

1874/205/L. 18

Memoria

Sobre el trazo del

Ferrocarril Mexicano

En su descenso á la

Costa.

México. — 1874.

Antonio M. Anza.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Memoria

Sobre el trazo del

Ferrocarril Mexicano.

En su descenso a la Costa.

Los caminos de fierro que en nuestro siglo han venido a conciliar los intereses maropuertos, realizando las justas aspiraciones del productor y del consumidor, allegando de los centros productivos lo superfluo y proporcionando lo util, aumentando el comercio y dando a la industria nuevos desarroyos, ejerciendo en fin su benéfica influencia en el bienestar social de diversas pero bien conocidas maneras para que nos sea preciso manifestarlas; no podran llevar a feliz término su misión civilizadora si no han sido concebidos y ejecutados de manera de satisfacer las exigencias que tienen que llenar conservando un justo equilibrio, de tal suerte que la línea proyectada venga a ser por decirlo así el lugar geométrico de las nece-

sidades de las localidades servidas

Graves son pues las dificultades que tiene que vencer el Ingeniero encargado de estudiar el trazo de una vía, pero estas aumentan considerablemente cuando a las anteriores consideraciones, hay que agregar las conducentes a la solución del difícil problema de transportar el mayor peso con el menor costo posible, entre puntos, que por su situación geográfica se hallan colocados a notable diferencia de nivel.

Estas consideraciones manifiestan desde luego las serias dificultades que se tenían que vencer al hacer el estudio de la línea férrea que debía unir la capital de la República, con el puerto mas comercial que México posee en el litoral del golfo. pero una ligera descripción de la situación de las localidades servidas, hará que podamos apreciar los obstáculos mas detenidamente, y examinando en seguida los mas notables que el trazo definitivo presentaba, no detendremos a exponer los medios empleados para vencerlos, manifestando los motivos que a nuestro juicio originaron los diversos trazados en ellos seguidos y de los cuales vamos a ocuparnos

Examinando la configuración orográfica de la República Mexicana, se observa, que la gran cadena andina al atravesarla, forma en la parte central una vasta y elevada meseta, compuesta de una serie de pequeños vallados y vastas llanuras separados entresí por las ramificaciones de la gran cordillera. Esta vasta planicie que forma la cima de la cadena, termina termina en las cumbres de las montañas cuyos poderosos contrafuertes formando una serie de cadenas secundarias, van a perderse en la suave pendiente de las costas.

Así, el gran valle de Anahuac que se sostiene a la altura media de 2250ms sobre el nivel del Océano, va a perderse hacia la parte oriental, en la cordillera que dirigiéndose del Cofre de Perote al Pico de Orizaba, desciende bruscamente por el lado opuesto, desarrollando el complicado laberinto de enmarañadas crestas, profundas barrancas y vastas praderas en que se deslizan impetuosas las aguas de los vecinos montes.

Pero entre este confuso agrupamiento.

facilmente se percibe un poderoso contrafuerte, que descendiendo del nevado Pico prolonga su falda hasta las playas de la ciudad Heroica, arrojando sus ramales, que por un lado se desvanecen en las dilatadas sabanas de Cotastla y Flaliscoyan, y al opuesto se combinan con las vertientes de la cadena que partiendo del Cofre, termina por sumergirse en las aguas del golfo. Estos ramales dan lugar a cadenas terciarias que dividiendose, y subdividiendose entresi originan por su enlace una serie de pequeños valados colocados a diversas alturas, y separados por resaltes viniendo a formar una serie de escalones tanto mas pronunciados cuanto se hallan mas distantes de la costa.

Desde el nevado pico del Citlaltepeltl que domina esta vasta formacion, la cordillera desciende al Norte siguiendo la arista porfirica de la sierra Negra, se eleva en seguida para dar nacimiento al Cofre, y de nuevo desciende hasta las gargantas de Talacingo; al Mediodia el descenso es mas pronunciado, y da lugar a las notables depresiones de Boca del Monte y Aculcingo; de la cresta se desprenden los contrafuertes calcareos que inclinan sus aristas al valle de Orizaba, limitado al Sur, por el poderoso macizo de Zongolica que se estiende hasta las margenes del Papalapan.

5
La cadena que acabamos de descri-
bir forma el primer escalon que hay que sal-
var para descender á la costa oriental, y de
aquella se desprenden el contrafuerte que he-
mos descrito, sobre cuyos laterales se hallan
situadas, al Sur, las ciudades de Cordoba
y Orizaba, y al Norte la de Jalapa, pun-
to principales por donde se dirigen las dos
carreteras que conducen al puerto.

La existencia del mencionado contrafuer-
te se revela perfectamente, observando, que las
corrientes de agua que surcan esta parte si-
guen opuestas direcciones. Todas los torren-
tes y rios que se salvan descendiendo por la mu-
ta de Orizaba, tienen su nacimiento á la iz-
quierda de la via y van á rendir su tributo
al Oceano en la costa de Sotavento. Lo con-
trario se verifica dirigiendose al puerto por
el camino de Jalapa, las aguas desendiun-
do del flanco derecho, dirigen su curso al
opuesto lado, hasta perderse en las playas de
Barlovento.

Hemos trazado á grandes rasgos la
configuracion orográfica de la zona por la cual
el Ferrocarril devia atravesar, ocuparnos ahora
de dar una ligera idea de los diversos tra-
zados propuestos, para fijar en seguida nues-
tra atencion, en el estudio de los medios im-
pleado para llevar á cabo el definitivo.

La cuestión capital que se tenía que resolver al hacer el estudio del trazo de la vía de que nos ocupamos, consistía en la elección del lugar mas adecuado para ejecutar el ascenso a la mesa central. La gran altura a que esta se encuentra sobre el nivel del mar, hera desde luego un poderoso obstáculo, que hasta entonces la locomotiva aun no habia tenido que vencer.

Al hacerse los primeros estudios se vacilaba en si seria posible explotar por medio del vapor, la vía proyectada.

En esta época en que los Ingenieros prescribian como un limite de pendiente la de 0,005 por metro, en que aun no se habian creado las poderosas maquinas que ostentan su potencia remolcando pesados trenes sobre rampas de difícil acceso, cuando se vacilaba en la adopción de los trazos, en que siguiendo simplemente las sinuosidades del terreno se caía en el inconveniente de las curvas de corto radio, que exigen para su paso un material especial, cuando en fin el lujo de las grandes obras de arte reinaba en la construcción de los ferrocarriles ejecutados por los hombres de mas ciencia que componian los cuerpos especiales, confesemos, que no hera posible que en nuestro país, desprovisto

de los medios para llevar a cabo una reforma de tal naturaleza que invirtiera el orden hasta allí establecido, pudiera llevarse a feliz término una vía en la que la locomotiva partiendo de las playas del Océano se elevase a la prodigiosa altura a que se halla situada la capital de la República. Sin embargo, con ese entusiasmo característico de nuestra raza, y sin comprender los obstáculos que se tenían que vencer, se emprendieron los primeros trabajos que desgraciadamente muy pronto fueron abandonados como consecuencia precisa del poco conocimiento que se tenía de esta clase de empresas. El tiempo transcurrió, y cuando de nuevo los estudios se emprendieron la faz de los conocimientos especiales había cambiado: los rielos franqueaban las gargantas de los Pirineos y de los Vosges, del Tura y de los Apenninos, poderosas máquinas se construían para salvar la barrera granítica que separa la Francia de la Italia, los Americanos trasponiendo los Alleghans unían Baltimore y el Ohio y en Valparaiso y Chacarillo los ecos del vapor resonaban en las selvas.

Pero a pesar de ser tan graves los obstáculos que la ciencia del Ingeniero había tenido que vencer en estas obras colosales no herían comparables, hasta cierto-

punto á los que se presentaban en el caso de que nos ocupamos.

Si una pendiente uniforme conduce se en línea recta, desde la capital hasta el puerto, la inclinación que se obtuviera sería superior á la de 0,006 mms por metro, pero dejando á un lado las dificultades que presentaría la explotación de una rampa de tan desmesurada longitud, fijémonos, en que mas de las dos terceras partes de la vía, se hallan sobre terrenos sensiblemente horizontales, y en el resto acumulados los accidentes, dispuestos como ya hemos indicado, no de una manera suave, si no por resaltos de los cuales el mas notable, aceptando el trazado seguido, que á nuestro juicio aparece como el mas aceptable segun veremos despues, se encuentra de cimero entre dos puntos, Maltrata y Boea del Monte, que distando en línea recta presentan una diferencia de nivel de

Por este punto de vista creemos que debe verse la cuestion, y de la comparacion entre las distancias directas y las diferencias de nivel de los puntos en que se hallan los obstaculos principales que se tienen que vencer, debe partirse para hallar la relacion que existe entre las dificultades habidas en los caminos mas accidentados y aquel del cual nos ocupamos.

Hagase pues la comparacion entre este

X

caso y los que hasta entonces se habian presentado en los ferrocarriles construidos hasta esa época, y se palpará la notable diferencia que existe.

Pero dyando para mas tarde este estudio, ocupemonos ya de los diversos trazados que se presentaban.

Si las grandes corrientes que en otros paises facilitan la comunicacion surcaran la zona de que nos ocupamos ellas hubieran marcado la direccion de la via, determinando los puntos mas adecuados para facilitar el paso de la cordillera, pero desgraciadamente nuestro pais que en lo general carece de estos poderosos elementos de transporte, se halla completamente desprovisto de ellos en toda la extension de la via. La inclinacion general que la mesa central afecta en las direcciones N. y O. predominando esta última en el borde oriental, á consecuencia de su situacion al pié de las colinas y montañas que limitan esta parte, hace que las aguas que en ella se recogen, tomen direccion opuesta á aquella que siguiendo nos conduciría á los puertos y gargantas, que dando libre paso á las aguas facilitarían el de la via.

A falta pues de vias fluviales que marquen la direccion apetecida, fijemos nuestra

atención en las carreteras establecidas, para deducir á cual de ellas sería mas conveniente aproximarse, examinemos en fin las ventajas é inconvenientes que trae consigo el trazo directo.

Las carreteras de Orizaba y de Talapa se hallan situadas sobre los flancos del gran contrafuerte que hemos descrito, pero á pesar de esta aparente semejanza en su colocación, que induciria á suponer que los dos caminos se hallaban en igualdad de circunstancias, facilmente se comprenderán las notables diferencias que presentan. Mientras que el camino de Orizaba se halla situado del lado en que el contrafuerte se degrada insensiblemente hasta perderse en las llanuras de Sotavento, facilitando de esta manera un trazo, en que siguiendo simplemente las inflexiones del terreno, se conduzca la via hasta los valles mas elevados, el de Talapa apoyado en el flanco opuesto, se desarrolla en el intrincado laberinto que forman al interponerse entresi, los contrafuertes secundarios de las cadenas que se desprenden del Pico, del Cofre y de otras cumbres de la Sierra Madre situadas en la Herasteca Veracruzana. Esto hace que el terreno sea muy accidentado, ofreciendo por consiguiente mayores dificultades para la colocación de la via, tanto por el considera-

8

ble número de obras de arte indispensables para salvar las numerosas vertientes que se desprenden de los flancos de la cordillera, cuanto por aquellas que son indispensables para obtener las pendientes mínimas, propias á una esmoda explotación.

Si bien es cierto que los trazados directos no son en lo general los mas adecuados para unidos puntos principales, no por eso se debe dejar de comprender la conveniencia de aproximarse lo mas que posible sea á esta direccion, pues de lo contrario resulta, que si bien las localidades intermedias reciben un beneficio indispuntable, las estremas sufren las consecuencias que trae consigo este aumento, manifestandose por un incremento en el valor de los fletes, que crece el de las mercancías y pesa sobre los consumidores, viviendo á ser realmente el rédito de un capital muerto que á nadie beneficia.

Bajo este punto de vista el trazo por Orizaba aparece superior al de Jalapa, pues si comparando los desarrollos respectivos de las carreteras que pasan por las citadas ciudades, se encuentra un desarrollo casi igual; el incremento que se obtendria para la via ferrea pasando por esta última localidad, comparado con el que se obtuviera en la de Orizaba, seria mucho mas sensible á causa de ser mayores los accidentes en uno que en otro caso.

El movimiento que se efectua en estas

localidades viene a darnos una prueba mas en favor del trazo por Orizaba. Sin pretender establecer una comparacion entre los productos agricolas de las antiguas Villas, ha vemos notar, que los frutos y efectos nacionales que se destinan a la exportacion, o al abastecimiento de las poblaciones de la costa, siendo de Puebla, de Oaxaca, las Mixtecas, o Tehuacan, hallan una salida mas directa por esta via. Los trigos de la mesa central convertidos en harina en los molinos de Orizaba, abastecen el consumo de los estados de Veracruz, de Yucatan y de Tabasco: otra multitud de efectos que seria prolijo enumerar siguen esta direccion, y siendo los caminos medios para facilitar el movimiento ya establecido, ya sea de viajeros o mercancías, deve procurarse en cuanto sea posible acercarlos a esta direccion, a riesgo en caso contrario de ir a causar graves trastornos al comercio de las localidades servidas, como lo ha manifestado el conde Daru, en su memoria sobre el trazo del Ferrocarril de Lion. expresandose en estos terminos

" La distribucion de las riquezas no
" se hace al azar, a voluntad, o segun el
" capricho de los productores y consumidores
" Casi siempre es el resultado de la configura-
" cion del pais, de la existencia de vias
" de comunicacion naturales o artificiales,
" dirigidas en un sentido mejor que en otro,

" á consecuencia de los accidentes del terreno, y
 " tambien del grado de riqueza o de fertilidad
 " desigualmente repartido entre comarcas diversas

" Creemos pues que la mejor direccion pa
 " ra un camino de fierro es la que se presta
 " y se apropia mejor á los movimientos habi-
 " tuales de la circulacion, la que turba me-
 " nos su curso, que respeta mejor los derechos ad-
 " quiridos, y va en consecuencia á buscar los via-
 " jeros y las mercancías, allí donde afluyen,
 " en donde las grandes corrientes de los anti-
 " guos transportes se han establecido desde ha-
 " ce largo tiempo.

Aun podríamos hacer otras obser-
 vaciones en favor de esto, pero no creemos con-
 veniente el exponerlas por carecer de datos segu-
 ros en que apoyarlas, á pesar de esto las ante-
 riores creemos que son suficientes para mar-
 car la conveniencia de que el trazo se aproxi-
 mase á la via de Orizaba, fizimos sin em-
 bargo nuestra atencion por un momento en
 el trazo directo propuesto por el Sr. Arvillaga,
 para decidir si seria ó no mas conveniente que
 el citado.

Este Sr., preocupado con la idea de
 dar á la via proyectada el menor desarro-
 llo posible no vaciló en la eleccion de las lo-
 calidades, atendiendo solamente á no des-

viarse de la línea recta y sin preocuparse de los obstáculos que presentaba tal dirección, trazó su camino siguiendo en gran parte la cresta del contrafuerte ya citado, y dejando a los lados las principales ciudades del estado, salvaba la cordillera al N. del Pico de Orizaba, elevándose a la considerable altura de 3352 ms. para descender en seguida al valle de Sr. Andrés, dirigiéndose a la capital de la República, por los de Huamantla, de Apizaco y de Otumba.

Desde luego se comprenden las graves consecuencias que traería consigo la adopción de este trazo. Una gran parte del movimiento comercial que se lleva a cabo en las ciudades de Salapa, de Orizaba y de Córdoba, es una consecuencia de el tráfico que se efectúa en las vías que por ellas pasan. El día en que por medio de un camino se quisiera cambiar el curso ya establecido, las ciudades citadas cesarían de existir, para dar nacimiento a otras, que colocadas en los nuevos centros de actividad, progresarían a sus expensas.

Dejando a un lado estas ciudades, se despreciaba uno de los elementos más productivos de los caminos de fierro, que es el movimiento entre las localidades intermedias; tanto más cuanto que nues

10

tro comercio no es tan activo que se pueda recargar considerablemente la explotación con el único fin de abreviar algunas horas el trayecto.

Como la vía aunque tendiendo á seguir la cresta del contrafuerte, no si siempre se podía verificarlo á consecuencia de la formación especial de esta parte que lo impide, tenía que desviarse cayéndose entonces en el inconveniente de tropezar con profundas barrancas, que aumentaban considerablemente el número de las obras de arte, agregándose á esto las indispensables para salvar las multiplicadas vertientes que se desprenden de los flancos; pero dejando á un lado estas objeciones, fijémonos, en las dificultades que habría para elevarse á la altura á que se verificaba el paso á la mesa central. Esta altura superior en 850 ms á la mayor que alcanza el paso de las cumbres de Aculzingo, y en 937 ms sobre la de Boca del Monte por donde lo verifica la vía férrea construída, requeriría por solo este aumento un incremento en el desarrollo de la vía, sobre la indispensable para verificarlo por los puntos citados, de más de 42 Ks para el primero y de 46 para el segundo, suponiendo una pendiente constante de 4/100 en esta parte.

Vemos pues que la ventaja que se creía obtener siguiendo esta dirección, ha queda-

do multiplicada a consecuencia de la altura, que obliga a elevar las mercancías inútilmente para hacerlas descender en seguida. Preferible es en tal caso aumentar el desarrollo de la vía, con el fin de evitar este obstáculo, como lo vamos a probar.

Para transportar una materia por un camino en pendiente se requiere un esfuerzo igual, a el que es preciso para verificar este transporte por un camino horizontal del mismo desarrollo, mas el necesario para elevar la materia de que se trata a una altura igual a la diferencia de nivel del camino en los puntos extremos de la pendiente. Si despues de haber invertido esta fuerza en elevar el peso hasta el vertice del plano inclinado, se descien- de en seguida por el lado opuesto hasta el nivel de que se partió, la fuerza empleada, habra sido gastada inútilmen- te y el trabajo mecánico desarrollado com- pletamente perdido. Pero si en lugar de subir para descender en seguida, se desvia el camino evitando el obstáculo in- terpuesto, a expensas de un mayor desarrol- lo de la vía, podremos entonces invertir es- te esfuerzo perdido, en recorrer una mayor distancia horizontal: Para determinar la longitud de este incremento de ma- nera que el esfuerzo desarrollado en am- bos casos sea el mismo, veamos que cami-

no se podrá recorrer con un esfuerzo igual, al necesario para elevar el peso del cuerpo a la altura del plano inclinado.

Si representamos por m la relación del peso, a la potencia necesaria para efectuar el transporte en terreno horizontal, tendremos, que si el peso dado se eleva a la altura del plano inclinado, y con la fracción $\frac{1}{m}$ se recorre la misma distancia horizontal, con todo el peso podrá recorrerse una longitud igual a m veces la altura de dicho plano. Luego en lugar de subir para descender en seguida a la misma altura se puede con el mismo esfuerzo, recorrer una distancia horizontal igual a la longitud del plano inclinado, mas tantas veces la altura de este, como unidades tenga el denominador de la fracción que representa el esfuerzo correspondiente a la tracción en determinada vía.

De aquí se deduce que mientras mejor sea la vía y por consecuencia menor el esfuerzo de tracción, mayor será el denominador del quebrado y por consiguiente el desarrollo que es preferible dar a la vía.

Aplicando esto al caso de que nos ocupamos tendremos, que la longitud de la pendiente (comparando con Aculbringo por ser el punto mas desfavorable), es de 21 Km. s. y la altura de 350 ms. Como la tracción

en un carrino de fierro, a la velocidad
 de 16 Kms., puede ser representada
 por $\frac{1}{173}$ (*) del peso: la via horizontal
 podria tener un desarrollo de 168 Kms.,
 $(173 \times 850) + 21 \text{ Kms} = 168 \text{ Kms}$ sin que fuera ne-
 cesario ejercer un esfuerzo mayor del que se em-
 pleaba para subir la rampa citada.
 Pero hay que notar que entonces se recor-
 riria este nuevo trayecto con una velocidad
 de 16 Kms.; que si bien es propia de una
 rampa de $\frac{1}{100}$ seria muy corta para un tra-
 mo horizontal; suponiendola pues de 3 1/2 Kms
 por hora, tendremos la proporcion siguiente
 para determinar que camino se recorreria
 con esta velocidad, de manera que al fin de
 el, se hubiera invertido la misma fuerza.
 Si se recorren 168 Kms con un esfuerzo de trae-
 cion de $\frac{1}{173}$ que camino se recorrera con el de
 $\frac{1}{145}$ (que es el correr pendiente a esta ultima ve-
 locidad)

$$\frac{1}{145} : \frac{1}{173} :: 168 : x = 140 \text{ Kms.}$$

Esto hace ver que el trazo directo es en
 realidad superior en 140 Kms a lo que a
 primera vista aparece; no pretendemos
 que el camino de Oriraba se acerque
 a la horizontalidad, pero es de advertir
 que el calculo anterior esta basado en el
 exceso de altura que sobre los caminos exis-

17

tente tendria el mencionado, una vez que en él se hubieran vencido las dificultades que en los otros se presentan. Aun cuando la desviacion por Orizaba aumenta el trayecto, nunca podrá llegar el equivalente de este exceso a la cantidad de 140 kms.

A demas si calculamos la enorme suma que se tendria que invertir en esta obra tan colosal como inutil, el tiempo el tiempo que se requeriria para llevarse a cabo, los enormes gastos con que gravaria la explotacion, y por consecuencia el transporte de las mercancías tanto de subida como de bajada, y por último lo que seria preciso invertir en la conservacion, no vacilaremos al preferir la via de Orizaba, a esta, que ideada con un fin que no llegaba a satisfacer, ofrece tan graves inconvenientes en su trazo.

He enor manifestado las ventajas que se obtendrian dirigiendo la via ferrea por las ciudades de Córdoba y Orizaba, ocupemonos ahora de estudiar los puntos que serian mas convenientes para este trazo.

Para dirigirse de Veracruz a Córdoba varias líneas pueden presentarse,

pero entre ellas solo dos aparecen dignas de un estudio especial. A la salida de Veracruz las tierras bajas que rodean la ciudad, de pantanos y tembladeras, desaparecen bien pronto, para dar lugar a un ascenso suave que conduce insensiblemente hasta Soledad. La via en esta parte no presenta dificultades, y el trazo puede hacerse siguiendo el declive natural del terreno, pero a partir de este punto la pendiente es mas pronunciada, el relieve del terreno se hace mas sensible, y al acercarse a Paso del Macho, se perciben las colinas que forman la falda del contrafuerte principal, y allá en el fondo, ~~el elevado~~ Chiquihuite destaca de su elevada cresta, el contrafuerte secundario que va a morir en San Juan de la Punta.

Hasta Soledad no hay que vacilar en el trazo, pero a partir de este punto se ofrecen dos direcciones, o continuar elevandose por Camaron y Paso del Macho hasta encontrar un puerto en la cadena del Chiquihuite, salvarla, y penetrar en el vasto lomerio, que se desarrolla hasta la entrada de Córdoba, o desviandose en Camaron dirigirse a San Juan de la Punta y de allí proseguir por la cañada que conduce de este lugar a Córdoba.

12

La cuestion hera pues de salvar los 733 ms que presuntan de desnivel Córdoba y Soledad, bien sea franqueando el contrafuerte del Chiquihuite, ó rodeandolo por su base —

Para lo primero habia que buscar un puerto ó garganta que facilitase el paso, evitando un ascenso inutil. Las montañas de esta parte formando un poderoso dique, impiden la comunicacion, y por su disposicion hacen dudar de la existencia de un paso, pero la naturaleza, maestra del hombre, le indica y proporciona en la mayor parte de los casos los medios cumplir sus designios. Los cataclismos reparando las montañas, y las aguas buscando su nivel, presentan ó revelan los sitios mas adecuados para penetrar á lugares que se crecian inaccesibles. Asi en nuestro caso el Atoyac se abre paso entre el Breston y los Abicos, para ir á serpentear en las bajas praderas que anima y fertiliza. Descendiendo y sobre la izquierda de esta profunda abra, una serie de contrafuertes secundarios se desprenden del principal, dando origen por su encuentro á las profundas barrancas en que se desliran los raudales del Chiquihuite. Su Aleyo y Ituteburro que mas tarde reunen sus aguas á las del Atoyac.

Para dirigirse de Soledad al puerto citado, no podría seguirse la línea recta, sin caerse entre este laberinto de barrancas y contrafuertes que hubiera sido casi imposible salvar, abandonando pues esta dirección, se procuró aprovechar la pendiente bastante uniforme aunque algo fuerte, que conduce de Soledad a Paso del Macho, la cual por medio de grandes zig-zags, y sin gran costo, proporcionaba un trazo económico que pudieramos llamar de superficie, a consecuencia de la poca altura que en él alcanzan los tajos y terraplenes.

A primera vista parece inútil haberse elevado desde luego hasta Paso del Macho, que alcanza una altura superior a la del puerto de Atoyac, pero reflexionando que entre este punto y el anterior, se desarrolla la vasta sucesión de contrafuertes y vertientes que hemos descrito, y que estas últimas podrán salvarse tanto más fácilmente, cuanto más se remonte su curso, comprendemos las ventajas que ofrece al trazo esta elevación.

De Paso del Macho a Atoyac la vía siguiendo las inflexiones del terreno, rodeando los contrafuertes y replegándose en las vertientes, salva las barrancas de un modo muy semejante al que se empleó para pasar la de Metlac; es decir, llegando al borde descendiendo en sentido opuesto a su cur-

so para ir a buscar un paso mas estrecho y que de menor altura, a la obra de arte indispensable para continuar ascendiendo por el opuesto lado. Esto da lugar a las fuertes pendientes empleadas en este tramo y que no se explican, si simplemente se observa el cortisimo desnivel que afectan sus extremos.

Las grandes obras de arte ejecutadas en esta parte, revelan desde luego las dificultades habidas en llegar a franquear el puerto de Atoyac, pero una vez llegado a este punto, que ofrece ya ejecutado el tajo inmenso que hubieran sido indispensable para salvar el contrafuerte, la via continua obediente siguiendo las sinuosidades de la montaña, hasta tropezar con dos salientes separados por un repliegue del terreno, y no siendo le posible el rodearlos por la pequenez de las curvas que requieren, los salva por medio de tuneles de corta longitud, haciendolos con la vertiente que entre ellos se origina por pequeños viaductos en fierro, que dejando libre paso a las aguas, facilitan el de la via. Llega por fin esta al pequeño caserío de Atoyac situado en una especie de hoya, en cuyo fondo se desliza el rio de aquel nombre, los salva por medio de un hermoso viaducto metalico, y continuando a la falda de los diversos contrafuertes secundarios que se manifiestan a su derecha, se eleva lentamente penetrando entre el confuso agrupamiento

de la devar, por medio de un gran número de curvas, de tajos y tenapienes que alternándose sucesivamente la conducen hasta Córdoba.

Examinemos ahora el trazo en que no dejando el contrafuerte por su base, se evita el franquearlo.

Para dirigirse de Soledad a San Juan de la Punta, que como hemos dicho se halla situado a la falda de la cadena que se desprende del Creston y los Micos, hay que desviarse del trazo anterior en un punto que alcance una altura bastante aproximada a la de San Juan, para evitar el tener que subir inutilmente; Camaron era pues el lugar mas conveniente para verificar este desvío, pero al dirigirse de aqui a la punta, graves inconvenientes se presentan. En primer lugar: las estremidades de los contrafuertes del Chiquihuite forman en toda esta parte, un vasto lomerio por el que serpentean en profundas barrancas los torrentes de San Aleyo, Chiquihuite, Anteburro y San José Paso del Macho. Cierta es que en el trazo anterior tambien tienen que salvarse, pero las barrancas en cuyo fondo se deslizan estos raudales, como mas cercanas de su origen, tienen sus bordes mas acantilados y alcanzan un claro reducido, no sucede lo mismo en la parte en que tendria que hacerse el paso, ni es tan baja que ya en ella corran los rios

por la debil y uniforme pendiente de las
 sabanas, donde si bien alcanzan grande an-
 chura, la suave de su corriente y la poca
 altura de las bermas, facilita la construccion
 de las pilas, ni tan alta que proporcionen
 las ventajas del trazo ya descrito. En esta
 parte las lomas y las barrancas, radiando la
 superficie y ondeando el terreno, hacen si no
 imposible, muy costoso, un trazo, en que para con-
 ducir la via comodamente seria preciso describir
 grandes zig-zags, que acercandola a la linea de
 nivel vitasen las continuas subidas y bajadas,
 los grandes tajo y los enormes puentes, indis-
 pensables para atravesar barrancas, de orillas,
 bastante inclinadas para aumentar consi-
 derablemente la anclura, pero muy pendientes
 para facilitar un facil descenso al fardo. Las
 pilas de estos puentes, ni serian tan bajas que
 compensasen por su poca altura la que obtienen
 en la linea precitada, y si mucho mas nume-
 rosas lo que es de temerse en cuenta, puesto que
 las obras ejecutadas en San Aloy, Chiquibuite
 y Paso del Abacho son de las mas notables de
 la linea, contandose entre ellas la de mayor
 elevacion y claro; comparare entonces la am-
 plitud que se obtendria en estas barrancas
 que sin cesar van anchandose, sin dejar por ello
 de ser profundas, con la obtenida en los ejecu-
 tados y se pondran de manifesto los inmensos

gastos a que este trayecto daría origen

Después de haber vencido tan grandes obstáculos, la línea ^{al} llegaba a San Juan de la Punta se encontraría a 25 ms sobre Camaron, y para elevarse hasta Córdoba aunque la diferencia de nivel es bastante notable (460 ms) la pendiente uniforme que separa estos dos puntos, se presta para desarrollarse cómodamente el camino, sin tener que luchar con las vertientes, los torres y otros obstáculos que complican el trazo dificultándolo.

Comparando ahora las ventajas que uno u otro trazo presentaba, fácilmente notaremos que el primero es el que debe preferirse, como hemos demostrado las obras de arte que son indispensables en ambos casos, tienen mucha mayor importancia en el último de los trazos descritos, al grado que para llegar a San Juan, hubiera sido preciso invertir una suma mucho mayor de la necesaria para elevarse hasta Atoyac. Hoy más; hemos manifestado que las fuertes pendientes del tramo de Atoyac a Paso del Macho, no tienen otro origen que facilitar el paso de las vertientes del Chiquihuite, disminuyendo el costo de las obras de arte, pues bien llevando la vía más baja, estas obras como hemos visto tienen que aumentarse progresivamente a consecuencia de la formación de la localidad.

de nuestro que sin haberse impedido el gran
 var la explotación siguiendo el trazo por San
 Juan, hubieran aumentado los gastos de cons-
 trucción, teniendo por último una vía de
 un desarrollo, por lo menos un cuarto mayor
 que el obtenido para la de Atoyac, y si bien
 aquella tiene la ventaja de proporcionar un
 ascenso ~~mucho~~ fácil, en un tramo continuo
 hasta llegar a Córdoba, en cambio es mas
 corto que sus equivalentes de Camaron a P del
 Mocho y de Atoyac a Córdoba.

Continuando nuestro estudio exami-
 nemos los lugares mas adecuados para ~~hacer~~
 hacer llegar la vía hasta Orizaba

El valle en que se halla situada la poé-
 tica ciudad, rodeado en su mayor parte por
 las poderosas formaciones calcareas que se de-
 prenden de las sierras Negra, y de Tongo-
 lica, no presenta en toda su estension sino
 dos salidas practicable, situadas en los es-
 tremos de su eje menor. La pendiente gene-
 ral del valle bastante pronunciada en la
 direccion S. S. E., hace que las aguas que en
 él se recogen tomen este rumbo, pero a causa
 de la formacion geologica de la localidad,
 pronto cambian su curso para dirigirse al E.
 y cavando su cauce con demasiada rapidez,
 se deslizan en el fondo de anchas y profun-
 das barrancas cuyos acantilados bordes cubien

tos por la exuberante vegetacion de las tier-
ras calientes, dan un aspecto salvaje a estos
horribles precipicios.

Hacia la parte oriental, las montañas
que rodean el valle acrican sus bases sin to-
carse, formando un estrechamiento que
proporciona una de las salidas de que hemos
hablado. El terreno comprendido entre
esta parte y las lomas de Siirilango, sobre
las que se asienta la ciudad de Cordoba,
presenta una enorme hondonada en cuyo

fondo se percibe la gran bananca de Nottac.
Hacia ella descienden rapidamente por
ambos lados, las vertientes que surcan esta
region accidentada, cubierta por las exten-
sas formaciones de arcillas amarillas, que se
interrompen aquí y allí, para dar lugar a
las cadenas calcareas que de entre ellas surgen.

De las vertientes del Pico se desprende un
caudal, que serpenteando entre los porfidos,
aumenta su caudal con las aguas que a
su paso se dirigen, penetra en los depósitos
diluvianos, y abriendo un ancho y profundo
paso origina esa enorme grieta que forma
la bananca. Las enormes dimensiones de
ella hacen creer, que fenómenos complejos
contribuyeron a su formacion, y si se exa-
mina la desigual composicion de sus
bordes, se ve uno inducido a suponer, que tal

en alguno de esos cataclismos tan comunes en estas regiones sumbrados de prominencias volcanicas, una vasta conveccion separo las potentes capas de calcares y conglomerado que forman sus cantiles, y dando nacimiento a una abra, por ella se deslizaron las aguas que abundarian en estas regiones, en épocas, en que la vegetacion ostentandose con mas vigor del que ahora se presenta, cubriera la comarca de espesos y inmarañados bosques regados por continuas y espesas lluvias.

Si examinamos los bordes, notaremos que presentan una gran diferencia de nivel, y esto podria verse como una prueba de lo que acabamos de decir. El borde inferior formado del conglomerado porfidico que supera el calcares arcilloso inclinado al E, tendria que rebalsar en este sentido al verificarse el movimiento, de suerte que despues de el apareceria a un nivel inferior del que antes presentaba, y comprimiendo los terrenos inferiores, causo tal vez en los mares de arcilla que le suceden, el vasto oleaje que vemos en su formacion, las lomas de esta parte

La barranca dirigiendose de N. a S. se ancha progresivamente, y al llegar a S. M. I. quel las eminencias que coronan su borde derecho cambian bruscamente de direccion, originando el ensanchamiento de toda la

barranca, que en esta parte da lugar al
camil de Cuantlapan, y cumbres del Cacalote,
estrechándose en seguida para continuar su curso.

La anterior descripción pone de ma-
nifiesto, la imposibilidad de conducir la
línea de Orizaba a Cuizaba, ya sea en línea
recta, ya dirigiéndose a la izquierda, en am-
bos casos, pero principalmente en el último,
el rápido descenso de las lomas en que se hal-
la situada la primera de estas ciudades, ha-
ría, que la vía que tenía que elevarse, descen-
diera bruscamente, y fuese á caer en los luga-
res mas accidentados de la comarca, donde ade-
mas de tenerse que salvar en su parte mas
estrecha la barranca de Metlac, habría que
hacer lo mismo con las que originan los rios
Blanco y de Orizaba. Lo escabroso del ter-
reno presenta tal número de dificultades en
toda esta región, que sería por demas un estudio
que desde luego revela su inutilidad.

La marcha seguida en el trayecto de So-
ledad á Paso del Macho, no manifiesta las
ventajas que ofreciera en este caso acercar
nos á la derecha; siguiendo pues la falda
de las lomas que se extienden al fin de la ser-
ranía de Matlaqueahuitl, elevándose pau-
latinamente hasta el Jonotal, se iría á cru-
zar la barranca en su parte mas estrecha,
verificado lo cual las maderas de las

mi dero y Escamela no presentarian inconveniente notable.

El camino carretero que ya en Atoyac nos habia indicado el punto mas conveniente para salvar el contrafuerte del Bluguihente, no nos suministra en nuestro caso otra indicacion notable, que la conveniencia de dirigirse a la derecha de la via, pero para nuestro objeto principal, el paso de la barranca, no revela un lugar adecuado para esta clase de caminos. Las fuertes pendientes que pueden darse en las carreteras, permitieron descender al fondo y ~~evarse en seguida~~ aprovechar el ensanchamiento de la barranca en Cuautlapa, elevarse en seguida hasta las gargantas del Cacalote, que forma el borde opuesto. No hera posible ni conveniente que la via fuese descendiese a mas de 150 ms de profundidad, para trepar por la vertiente opuesta. Remontar el curso para aprovechar el ensanchamiento de los bordes, era pues el unico recurso de que se podia disponer.

Examinando la forma general de la barranca se observa, que cerca del Tomotal ofrece un gran quiebre, a partir del cual descendiendo aumenta su anchura con bastante rapididad, y ascendiendo la conserva de un modo uniforme, hasta encontrar un segundo quiebre que la hace tomar una direccion aproximada

a aquella fa que trae la via, lo cual hace impracticable el paso por esta parte, no siendo posible trazar la linea de manera que la cortara normalmente, por impedirlo la formacion del terreno, que al N del Tonal asciende con bastante rapidid. La formacion en esta parte es bastante accidentada y para llevar la via por estos rumbos, habria que emprender obras costosas que serian del todo inutiles, puesto que no conducirian a un paso en que el claro que se tendria que salvar, difiriendo muy poco del que se no presenta en la parte baja, no ofraria otra ventaja que dar una menor elevacion a las pilas del puente, y si bien esto es de notable importancia, desaparece cuando a las dificultades descritas, hay que agregar las que se presentarian al otro lado de la barranca, para atravesar la cadena que corre paralela a su borde, bien sea que esto se hiciese por medio de un tunel, que seria de temer por su gran longitud, o bien que se rodease por su base; en ambos casos traeria inconvenientes, por el considerable desarrollo que obtendria la linea, y por el costo de tan importantes obras que habia que ejecutar.

Preferible es entonces buscar el paso en la parte comprendida entre los dos quiebres, pero hay que observar, que la diferencia de nivel que presentan los bordes, impediria la horizontalidad.

del puente, o exigiria un templan de gran altura para llegar a él inferior; sin embargo entre las eminencias que bor dan el cañal, hay algunas depresiones que disminuirian la altura del tajo que seria preciso practicar; a una de estas depresiones debe dirigirse el puente, y ello explica a nuestro juicio la direccion obliqua que se le dio, a la grande obra proyectada por los Ingenieros de la antigua compania. Esta direccion aumenta en mas de 50' el claro del puente, comparado con el que se obtendria dirigiendolo al contrafuerte que se prescribe al N., el cual por hallarse en direccion de la normal, daria el menor ancho posible en esta parte, pero habria que entrar en un tunel del lado de Guiraba: la preferencia se acordaria entoncez al que obtuviera menor costo; mas careciendo nosotros de los datos indispensables, no podriamos decidir el punto.

Este medio de salvar la barranca que aparece como el mas conveniente, fue el adoptado por Mr. Lloyd Ingeniero principal de la antigua empresa: proyectose un hermoso viaducto metalico de ~~trece~~ 900' ingleses de longitud, y 280 de altura, formado de tres grandes claros cuyos tableros heran sostenidos por inmensas cerchas curvas que partiendo de las pilas se elevaban a una grande altura sobre los rieles proporcionando los puntos resistentes indispen-

sables para evitar la flexion de la trave

El gran costo de esta magnifica obra dio origen a que los Ingenieros de la nueva empresa, hiciesen otros estudios sobre el paso, con el fin de disminuir en ~~esta~~ importe; varios proyectos ~~esta~~ fueron estudiados por el Sr. Buchanan, y entre ellos citamos, el de un gran puente colgante que salvando la distancia sin valerse de pilas intermedias, reducia considerablemente el importe de la enantiosa obra.

Reconocimientos posteriores dieron a conocer, la posibilidad de verificar en la barranca un trazo semejante al seguido en Coliguhuiti; se halló practicable el descenso por uno de los costales y el ascenso por el opuesto, consiguiendo se con ello el reducir considerablemente la altura de las pilas, que en el nuevo proyecto apenas llega a la de 85'

Para verificar este paso convenia elegir a la vez, el lugar mas conveniente para colocar el puente y el mas apropiado para verificar la entrada a la barranca, de manera que aquel obtuviese corta altura, y que el ultimo diese origen a una pendiente, no tan fuerte que se hiciese imposible la explotacion, o por lo menos la recargase considerablemente. El lugar mas adecuado para el puente se hallaria en un punto, en que remontando el curso de la barranca, la seccion se estrechase convenientemente de

manera que la curva tangente a' los cantiles, sin ser de muy corto radio, tuviera mayor parte de ella apoyada en los bordes, obteniendose con ello el dar la menor altura y longitud, a' la obra de arte indispensable. Aprovechore para esto el segundo de los quiebres, que hemos dicho presenta la barranca en las cercanias del Tomolab, antes de llegar a' dicho quiebre se observa en el borde de la derecha, una especie de contrafuerte que se aproxima al opuesto, formando en su parte alta una especie de meseta muy propia para contener la curva requerida. La distancia que se para los puntos mas aproximados de este trazo, no llega a' 500', con lo cual quedo' reducida la longitud de la obra, a' un poco mas del medio del que antes fuera indispensable, y siendo la altura de la citada meseta sobre el talweg de 95', se redujo a' un cuarto la obtenida primitivamente para el puente. Este trazo no impide la buena colocacion de la entrada, antes bien la facilita por el grande aljamiento de la obra de arte, ~~su~~ ^{es} posible que hace que con una pendiente de $2\frac{5}{100}$, se puedan seguir las inflexiones del terreno hasta hallarse a' una altura conveniente para entrar en tajo en los terrenos situados en su margen izquierda. A la derecha el ascenso se efectua con mas rapididad por una pendiente continua de $3\frac{1}{100}$, necesaria para trepar la mayor altura de este borde. La via sigue

obediencia las inflexiones del terreno, pero el corto radio indispensable para no dejar los contrapuntos, hace imposible el trazo en ellos, salvándose entonces por pequeños túneles, cuando la excavación a que darían lugar tendría una altura mayor de 60', altura a la cual los tajo, si no mas cortos, exigirían para su apertura mayor duración. Ante de llegar la vía al ensanchamiento de la barranca en Cuauhtlopa, se inflexiona bruscamente, y penetrando por un túnel va a salir a la margen derecha, sin que fuera conveniente seguir hasta el ensanchamiento, por la parte exterior, y continuar por el cantil de la barranca en que corre el río de San Miguel, por que elevándose las eminencias que coronan el borde, para dar principio a una pequeña cadena que se eleva progresivamente sobre los terrenos pertenecientes a la hacienda del Sr. Mendez, se dificultaría en seguida el paso a ellos por medio de un túnel, o se elevaría la vía buscando un lugar adecuado para el tránsito, a una altura superior al nivel que presentan.

La exposición detallada de los medios empleados para llevar a cabo este trazo, revelaría el estudio y buen juicio que a tal trabajo precedió pero a pesar de ello presenta como veremos adelante; notables desventajas sobre el primitivo.

La idea que lo motivó de obtener un menor costo para la obra, no satisfizo los deseos de los empresarios, puesto que al fin se in

21

vintiéron en los trabajos sumas que ascienden al importe del antiguo puente, lo cual hera de esperarse, por que si bien se redujeron considerablemente las dimensiones en el nuevo, en cambio el número de pilas aumento de dos a ocho, a consecuencia del corto radio de la curva que impidió la division en tramos de mas de 50' de claro. A esto hay que agregar lo relativo a la ereccion de otros dos viaductos en fierro, de cinco claros de 40' el uno, y de tres de a 20' el segundo, indispensables para salvar las dos vertientes mas notables que presentan los cantiles; esto hace llegar a 700 el número de toneladas de fierro empleadas en esta obra. Pero lo que viene a determinar un aumento considerable en el importe, es el notable número de tapon, terraplenes y túneles, que han sido necesarios para apoyar la via en los cantiles, que cubiertos por una espesa vegetacion, y casi verticales en algunos puntos, no podian ser atacados sino con inmensas dificultades y a gran costo. La formacion geologica en el borde izquierdo presentaba un conglomerado porfidico de base arcillo terrosa, y la configuracion topografica facilitaba el paso, la durera del terreno que requeria el empleo del cohete la dificultaba considerablemente. Algo semejante pasaba en el borde derecho, allí el calcaren arcilloso que lo forma se deja atacar facilmente, pero en cambio los accidentes son mas numerosos y las obras de arte aumentan prodi-

gióramente obteniéndose al fin una vía mucho mas accidentada que la anterior.

En el caso nada venusto de que por un accidente se rompiera el enganche de la máquina, la velocidad que adquiriría el tren, o alguno de los vehículos desprendido, sería tan considerable, que al paso de una de esas curvas inversas que tan repetidas veces se encuentran en este trazo, fácilmente saltaría de los rieles, ^{y animado} de la velocidad adquirida, iría á estrellarse en uno de los cantiles, o se precipitaría en el profundo abismo de la barranca.

La tarde del 24 de Agosto de 73 el tren extraordinario de mercancías que subía por las cumbres de Maltrata, llevaba en su extremo un vagón inglés, cuyo freno estaba encomendado á un garrotero que llevaba tres días de haber entrado al servicio. La máquina se detubo para proveerse de agua, y en este momento la ruptura del enganche y falta de cadenas de seguridad, originó el desprendimiento del último vagón, el garrotero sin atender al freno que mandando la velocidad lo hubiera tal vez detenido en su marcha, perdió la serenidad y la calma que en tales casos requieren, y abandonándose á su destino, dejó que el vagón adquiriese velocidad en su marcha. Con acelerada rapididad seguia este el tortuoso sendero cavado en la montaña, hasta que al fin después de haber recorrido una gran distancia fué á cho

27

con contra los taludes de un tajo y arrojando al gamotero al centro de la vía, los cubrió con los tercios de sal que componían la carga, causando la asfixia prontamente. Ciento es que en este caso hubo descuido al colocar en el lugar de mas riesgo, al novicio gamotero, pero imagínense las consecuencias que un accidente de esta especie, que no siempre se puede evitar, causaría en un wagon de pasajeros abandonado á su propio peso, y sin guía que lo gobierne. Fue en Maltrata se hubiesen empleado esas fuertes pendientes, se comprende cuando se examinan las inmensas dificultades que se presentaban, pero que en este punto se prefirieran al trazo directo que no las requiere, nos parece muy digno de ser censurado.

El desvío á que este trazo da lugar no es digno de tenerse en consideracion, pero si se atiende á las numerosas curvas indispensables para seguir el contorno del terreno, al corto radio de la mayor parte de ellas, entre las cuales se cuenta la mas cerrada de todas las de la línea, comprende venenos los inconvenientes que ofrecen á la explotacion, aumentando considerablemente las resistencias en la subida, facilitando los descarrilamientos en el descenso y haciendo casi imposible la inspeccion de la vía que en algunos puntos se pierde á menos de 50 ms de distancia, á causa de la curvatura de las curvas y lo profundo de los tajos.

Á la influencia de las curvas que se traduce

por un deterioro en el material fijo y rodante,
y un aumento de combustible, hay que agregar
la disminucion de velocidad que las fuertes ram-
pas ocasionan, y el empleo de maquinas especia-
les para verificar el paso en este trayecto. Bie-
to es que estas maquinas herian indispensables
para trazar las cumbres de Maltrata, pero
si esto no originaba la creacion de un nuevo tipo,
que siempre perjudica a la explotacion de un
camino, atendido lo conveniente que es reducir
el número de ellos, para facilitar y contribuir
mejor a la conservacion de los motores, si convie-
ne recordar que en una via debe procurarse au-
mentar los accidentes en determinado punto,
con lo cual el servicio se mejora y la explotacion
no se recarga con gastos inutilés, y si es de censu-
rarse repartir las fuertes pendientes en varios
tramos, que diversos de este caso en que habien-
do medios para salvar el obstáculo que se pre-
sentaba, se creaban a pesar de esto nuevas dificult-
dades para vencerlo? Las fuertes rampas dice
M^o Bouche no deben adoptarse sino en los
casos estremos, y cuando ya todos los recursos co-
munes hayan sido completamente agotados.

El capital invertido en la ejecucion de es-
te trazo, segun el informe de los mismos
empresarios, al que hubiera sido necesario para la
ejecucion del gran puente, pero hay que agregar,
que el aumento de los gastos de traccion a que ha
dado origen, represente los reditos de un capital

B

que recibido al invertido de antemas hace que en realidad la suma gastada en estas obras sea superior en mucho a la requerida en el primer proyecto. Este aumento en los gastos que aparece despreciable, dejará de serlo al solo recordar, que las rampas del Serrmerring son con los gastos de tracción, comparado con los de la red del Firol, en la relación de 1 a 6. Aun cuando esta relación fuese menor para este punto, el incremento a que daría lugar es muy digno de tenerse en cuenta.

No repetiremos aquí las consideraciones que en otra parte hicimos sobre los inconvenientes de descender para elevarse en seguida, bastará hacer notar, que todas las mercancías que recorran este trayecto, tienen que sufrir el recargo correspondiente a los gastos que origina la elevación de su peso, a la altura que representa el desnivel según el lado por que desciendan, trabajo mecánico cuya utilidad puede ser representada, por el símbolo de la nada.

Estos son los principales inconvenientes a que el nuevo trazo da lugar, sus ventajas que dan son reducidas, a facilitar la reparación del puente en el remoto caso de que fuese destruido.

A la salida de la barranca la vía afecta los contornos de las curvas indispensables para tomar su primitiva dirección, recobrada la cual, por medio de un alineamiento recto en más de 8 Kms llega a las puertas de Orizaba, penetra en sus pintorescos callejones, salva sus dorados puentes en fierro cuyo mayor claro es de 50', y la abandona en seguida para dirigirse resueltamente, a trepar el gran escalón de la cordillera, último obstáculo que encontrara en su ascenso.

Hacia la parte occidental el valle de Orizaba se estrecha formando una cañada, bordeada por las colinas calcáreas, que en algunos puntos se aproximan hasta casi tocarse por sus bases. El terreno cubierto de tobas diluvianas asciende en pendiente suave hasta el pintoresco pueblito del Ingenio, a dos kilómetros del cual convergen los inclinados y estrechos valles del Encinal y Tecamoluca. Dirigiéndose por este último el suelo se eleva gradualmente, hasta el pequeño resalte de escoria volcánica, al otro lado del cual se extiende el caserío de Aculringo, situado a la falda del macizo casi vertical de las Cumbres, que cierra el valle completamente por esta parte.

Volviendo sobre nuestros pasos, y continuando por el Encinal, caminamos en un valle más amplio que el anterior pero que al fin se estrecha

24

cha hasta perderse al pie de las montañas que de nuevo interrumper nuestra marcha. Salvan do este resalte que no alcanza 200 ms de elevación, descendimos al valle de Maltrata, abierto en esta parte y cerrado en el resto, por las elevadas montañas que sostienen la mesa central.

En una época posterior al levantamiento que destruyó los terrenos jurásicos, formando las montañas que rodean el valle, y cuando en lugar de la suave pendiente de las praderas, se veía tan solo el esqueleto del terreno, las corrientes del Pico de Coiraba, cambiaban el aspecto de estas comarcas: una inmensa avenida lavica desprendiéndose del Pico, vino á chocar con la cadena del Itacatepango, y deteniéndose su marcha, se derramó en seguida por los bananeros que existían en el que hoy es valle del Encinal. Las lavas se contraían al enfriarse y formaban las complicadas arugas del conerio de Malpais, que cierra al E el valle de Maltrata. Este dique vino á formar de aquellos precipicios, una inmensa cuenca que las aguas al depositarse convirtieron en un estero lago, cuyo fondo se elevaba lentamente con los detritus de los terrenos adyacentes. Las aguas filtrándose entre las lavas y la formación jurásica, acabaron por formar profundas grietas, que ahondadas por el impetu del torrente, convirtieron esta parte durante el transcurso de los si

glos en un barranco de estrecho y acantilla
dos bordes. Por él las aguas que se recogen en
la cuenca hidrográfica del valle de Maltrata,
descienden al del Encinal, que mas bajo que
el anterior, segun se explica por lo dicho anterior-
mente, los sordecce hasta reunir las en el Engu-
enio, con las que descienden de Tecamaluca.

Tal es en conjunto el aspecto que presentan
las comarcas por donde el ferrocarril tendria que
cruzar, pero examinemos las ventajas que en
particular ofrecen.

La salida de Orizaba hacia la parte
occidental no puede verificarse mas que por la
cañada que hemos descrito, no existiendo otra
via que conduzca al interior, ~~mas~~ ^{mas} que la de San
Andres por la cresta de Tabuathlan, a tal
punto accidentada, que no permite el paso
ni aun de las caballerias. Pasando pues al
pie del Borrego y San Cristobal, hay que di-
rigirse al Engenio, punto forrado de cual-
quier camino que conduzca a la mesa cen-
tral, por esta parte continuando hasta
Sta Cruz, encontramos los valles de Tecama-
luca y el Encinal que conducen a Aculxin-
go y Maltrata, pero antes de proseguir, debemos
decidir cual de estos puntos sera el mas convenien-
te, para verificar el paso a la mesa central.

Si siguiendo por Tecamaluca dos caminos
pueden presentarse, o elevarse hasta las cum-
bras de Cerro Gordo, salvando la cordillera en

25

La parte mas baja que por aqui se presenta, a 2502 ms sobre el nivel del mar, i llegar hasta Puente Colorado, y de alli descendiendo por la cañada que conduce a ~~este punto~~ Tehuacan, llegar a este valle ascendiendo en seguida a Puebla, por los de Valneguillo y Tepeaca

Lo primero tiene varios inconvenientes; en primer lugar el paso se verificaria a una altura superior en 87 ms, a la de Boca del Monte, por donde lo hace la via ferrata construida: esto desde luego le daria la preferencia a Maltrata, sin embargo como tal vez fuese mas facil dar un gran desarrollo a la via en esta parte, esto bien pudiera hacernos vacilar; pero un estudio atento de las localidades, nos muestra ventajas muy superiores para Boca del Monte y Maltrata. La via por Acubringo iria a chocar con el resalto de las Cumbres, en una parte tan estrecha, que es casi imposible darle el desarrollo apetecido, los valles laterales son en extremo reducidos, y los cañales se conservan casi a plomo, los pocos contrafuertes que se desprenden de la cadena tienen un ancho muy escaso, y el unico trazo capaz de llevarse a cabo en ellos es el de zig-zag, casi impracticable en un camino de fierro, por lo reducido de los radios en las curvas a que daria lugar. No sucede asi en Maltrata, en donde se dispone de un extenso valle que por su fuerte inclinacion y regular

anchura se apropia a este último trazo caminando sobre la superficie del terreno y sin casi tener que hacer obras de arte: en seguida la forma de las montañas que rodean el valle es muy adecuada para desarrollar la vía en la pendiente de ellas, sin que presenten entranques muy pronunciados, y si en los salientes no siempre es posible contornear los empalmes, fácilmente pueden salvarse con túneles de escasa longitud. Hay otro inconveniente que es muy digno de tenerse en cuenta y es que en Aubringo y ~~Puente Colorado~~ el ascenso no puede ser continuo como en Malta, sino que es indispensable verificar los descensos, de Paranca Sica, Aubringo y Puente Colorado, poco sensibles los primeros, pero muy fuerte el segundo, puesto que llega a una altura de 135 ms. Ciertamente se podría evitar por medio de un túnel, pero la longitud de este ^{que} diferiría poco de 3 Kms, hace que los gastos de construcción aumentasen en mucho, tanto más que las rocas de esta formación son de mayor dureza de las que se encuentran en Malta. A una gran parte de los inconvenientes que ofrece el anterior, hay que agregar para el segundo de los trazos de que nos ocupamos, lo que ya otra vez manifestamos sobre lo inútil y perjudicial que es elevar unnecessarymente haciendo descender en seguida, esto que es general para todos los casos, tiene en el frente particular aplicación

en vista de ^{que} la tendencia es a elevarse a la
 mesa central, por tal motivo es muy censurable
 el trazo por Puente Colorado y Tehuacan, puesto
 que despues de haber alcanzado en el primero
 de estos puntos, un nivel de 2216 m sobre la ma-
 rea media, hay que descender en seguida a Tehu-
 can, a 1648 ms, perdiendose con esto una altura
 de 568 ms: mayor que la que despues de vencer
 tantos obstaculos, y de allanar tantas dificul-
 tades, habiamos logrado conseguir, al elevar-
 nos desde el pueblo de Atulcingo situado a
 la falda del contrafuerte, hasta Puente Colorado.
 El capital invertido en tan onerosa obra
 quedaria perdido completamente, puesto
 que en seguida se tendrian que hacer obras,
 en el trayecto de Puebla, para recobrar la
 altura perdida, y si bien estas no serian tan
 cuantiosas, siempre gravarian el costo y la ex-
 plotacion, ya recargados con el aumento en
 el desarrollo de la via que no seria inferior a 50
 Kms, a lo que se agrega que en ambos trazos,
 pero principalmente en el ultimo, deviendo
 dirigirse la via sobre la derecha para acer-
 carse en cuanto posible sea al directo, se hace pre-
 cisamente lo contrario alejandose en sentido
 opuesto de la direccion marcada.

Estas consideraciones y otras que expon-
 dremos despues, nos inducen a preferir el tra-
 zo por Maltrata, abandonemos pues el valle de
 Tecamalaca y prosigamos por el del Encinatal.

Al dirigirse por este último aun se pre-
sentan dos direcciones, o seguir al de Maltrata,
o penetrar al NO por la cuesta de Ahuatlan,
y faldeando los cerros de Suchil, buscar un
puerto en el monte de las Abinas; o bien continuar
a San Antonio de Arriba, para de allí descender
al gran valle de Anahuac.

Seguendo por Ahuatlan, lo angosto de
la cañada no permite trazar los zig-zags nece-
sarios, para suavizar la fuerte pendiente que en
fondo ofrece, pero aun cuando por medio de obras
de arte lo lograsemos, habría que salvar la cordille-
ra, si continuamos por el puerto de las Abinas
a 2607ms de elevacion, y si lo hacemos por San Anto-
nio de Arriba a 2556, que superan, en 192ms
el primero, y en 411ms el segundo, la altura
requerida siguiendo por Maltrata, y penetran-
do por la barranca de Fieva a la estacion de
Boca del Monte.

Para salvar los 264ms de desnivel que
hay entre la hacienda del Encinal y el valle de
Maltrata, sin trepar por el conuero que lo limi-
ta al E, habria, o que dirigirse por el rincón que
conduce del Zapote al vallecito de la Bota,
o que penetrar al de la Hoya, por la barranca
en que el Guapiñillo desliza sus aguas, para
ir a fecundar las praderas del Encinal.

Si se verificase el paso por el primer punto,
tendriamos que al desembocar en el valle de Ca

Prota no hallabamos a la altura a que por el pasa la línea construida, y sin que hubiésemos perdido dar a la vía, un desarrollo mayor del tercio del que se obtiene siguiendo por el Gu fierrillo, con una pendiente uniforme de 4/100.

No quedaba pues otro recurso que penetrar por el cantil de la bamaña, como se había hecho en Atoyac para salvar el contrafuerte del Chiquituite. Pero como el resalto que limita el valle del Encinal, corre en dirección casi normal a la que trae la vía, y por el debemos comenzar el ascenso, hay que buscar un lugar adecuado para principiarlo. Uno de los contrafuertes de la cadena avanzándose al valle, y presentando en su declive, si no un descenso suave, no esor nuevo, casi vertical del resto, forma una hondonada conocida con el nombre de Rincon de las Doncellas, por ella empieza la vía su ascenso, trazando una curva de 359' de radio y en pendiente de 4/100. El desarrollo maximum, en que siguiendo desde este punto los contornos del terreno, obtendríamos para la vía al llegar hasta el valle de Maltrata, es, si bien el mas largo que pueda obtenerse en este terreno, no el suficiente para poder emplear una menor pendiente que la de 4/100, y por otra parte exigiendola la subida de las Cumbres, si no se querian multiplicar los gastos al grado de hacer impracticable la obra, preciso hera ^{el} aceptarla.

Los adelantos llevados á cabo en la construcción del ~~locomotor~~ material rodante, y sobre todo en los motores nuevamente ejecutados, permitirían el empleo de estas fuertes rampas, indispensables en los casos excepcionales, que como el presente no admiten otra solución mas conveniente. Hoy poseemos máquinas poderosas, que pueden remolcar pesados trenes sobre rampas de difícil acceso, y si bien las velocidades se minoran, el inconveniente que esto pudiera ofrecer en el tráfico del Ferrocarril Mexicano, no influye de una manera poderosa. Nuestro movimiento comercial dicta muchos del que se requeriría para costear la explotación de un camino menos accidentado, y las necesidades que tiene que satisfacer, se alzan considerablemente, de las que en otros países han determinado la ejecución de esas grandes obras de la Ingeniería que caracterizan nuestro siglo. Sin la importancia comercial del Oriente, el canal de Suez no hubiera existido y sin los esfuerzos unidos de dos naciones poderosas, la locomotiva no silvaría bajo las gargantas de Fregus. ¿Cuándo verán estas dos naciones no han vacilado en admitir pendientes hasta de $3\frac{5}{100}$, en un camino construido con todo el lujo que les fuera posible desarrollar, y cuando por miras políticas se requería un tránsito, que permitiera el paso de pesados trenes de material de guerra, conduciéndolos á gran velocidad: cuando en el Austria, en la Italia Septentrional,

en los Estados Unidos y en la América del Sur, se había manifestado la posibilidad de realizar una explotación hasta cierto punto cómoda, apelando a estas pendientes, cuando en fin, teniendo tanto modelos que no aseguran el éxito de modo, se había de vacilar en su adopción [¿] _{¿cuando de obra} Creemos que no, y la importancia de las obras ejecutadas, no manifiesta los poderosos esfuerzos emprendidos, para obtener las mayores ventajas, aun a costa de los grandes medios.

Continuando nuestro estudio diremos que la vía apoyándose en el declive del terreno sigue las sinuosidades de este, penetra en la barranca, salva las vertientes del flanco por medio de grandes puentes de fierro y sosteniéndose a una altura considerable sobre el vallecito de la Hoyo, penetra al de Maltrata por el único punto practicable, por donde el Infiernillo se abre para entre las montañas, para amojasar sus aguas a la parte baja. La barranca, que en esta parte tiene solamente algunos metros de anchura, no permitió la colocación de la vía en sus cantiles, haciendo indispensable construir un puente, que siguiendo de el curso del río, lleva la vía al otro extremo del precipicio, continuando su curso hasta Maltrata sin dificultad notable.

Otro trazo estudiado por Mrs Falcott, consistía en salvar la barranca del Infiernillo, en el

momento de penetrar a' ellos, por medio de un gran puente que conduzca la via a' la villa derecha, para desarrollarla en el declive de las opuestas montañas. Este trazo abandonado desde luego, aparece muy inferior al descrito. El puente seria de un gran costo, de difícil colocación y construcción, por lo profundo de la barranca y lo acantilado de los bordes, se caminaria en el declive opuesto en un terreno muy duro formado del calcareo quí azul compacto con vetas de carbonato de cal, en lugar de las lavas descompuestas que ofrecen a' gran profundidad una materia pulverulenta de tinta rosa violacea pasando a' las acillas amarillas que recubren la formación sobre la cual se apoyan las obras ejecutadas. Los entrantes y salientes de los contrafuertes son mucho mas notables y al fin si la via llegaba al valle de Maltrata lo verificaria en todo su curso en el trazo practicado en el declive y si continuaba ascendiendo por el Titacatepango y Cumbres de Atquila, llegaria a' Boca del Monte con un desarrollo de $2\frac{3}{4}$ a' lo mas del obtenido en la via ejecutada, lo cual se traduce por un incremento notable en la pendiente.

Llegada la via a' Maltrata que es un punto forzado en el trazo que consideramos, tenia que conducirse por lo flanco de las montañas, elevándose constantemente hasta penetrar por la barranca de Fecoc, que como hemos visto ofrece el paso mas bajo entre todos los que en las

99

comarcas adyacentes conducen a la mesa cen-
tral.

Para dar el conveniente desarrollo a esta línea, dos valles se presentan, el de Aquila, y el de la Bota. Los dos ofrecen a primera vista ventajas iguales para llevar la línea hasta el pie de las montañas por las que hay que trepar en seguida, pero un estudio mas detenido ha de ver las razones por las que es preferible el de la Bota. En primer lugar las montañas que rodean al primero estan mas accidentadas que las del segundo, las quiebras y los arrugas son mas profundas y frecuentes teniendo ademas alturas muy diversas en los contrafuertes todo lo cual dificulta la colocacion de una línea que sin grandes obras trepase por la vertiente. En segundo lugar la amplitud de uno y otro es muy diversa prestandose mejor el segundo para el desarrollo de una línea ~~que sin grandes~~ por medio de zig-zags que suavicen la pendiente o bien puedan aumentarla penetrando sin temor en el laberinto de las lomas situadas al E cuando se tuviera la altura conveniente facilitandose asi el ascenso al flanco de la montaña. En tercer lugar el ascenso por estos valles ni ofrece la misma facilidad ni conduce a idénticos resultados. El valle de Aquila que es una prolongacion del de Maltavata asciendo en pendiente suave hasta las cercanias del pueblo pero al llegar a el cambia bruscamente la pendiente lo cual di-

fiicultaria la colocacion de la via en esta parte siendo preciso colocar grandes terraplenes que uniformaran el ascenso en esta parte y si para evitarlos se seguia la falda del Itacatepango renunciariamos las ventajas del valle para caminar desde luego por el declive, el trazo de superficie desapareceria para dar lugar a las obras de arte a las curvas cerradas y numerosas y si quisiéramos seguir al pie de la ladera en que se ha trazado el camino de Acubringo iriamos a caer en la profunda barranca del Duraznal que aumentando los obstaculos no proporcionaria un desarrollo razonable ni aun continuado por los flancos del Itacatipan y las cumbres de Aquila para penetrar por la margen derecha de Ficoa al pie del camino de la rueda del ocote.

No sucede lo mismo con el valle de la Bota ni las dificultades van escaseando por este lado son menores y en corto numero; la inclinacion del valle desde el pie del contrafuerte de Sⁿ Miguel hasta muy cerca del punto en que se hallaba el pueblo de la Bota es casi uniforme. La pendiente es en verdad que es bastante fuerte pero la via ha podido suavizarse trazando grandes zig-zags en que siguiendo la superficie del terreno ha muy cerca del extremo y a una altura conveniente penetra en el vasto conerio de la izquierda describiendo una curva retrocede apoyandose ya en el flanco de la montana por la que se para en seguida. Desde este punto hasta aquel por el cual tiene que pasar

tras hay la distancia necesaria para que
 siguiendo el contorno del terreno y entre profun-
 dos tajos altos terraplenes y largos tuneles llega
 por medio de una pendiente constante de 4/100 en
 17 millas a la estacion de Boca del Monte

Un vasto horizonte se descubre a nuestras
 miradas, a lo lejos la via contorneando las su-
 ves quiebras del terreno va a perderse en las dila-
 tadas llanuras de la mesa central. No podria
 mas seguirle en su marcha sin salir del cuadro que
 nos habiamos trazado, del asunto que nos propusi-
 mos desarrollar en esta memoria. Dando pues fin
 a nuestro estudio concluyamos manifestando que
 no viendonos posible tratar las cuestiones a que da
 lugar con la extension que requieren hemos proce-
 ronado manifestar en abstracto las principales observa-
 ciones que hicimos en nuestros estudios practicos
 guiados por la teoria caminabamos en busca de
 la verdad practica si el exito no ha coronado
 nuestros esfuerzos cabenos la satisfaccion de haber
 puesto los medios de que podiamos disponer para
 conseguirlo

México Abril de 1874.

Antonio - M. Anra

