es el abandono de Marruecos, pues con ello perderíamos nuestro crédito como nación europea.

Mantenemos allí unos 80.000 hombres y es necesario haber recorrido aquellas regiones para comprender el gasto inmenso (de más de 100 millones de pesetas anuales) que nos cuesta esa ocupación militar, que con tanta lentitud se desarrolla, por las enormes dificultades que ocasionan los transportes de hombres, víveres y municiones.

Pues bien, no se podrá repatriar la mayor parte de nuestras tropas mientras no se cruce Marruecos con ferrocarriles y carreteras, y, sobre todo, mientras no se construyan las siguientes líneas férreas:

	Kilómetros.	Coste. Pesetas.
Larache-Alcázar (en construcción).....	37	5.000.000
Ceuta-Tetuán (en construcción).....	45	7.000.000
Tánger á Alcázar (en proyecto).....	110	18.000.000
Ramal á Tetuán (en proyecto).....	48	8.000.000
Ramal á Arcila (en proyecto).....	10	1.500.000
TOTALES.....	250	39.500.000

Nos asustamos de un gasto de 40 millones de pesetas, que, aun suponiendo que fuera improductivo, costará al Estado una renta máxima de 2 millones de pesetas, y, en cambio, no pensamos que la ocupación militar de Marruecos nos ha costado ya 500 millones de pesetas.

Construidos los 250 kilómetros de ferrocarril que indico, es seguro que obtendríamos el mismo efecto militar con la cuarta parte de soldados, pues éstos y sus municiones de boca y de guerra podrían movilizarse con más rapidez y eficacia, y sólo por este concepto podría economizar el Gobierno 80 millones de pesetas anuales, el doble de lo que importarán todos esos ferrocarriles.

Es decir, que se amortizaría el gasto total de la construcción de estas vías férreas dos veces cada año.

Inglaterra, los Estados Unidos, Bélgica, Holanda y Francia, que han sabido conquistar y conservar inmensas colonias, no lo han conseguido con soldados, sino con los ferrocarriles que establecieron, con las obras públicas de toda clase que avaloraron aquellos terrenos, que civilizaron á sus salvajes habitantes, despertando en ellos la codicia y las necesidades, que son los principales estímulos de la paz y del trabajo.

Hagámos lo mismo con Marruecos, sinó queremos arruinar á España, que no puede soportar la sangría suelta de millones que nos cuesta nuestra expansión africana.

Les hémós demostrado ya nuestra fuerza militar, enseñémósles ahora nuestras riquezas y nuestra cultura, en forma de caminos de hierro, de puentes, de fábricas, de explotaciones agrícolas, de hospitales y de escuelas.

Creo, sinceramente, que es el único método para pacificar y enriquecer aquella simpática región, que hasta ahora asolamos con la muerte y el incendio, que si bien producen el terror y la pacificación aparente, provoca y sostiene el odio y la hostilidad.

Hémós conquistado Marruecos á cañonazos, pero no lo pacificaremos más que con locomotoras.

Madrid 13 de Diciembre de 1914.

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

DISCURSO DE D. JOSÉ ECHEGARAY

EN LA RECEPCIÓN DEL

NUEVO ACADÉMICO D. AUGUSTO KRAHE

(CONCLUSIÓN)

Más á pesar de esta inmensa riqueza científica, muchos escritores, muchos críticos y hasta ilustres hombres de ciencia con alardes filosóficos, parece como que desdeñan toda ecuación en general; y aun los hay, que miran compasivos á los que á esta rama del saber humano dedican sus esfuerzos, porque suponen que toda ecuación $A = A$ es una verdadera *tautología*, de todo punto estéril; aunque á ella se aplique toda la lógica aristotélica.

Vamos despacio.

Es, que una ecuación matemática, en general, no expresa simplemente que una cosa es igual á sí misma con identidad de forma y esencia y por gusto á la repetición estéril; las ecuaciones, por ejemplo en las Ciencias físicas, expresan *leyes del mundo material*, relaciones entre diversas magnitudes de las que se agitan en el seno del cosmos, aunque al reducirse á números estas ecuaciones expresen igualdades numéricas. Cuando se dice «la atracción entre dos astros es igual al producto de las masas, dividido por el cuadrado de la distancia y multiplicado el resultado por una constante», no se escribe una *tautología*, una *identidad*; se escribe una ley exacta ó aproximada del Universo, en la que entran en acción diferentes magnitudes, y que encierra en sus contornos algebraicos toda la Astronomía y una buena parte de la Física matemática clásica. Y como las ecuaciones expresan leyes del mundo inorgánico, por ellas se resuelven problemas prodigiosos, en los que parece imposible haya penetrado la inteligencia humana; y cada vez son mayores y mayores y más increíbles estos triunfos, sin que se agote la llamada tautología.

Para condensar mis ideas y hacer menos árido este discurso, me limitaré á citar de paso algunos ejemplos. De este modo se comprenderá mejor la importancia de las ecuaciones analíticas, desde aquella ecuación infantil en que se plantea «el problema del milano y las palomas», que tampoco era una tautología, hasta la suprema región de las ecuaciones integrales y otras de más allá.

Empecemos esta digresión final.

Cuando bajo la acción de ciertas energías se ioniza (y perdónese el empleo de palabras que no están en el Diccionario, pero que son insustituibles) un gas, ¿quién hubiera podido creer hace algunos años que era posible contar el número de los millones de estos elementos eléctricos engendrados en el fluido?

Pues esto se realiza de muchas maneras, combinando siempre el método experimental con las ecuaciones del matemático.

Basta evaporar agua en el espacio que encierra el gas, provocar por la expansión de éste la condensación del vapor sobre los centros eléctricos, con lo cual cada ión será el centro de una gota; y luego ver cómo la neblina que de este modo se forma desciende lentamente; y luego medir la velocidad del descenso; y luego hacerse cargo de que esa misma velocidad es aquella con que cada gota cae, y por fin acudir á una fórmula del célebre Stokes, quiero decir á una ecuación que expresa la velocidad de la caída en función del diámetro de la gota.

Con lo cual el problema está resuelto; porque si despejando el diámetro en dicha ecuación en valores de la velocidad se conoce este diámetro de la gota, se conoce su volumen, y si por las fórmulas de la termodinámica se determina la cantidad de agua evaporada, se podrá conocer con esa cantidad de agua cuántas gotas se han formado, y como hay tantas gotas como iones, el número de éstos quedará definitivamente determinado.

Si las ecuaciones fueran pura tautología, hay que confesar que la fórmula de Stokes es una tautología maravillosa, que burla la sentencia de esterilidad del crítico, que condenó á las ecuaciones en general á una impotencia perpetua.

**

Y permítaseme otro ejemplo más; otra maravilla de la ciencia moderna.

Cuando se acusa á las ecuaciones analíticas de mero juego de cubiletes matemáticos, hay que buscar testigos de descargo, y el mejor testigo es la ciencia práctica, la de los hechos.

Con lo cual quiero poner en evidencia que esta digresión no es inoportuna.

¿Cuántas moléculas existen en un peso dado de gas, por ejemplo, en el que se llama *molécula-gramo*, se pregunta la insaciable curiosidad del sabio? Que es como preguntar por qué cifra está formado el número de Avogadro; y no hace mucho, esta pregunta hubiera sido, más que una pregunta impertinente, una pregunta ridícula. Pues hoy, por muchos métodos, y entre otros por las admirables experiencias de Perrín, aplicadas á las fórmulas de los gases, la pregunta se contesta y el número se fija con alta probabilidad.

Perrín finge, mejor dicho, *fabrica un gas* en el seno de un líquido; este gas artificial es una emulsión; y sus pequeñísimas partículas simbolizan las moléculas de cualquier otro fluido gaseoso. Afirma además el insigne experimentador, teórica y experimentalmente, que las leyes matemáticas de los gases reales y del gas que ha fabricado son idénticas y á ambos los encierra en la misma fórmula. Pero el gas que él fabricó está al alcance del microscopio, puede contar el número de sus partículas, y por carambola, si vale la palabra, contará las de los gases en la realidad física. Esto es todo.

Hay, en efecto, una fórmula,

$$\log \frac{n_0}{n} = \frac{N}{RT} m \left(1 - \frac{\delta}{\Delta} \right) gh,$$

que enlaza con cantidades accesibles al microscopio este número N de Avogadro, y como en dicha ecuación todo es conocido