

Antonio M. Anza y su tesis sobre el trazo del ferrocarril mexicano

Dirk Bühler Gminder
Deutsches Museum de Múnich, Alemania

Resumen

Antonio M. Anza es uno de los ingenieros civiles más destacados en México del fin del siglo XIX. Diseñó y construyó obras importantes e instaló el primer laboratorio mexicano de ingeniería civil. Sus estudios de arquitectura e ingeniería son ejemplares para su época. Escribe su tesis para obtener el título de ingeniero sobre el trazo del Ferrocarril Mexicano, un proyecto donde colabora a partir de 1873. En su tesis nos da una idea explícita y amplia de sus conocimientos adquiridos durante su formación. Como ingeniero civil presencial nos ofrece a la vez una visión contemporánea de las consideraciones topográficas, de los diseños estructurales, de las bases científicas y de algunos de los actores. Comparando el contenido de la tesis con los conocimientos actuales sobre el Ferrocarril Mexicano se producen resultados nuevos y sorprendentes para la historia de la construcción en México.

Palabras clave: infraestructura; ferrocarril; estudios de ingeniería civil; México.

Antonio M. Anza and his thesis on the layout of the Mexican railway

Abstract

Antonio M. Anza is one of the most outstanding civil engineers in Mexico at the end of the 19th century. He designed and built important buildings and installed the first Mexican civil engineering laboratory. His architectural and engineering studies were exemplary for his time. He wrote his thesis for his engineering degree on the layout of the Mexican Railway, a project in which he collaborated from 1873 onwards. In his thesis he gives us an explicit and extensive idea of the knowledge he acquired during his training. As a civil engineer on site, he gives us a contemporary view of the topographical considerations, structural designs, scientific bases and some of the actors involved. Comparing the content of the thesis with current knowledge about the Mexican Railway produces new and surprising results for the history of construction in Mexico.

Keywords: infrastructure; railway; studies of civil engineering; Mexico.

INTRODUCCIÓN: ANTONIO M. ANZA Y SU FORMACIÓN

Antonio M. Anza (1847-1925) inicia sus estudios de arquitectura e ingeniería civil en 1862 en la Academia de San Carlos, en la Ciudad de México. Durante sus primeros dos años en la academia tiene clases con Francesco Saverio Cavallari (1810-1896), entonces director de arquitectura¹ que había introducido el ramo de ingeniería civil en el plan de estudios.

Anza, seguramente es un estudiante muy aplicado porque recibe premios en 1862, 1863 y, junto con su hermano Juan, en 1866. A partir de 1867, debido a la nueva ley de instrucción pública, (Katzmann [1973] 2002, 66) sigue estudiando en la Escuela Nacional de Ingeniería donde presenta su examen profesional y recibe su título de arquitecto el 2 de agosto de 1872 (Álvarez 1906, 44) con una tesis² titulada «Memoria sobre un proyecto de biblioteca».

Pocas semanas después de haber aprobado su examen profesional encuentra un empleo en la construcción del ferrocarril mexicano, que está por terminarse en el mismo año. Después de la inauguración de esta primera línea de ferrocarril en México el día 1 de enero de 1873, se queda en la empresa, supuestamente para supervisar y mantener las instalaciones de la ruta. Unos años más tarde, entre 1878 y 1880, trabaja como inspector de obras del ferrocarril entre Celaya y León (Escamilla 2005, 85). Después de recuperarse de una enfermedad —de la que no tenemos más conocimientos— inicia en 1886 una carrera académica en la Escuela Nacional de Ingenieros y cimentó su fama de pionero de la ingeniería civil en México (Escamilla 2005, 85-109 y Escamilla 2013, 364-372).

Pero ahora, a la vez de lanzarse a la práctica profesional, todavía le falta recibirse de la segunda parte de su carrera: la de ingeniería civil. Así que en abril

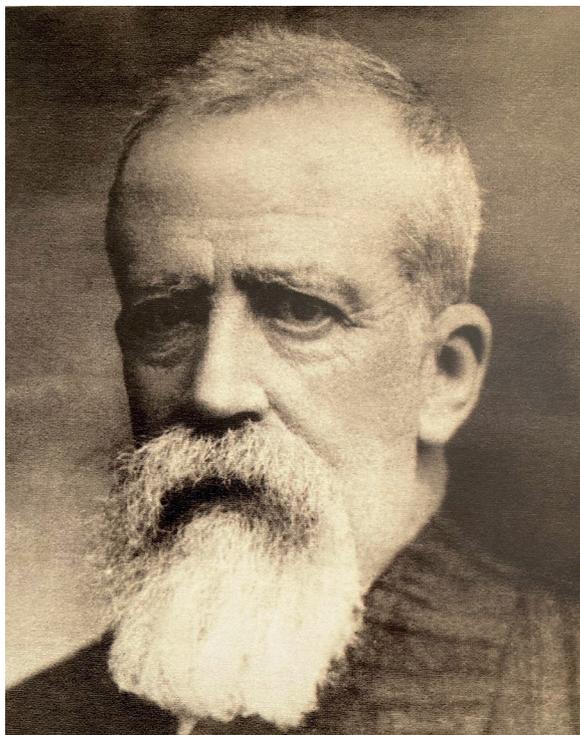


Figura 1. Retrato de Antonio M. Anza. (Acervo Histórico del Palacio de Minería, Escamilla 2013, 369).

de 1874 Anza termina de escribir su tesis³, obviamente, relacionada con su empleo actual, y se recibe el 4 de mayo del mismo año (Rodríguez 2012, 282). Escoge un tema en el que puede combinar sus conocimientos adquiridos en la Escuela de Ingeniería y en la práctica profesional: «Memoria sobre el trazo del Ferro-Carril Mexicano en su descenso a la Costa», que representa la parte más difícil de la obra de construcción.

De una manera general, la formación de Anza es «más bien científica que artística» (Rodríguez 2012, 280), una observación que se manifiesta en sus estudios y en su tesis. Tanto en la Academia de San Carlos como más tarde en la Escuela de Ingeniería, el plan de estudios, establecido inicialmente por Cavallari en 1857, consideraba para el sexto año profesional dos horas diarias de clases de construcción de «camino comunes y de fierro». El mismo Cavallari se encargó de impartirlas con base en «textos, [el libro de] Perdonnet y apuntes» (Álvarez 1906, 14).⁴ Así, se nota que los cinco volúmenes de la obra de Auguste Perdonnet (1801-1867) eran el material didáctico

predilecto que se usaba en las clases, tal vez porque eran enciclopédicos, ampliamente ilustrados y se actualizaban y aumentaban constantemente después de su primera edición en 1856. Perdonnet, además, había editado en 1853 un «Album des chemins de fer: résumé graphique du cours professé par M. Auguste Perdonnet... / par Germain Cornet»; y entre 1843 y 1855 y en 1861 publica los «Portefeuilles de l'ingénieur de chemins de fer». Cavallari, además de ocuparse de una bibliografía actualizada, encargó para sus clases de construcción de ferrocarril, por ejemplo, a cuatro de sus estudiantes la tarea de copiar el plano del trazo del Ferrocarril Mexicano de Andrew Talcott (1797-1890). El famoso ingeniero y topógrafo estadounidense había hecho, junto con su equipo de ingenieros, el levantamiento definitivo de la traza entre 1857 y 1859, contratado por los hermanos Escandón (Álvarez 1906, 23). Cuando le toca estudiar su sexto año a Antonio Anza seguramente conoce este plano al mismo tiempo que su profesor Eleuterio Méndez todavía empleaba la obra de Perdonnet como material didáctico en 1865 (Álvarez 1906, 71).

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LA TESIS DE ANTONIO M. ANZA

Ahora bien, veamos más a detalle la tesis de Antonio Anza: es escrita limpiamente a mano con una letra precisa, ligeramente inclinada a la derecha, que es confortablemente legible y llena 58 páginas sobre 30 fojas escritas por ambos lados. El texto de la tesis, a diferencia de su tesis de arquitectura (Rodríguez 2012, 283) no tiene índice, puesto que no se organiza a través de capítulos y sus subtítulos respectivos. Aunque es escrito de forma continua, escasamente entrecortado por apartados, se entiende rápidamente su lógica inherente.

Para nosotros, su tesis, aparte de acercarnos a la persona de Antonio M. Anza, adquiere un significado especial porque abre una puerta estupenda al conocimiento adquirido por la enseñanza de la ingeniería en México durante esta época. En general, el autor nos presenta una amplia gama de conocimientos adquiridos en las academias; además, hace referencias a la literatura que domina y la relaciona con sus experiencias profesionales. A la vez, Anza menciona a algunos de los ingenieros que participaron en la construcción del ferrocarril, sus obras

e ideas. Como lo indica el título, el autor se centra en los trazos de la ruta comparando los eventualmente posibles y las múltiples razones por las que no se efectuaron, y confirma los motivos para la selección del trazo definitivo. Vale sumergirse con más detalle en el trabajo, en su contenido, y comentarlo con algunos conocimientos presentes en investigaciones actuales.

RESUMEN COMENTADO DE LA TESIS DE ANTONIO M. ANZA

Introducción y generalidades sobre el trazado

Las primeras dos páginas (f. 3) están, a manera de introducción, dedicadas a una reflexión general sobre la geografía de México y su red vial determinada por el altiplano, enclavado entre las sierras orientales y occidentales; sigue (f. 4 y 5 r.) una descripción orográfica más concreta y detallada del descenso oriental al golfo de México para precisar en seguida el problema principal que aborda su memoria (f. 5 v.): el tránsito por las montañas en la bajada acantilada y sinuosa por los valles y ríos hacia el mar. Sorprende esta muestra de conocimientos profundos de la geografía, topografía y orografía de México, adquiridos durante sus estudios. Describe (f. 7) cómo, en México, no hay caminos directos hacia el mar por la falta de corrientes de agua navegables en línea recta, como sí es posible hallarlos en Francia y en Italia, e indica cuáles son los recorridos de las carreteras contemporáneas que bajan por la sierra. En la ponderación recurrente de los beneficios y dificultades de las dos opciones de recorrido por Jalapa u Orizaba, que desarrolla a fondo (f. 8), favorece la traza por Orizaba que considera la más directa, la de más beneficios económicos, además de facilitar el acceso de un futuro ferrocarril a Tehuacán y más adelante, a Oaxaca.

En este contexto, Anza hace una referencia a las reflexiones del conde Daru sobre el trazo del ferrocarril de 58 km de longitud entre Saint Étienne y Lion, en Francia, que fue construido entre 1827 y 1831, la primera línea en la que se emplearon locomotoras de vapor en el continente. La obra fue dirigida por el famoso ingeniero Marc Seguin (1786-1875) y auspiciada por el político Napoleón, Comte Daru (1807-1890). Daru presenta sus observaciones acerca de las condiciones

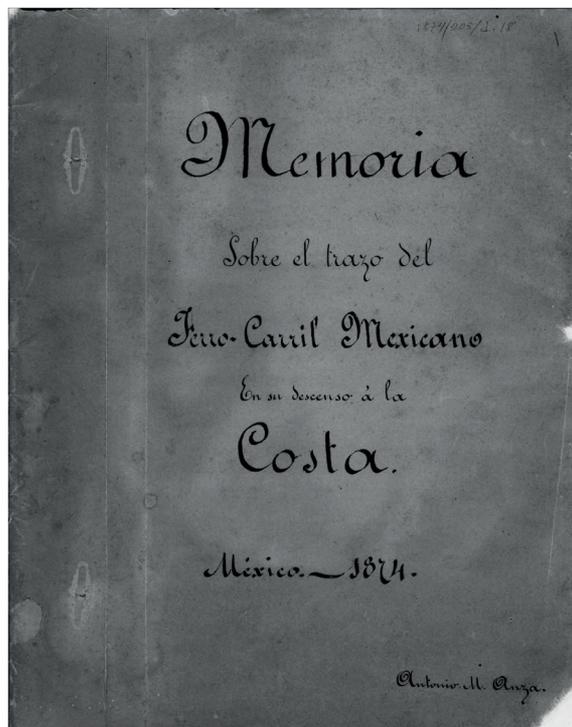


Figura 2. Primera página de la tesis de Antonio Anza donde se aprecia un diseño cuidadosamente ordenado y su letra pulcra.

favorables para una u otra ruta en una extensa memoria escrita en 1842 (Berthelin 1842). Anza cita textualmente algunos de sus consejos (f. 8 v.) contenidos en este informe y comprueba, así, su familiaridad con la bibliografía internacional.⁵ Partiendo de estas referencias, que no son solamente técnicas e infraestructurales sino también económicas y sociales, examina a fondo las consideraciones (f. 9 r.) que había hecho Francisco de Arrillaga cuando recibió, en 1837, la primera concesión para construir el ferrocarril mexicano. Arrillaga todavía prefirió el camino por Jalapa, que estaba favorecido, sobre todo, por el presidente Santa Anna y algunos empresarios que tenían sus haciendas en el camino; mientras que Anza, como Andrew Talcott,⁶ lo consideran poco adecuado.

En seguida presenta unas reflexiones (f. 10 v. y 11 r.) acerca de las condiciones más favorable para cruzar un obstáculo atravesándolo en línea recta subiéndolo y bajándolo, o rodearlo. Expone una «fórmula» para la ponderación de las ventajas y desventajas con un ejemplo del ferrocarril mexicano, que da como

resultado que el camino crítico por las montañas de Jalapa es más desfavorable con respecto al camino por los valles de Acultzingo, por lo cual el trazo por Córdoba y Orizaba sería preferible. Sorprenden de nuevo sus conocimientos profundos con respecto a la geografía y geología, y, sobre todo, de la topografía y orografía de la región.

Obras de ingeniería estructural y el trazo de la red vial entre la costa y la sierra

Concluidas estas consideraciones, más bien generales, el texto de Anza se orienta hacia temas más concretos y excitantes. A partir de ahora el enfoque del texto oscila entre los puentes que se habrán de construir (o que ya se habían construido) y los trazos alternos no considerados en el trazo definitivo y sus respectivas conveniencias. Inicia (en la f. 12 v.) su enlistado de puentes empezando en la subida de la costa a la montaña: La Soledad y Chiquihuite, en San Juan de la Punta, y señala los retos de remontar los trenes entre La Soledad y Córdoba en tan solo 63 km de distancia por 733 m de diferencia de altura. (f. 13 v.) Describe detalladamente cómo el trazo puede seguir las indicaciones de las corrientes de agua por ríos, caudales y barrancas, considerando siempre las posibilidades de construir contrafuertes en las laderas o puentes —próximas a la vertiente— para sostener la vía del ferrocarril. Como ejemplo describe el recorrido del río Atoyac entre Paso del Macho y Atoyac (f. 14), donde la traza del ferrocarril sigue las laderas del valle del río apoyado por túneles, contrafuertes y puentes hasta llegar al punto más angosto y oportuno del valle para cruzar el abismo, como en el más difícil valle del Metlac, que se tratará más adelante con detalle. En seguida (f. 15) describe cómo, de esta manera, se pueden salvar los 460 m de diferencia de altura en los 30 km entre San Juan de la Punta (puente Chiquihuite), por Paso del Macho, y Córdoba casi en línea recta con pendientes aceptables para el ferrocarril, con un trazo satisfactorio.

Las obras de ingeniería son obras de arte

Añadido a su argumentación principal acerca del trazo, Anza califica entre líneas los grandes logros de la

ingeniería, en cuanto al trazado de la ruta del ferrocarril y sus obras de ingeniería estructural, como «obras de arte»⁷. Hace una referencia notable sobre el puente de Atoyac cuando lo llama «un hermoso viaducto metálico». En vez de mencionar su sistema constructivo en detalle, que también podría ser un enfoque importante, expresa su sentido tanto estético como artístico que le otorga a las obras de ingeniería, muy presentes en esta época temprana de industrialización. En las páginas siguientes (f. 16), antes de describir el trazo del camino que sigue entre Córdoba y Orizaba, señala sus observaciones de una manera empática, casi romántica, sobre «la ciudad poética [de Orizaba]» y los paisajes que la rodean, además del camino por «las anchas y profundas barrancas cuyos acantilados bordes cubiertos por la exuberante vegetación de las tierras calientes, dan un aspecto salvaje a estos horribles precipicios». Una observación que también motivó a artistas como Casimiro Castro (1826-1889) o más tarde a José María Velasco (1840-1912) para la creación de obras maestras.

El proyecto crucial del trazo del ferrocarril mexicano: el puente de Metlac

Anza continúa describiendo el trazo por la famosa barranca de Metlac, analizando con énfasis las condiciones del suelo y su influencia sobre el trazo. En este párrafo (f. 17 y 18) presenta conocimientos sorprendentemente extensos y profundos sobre el origen geológico y las características materiales del subsuelo prevaleciente, sobre todo en las pendientes de los valles de la región. Asimismo, analiza las ventajas y los problemas del trazo escogido por los ingenieros del ferrocarril mexicano y las razones por las que no eligieron un camino alternativo (f. 19 r.) que describe como igual de factible, teóricamente.

Cuando aborda el trazo del ferrocarril por la barranca de Metlac toca un tema muy comentado entre los ingenieros contemporáneos y en la literatura posterior: el puente de Metlac (f. 19 r. y v.), que es el más grande y complejo de todo el camino. Anza comenta en primera instancia que en tiempos de «la antigua compañía»,⁸ el ingeniero británico William Lloyd (1822-1905) había proyectado, en 1865, un «hermoso viaducto metálico de 900' [pies ingleses = 275 m] de longitud y

280' [pies ingleses = 85 m] de altura» cruzando en línea recta la barranca de 275 m de longitud sobre un abismo de 117 m de profundidad (Bühler 2019). Los planos de este «Puente Maximiliano» se encuentran hoy en el Centro de Documentación e Investigación Ferroviarias (CEDIF), en Puebla.

Como este diseño del puente es verdaderamente excepcional e innovador, describe ampliamente sus detalles estéticos —como los arcos y los apoyos— mencionando el hierro como material de construcción, dejando también a un lado la presentación de elementos estructurales y constructivos.

Desafortunadamente, este proyecto, a pesar de la amplia publicidad de la que gozaba, nunca se realizó; así que sigue el discurso de Anza con los proyectos del sucesor de William Lloyd en 1867 (Low 1916),⁹ sin referirse a un proyecto adicional de Lloyd para la construcción de un puente tubular en 1866. Este proyecto se describe posteriormente en el Informe de Low de la siguiente manera: El día 26 de abril de 1866 se coloca la primera piedra para este puente tubular, pero cuando pasa un terremoto dos semanas más tarde (10 de mayo de 1866) (Mora y Murrieta 1995),¹⁰ el ingeniero responsable del proyecto le sugiere a William Cross Buchanan (1826-1891) —a partir de 1867, ingeniero jefe— buscar una solución menos arriesgada. Anza continúa su memoria directamente con el plan opcional de Buchanan, que propone, primero, la construcción de un puente colgante en el mismo lugar en vez de los proyectados por Lloyd. Un plan que se abandona sin que Anza explique las razones; ya para entonces es sabido que los puentes colgantes no son aptos para el ferrocarril por las vibraciones que afectan su estructura.

Tal vez no señala el contexto del puente tubular en su memoria porque es un proyecto mucho menos espectacular y menos vistoso que el primero, del cual, además, no se conservan planos y casi no es comentado en la literatura; así que puede no haber estado muy presente en la memoria de los ingenieros involucrados, a pesar del evento decisivo para abandonar el proyecto en este lugar: el terremoto.

Finalmente, Buchanan se decide (f. 19 v. hasta 20 r.) por una desviación del trazo, de la misma manera que ya se había practicado en el proyecto del puente del Chiquihuite, siguiendo la ladera del valle hasta el lugar más estrecho para cruzar la barranca, regresando por el



Figura 3. Maqueta del puente de Metlac (escala 1:200) en el Deutsches Museum, München. Muestra el estado original del puente como Antonio Anza lo habrá visto. (Foto Hubert Czech, Deutsches Museum, München).

lado opuesto del valle. Para esto, diseña un puente cuya planta describe una curva ancha, manejable para el ferrocarril, que tendrá tan solo 550' [pies ingleses = 165 m] de longitud sobre pilares de hierro de 95' [pies ingleses = 29 m] de altura.

Asimismo, describe con mucha dedicación las propiedades geológicas, materiales y con más énfasis las paisajísticas (f. 20 r.), consideradas al buscar el lugar adecuado para el trazado y el puente en medio de un paisaje que es verdaderamente espectacular, y que más tarde será motivo preferido de artistas y fotógrafos, demostrando, así, la integración de la tecnología moderna en un paisaje natural y salvaje. Después, Anza continúa con una reflexión sobre el camino que sigue hasta la hacienda del Sumidero (f. 20 v.).

El trazado de curvas

En la memoria tampoco puede faltar una evaluación económica y técnica de los desvíos en general (f. 21 r.). El peritaje técnico de Anza, sobre todo, es muy interesante porque se centra en la cuestión de las curvas, que en muchas ocasiones son demasiado cerradas, y recomienda el diseño de curvas más anchas a pesar de su precio superior. Insiste en que también se pueden evitar accidentes y menciona como ejemplo —seguramente, tomada de su propia experiencia profesional— un accidente ocurrido el 28 de agosto de 1873 en las cumbres de Maltrata (f. 21 v.), donde se desprendió un vagón de carga del resto del tren y causó daños enormes al volcarse —bajando a alta velocidad por la falta de frenos independientes en los vagones— en una curva demasiado cerrada. Sus consideraciones sobre las curvas cerradas (f. 22) enfocan también el hecho de que aquellas son desfavorables en la práctica, tanto para el mantenimiento de los rieles como de las máquinas. Menciona (f. 22 v.), de igual manera, las «rampas fuertes de Mr. Couche» (Couche 1867-1876) que pueden ser una alternativa, no siempre muy adecuada y económica, al desvío por curvas cerradas para obtener un trazo con menor pendiente para remontar un desnivel, extendiéndose sobre este problema basado en una referencia importante e internacional. Retoma una vez más el caso del puente de Lloyd (f. 23 r.), que cruzaría la barranca de Metlac en línea recta y Anza constata que la construcción de este puente hubiera sido más económica que la desviación del trazo; pero, a fin de cuentas, más cara en cuanto a su mantenimiento. Como ejemplos compara genéricamente el trazado de la «Semmeringbahn» en Suiza y sus pendientes escapadas con las más suaves —y como consecuencia, más largas— del ferrocarril de Tirol, en Austria. Concluye este discurso con un resumen breve y acertado del problema.

El trazo entre Orizaba hasta Maltrata y el Altiplano

Al describir la salida de la barranca de Metlac retoma su tema principal (f. 23 v.), detallando el trazo que sigue unas curvas necesarias hasta llegar a Orizaba en una línea recta de 8 km, pasando por un puente de 50' [pies ingleses = 17 m]; prosigue con una descripción

romántica de la ciudad expresando su sentido por las artes. Se notan de nuevo sus buenos conocimientos del lugar y su amor, eso sí, por la patria: muy justificado.

Partiendo de Orizaba inicia la fase de ascenso al altiplano a través de las montañas, y Anza describe los caminos, los valles, los terrenos y las pendientes para llegar a Maltrata (f. 24 r.), que califica como única entrada factible para la subida final al altiplano. Se extiende al origen del paisaje alrededor del Pico de Orizaba, marcado por las erupciones volcánicas que impregnaron la tierra de cenizas fecundas y sus beneficios para el ferrocarril; además, describe el único camino posible para llegar de Orizaba a Maltrata (f. 25).

A partir de Maltrata (f. 25 y 26) compara dos trazos posibles para llegar al altiplano, ya sea por Tehuacán (que permitiría una conexión con Oaxaca) o por Boca del Monte (que se realizó) comparando, además, el coste de túneles —demasiado largos en el primer caso— y los diferentes niveles y pendientes que tienen que salvar los trenes en un caso y otro. Concluye con la confirmación del trazo realizado. A pesar de esta conclusión (f. 26 v.) reconsidera la posibilidad de un camino por Acultzingo para llegar al altiplano. En cuanto al recorrido y las inclinaciones posibles para el ferrocarril, repasa el problema del trazo de la vía siguiendo pegada al declive del terreno (f. 27 r.). Menciona el paso por el «Infernillo» antes de llegar a Maltrata como ruta ejemplar por sus túneles, puentes cercanos a la pendiente o contrafuertes de mampostería, mismos que en 1912 sustituyeron gran parte de estos puentes.

Comentarios sobre la cooperación internacional y la llegada al altiplano

Tras una reflexión añadida (f. 27 v.) sobre las máquinas y los progresos enormes que se han hecho al respecto para superar subidas más empinadas, emprende un panegírico de la ingeniería civil en general, reconoce la loable cooperación internacional, como en el caso del canal de Suez o la cooperación suizo-italiana en la construcción del ferrocarril y sus túneles, así como la de los países como Estados Unidos y los países sudamericanos (f. 28 r.) en el continente, finalizando con una apreciación de los progresos que han sido encaminados por ingenieros.



Figura 4. La traza del ferrocarril se ha grabado perceptiblemente en el paisaje de las «Cumbres de Maltrata». (Foto del autor).

En el siguiente párrafo Anza (f. 28 v.) retoma el tema de los puentes cercanos a la pendiente, como en el vallecito de la Hoyo o la barranca del Infernillo, y destaca otro proyecto de Lloyd, que en este último lugar planeaba construir un puente monumental desviando la traza del presente al otro lado del valle para seguir con una pendiente menor que la del lado original. Sin embargo, el terreno inadecuado para el trazo del ferrocarril en el lado opuesto del valle, impidió que este proyecto se realizara.

En seguida evalúa dos caminos diferentes: uno pasando por el valle del Águila y otro por La Bota (f. 29), para llegar por Maltrata, que es el punto preestablecido del trazado a Boca del Monte. Así, llega a la conclusión de que el trazado actual por La Bota es el «más suave» y factible (f. 30 r.). Termina este apartado con una descripción realmente poética, como: se llega «suavecito» al altiplano.

La conclusión de Anza

Concluye su «Memoria» (f. 30 r.) con estas palabras sutiles que nos hablan de un autor muy educado y empático:

Un vasto horizonte se descubre a nuestras miradas, a lo lejos la vía contorneando las suaves quiebras del terreno va a perderse en las dilatadas llanuras de la mesa central. No podríamos seguirla en su marcha sin salir del cuadro que nos habíamos trazado, del asunto que nos propusimos desarrollar en esta memoria. Dando pues fin a nuestro estudio concluyamos manifestando que no siéndonos posible tratar las cuestiones a que da lugar con la extensión que requieren hemos procurado manifestar en abstracto las principales observaciones que hicimos en nuestros estudios prácticos guiados por la teoría caminábamos en



Figura 5. El valle de la Hoyo o barranca del Infernillo que Lloyd planeaba cruzar con un puente enorme. (Foto del autor).

busca de la verdad práctica si el éxito no ha coronado nuestros esfuerzos cábenos la satisfacción de haber puesto los medios de que podíamos disponer para conseguirlo. México abril de 1874
[firmado] Antonio M. Anza.

COMENTARIOS ACERCA DE LA TESIS DE ANTONIO M. ANZA A MANERA DE CONCLUSIÓN

Al revisar la «Memoria sobre el trazo del Ferro-Carril Mexicano en su descenso a la Costa», cabe constatar que su autor, Antonio M. Anza, adquirió conocimientos extraordinariamente completos de topografía, de ingeniería civil y de arquitectura en su formación profesional en la Academia del Arte y la Escuela Nacional de Ingeniería. El enfoque de su preparación fue, seguramente, la ingeniería civil en todos sus aspectos

científicos, reforzado con amplias referencias internacionales, sobre todo francesas, que fue el estándar también en Europa. Además de esto destaca su profunda familiaridad con la geografía, la edafología, la morfología, la orografía, la topografía y, por ende, la cultura de su propio país. Se nota en su trabajo una relación estrecha entre la ingeniería civil, que es esencial, y las artes, que son el ambiente cultural dentro del cual se realizan las obras de ingeniería; una visión que se debe, seguramente, a la integración de las dos carreras en un plan de estudios común y que, a la vez, se integra a la perspectiva mundial de un posible progreso a través de la tecnología, que es capaz de perfeccionar la naturaleza.

Como su tesis no se dirige a un público en general, no es extraño que con tantos nombres de lugares mencionados que requieren una familiaridad íntima con los sitios, el escrito no contenga ni un croquis o plano

de los trazos indicados; tal vez, tampoco era un requisito académico para las tesis en esa época. También, la falta de una presentación rigurosa, siguiendo el tema consecuentemente sin desvíos, seguramente se debe a la condición de que las tesis debían contener un resumen de lo aprendido, como lo notamos en algunos apartados de la memoria. Los conocimientos enormes que Anza presenta contrastan con la falta completa de referencias a la ingeniería estructural, sobre todo en el caso de los puentes.

Resulta sorprendente, también, su afinidad al ingeniero William Lloyd cuya estancia en México se limita a la del Imperio de Maximiliano. En la visión actual del ferrocarril mexicano, no es el ingeniero más importante del proyecto quien participó en el levantamiento topográfico ni en el trazado y, a pesar de que sus diseños de puentes son espectaculares, ninguno de sus proyectos fue realizado.

A fin de cuentas, la memoria de Anza, aun hoy, es digna de una mención honorífica y anticipa la trayectoria profesional excepcionalmente célebre de su autor.

Notas

- 1 Cavallari llega a México en enero de 1857 para presentarse en la academia donde formalmente ocupa su cargo a partir de diciembre de 1856 hasta enero de 1864.
- 2 Las tesis de entonces se suelen llamar «Memoria».
- 3 La tesis de Antonio Anza se conserva en la Biblioteca de la Escuela Nacional de Ingenieros con la signatura 1874/205/d.18 (número anotado a mano en la primera página arriba a la derecha), junto a la de su hermano Juan Nepomuceno Anza: «Estudio comparativo sobre las obras de arte del Ferrocarril Mexicano» del mismo año 1874 con la signatura 1874/205/d.17.
- 4 Perdonnet es el nombre de uno de los 72 ingenieros pioneros que Gustave Eiffel dejó grabado en una placa de la Torre Eiffel en París.
- 5 Sería importante saber si este informe de Daru está citado en el libro de Perdonnet o si existe el original en alguna biblioteca de México.
- 6 Paralelamente al levantamiento topográfico de Talcott entre 1857 y 1859, el ingeniero Pascual Almazán y su hijo Aurelio exploran la ruta por Jalapa y Perote.
- 7 Tal vez la tesis del hermano de Antonio, Juan, «... sobre las obras de arte del Ferrocarril Mexicano», nos puede explicar con más detalles lo que quiere decir «obra de arte» en este contexto.
- 8 Anza se debe referir al «Ferrocarril Imperial», como se llamaba el ferrocarril mexicano hasta la caída del imperio de Maximiliano I el 19 de junio de 1867 y fue renombrado después «Ferrocarril Mexicano».
- 9 Buchanan diseña una alternativa que es aprobada por el Ministerio de Fomento el 28 de junio de 1871 (Baz 1977, 148).
- 10 Mora y Murrieta confirman la fecha: Intensidad V, fuerte en Orizaba, Córdoba, Xalapa y Veracruz el 10 de mayo de 1866.

LISTA DE REFERENCIAS

- Álvarez, Manuel Francisco. 1906. *El Dr. Cavallari y la carrera de Ingeniero Civil en México*. México, D.F.: A. Carranza y Comp. Impresores.
- Anza, Antonio María. 1874. *Memoria sobre el trazo del Ferrocarril Mexicano en su descenso a la costa*. Ingeniería Civil. Biblioteca de la Escuela Nacional de Ingenieros, 1874/205/d.18.
- Anza, Juan Nepomuceno. 1874. *Estudio comparativo sobre las obras de arte del Ferrocarril Mexicano*. Ingeniería Civil. Biblioteca de la Escuela Nacional de Ingenieros, 1874/205/d.17.
- Baz, Gustavo y Eduardo Gallo. (1874) 1977. *Historia del ferrocarril mexicano: Riqueza de México en la zona del Golfo a la Mesa Central, bajo su aspecto geológico, agrícola, manufacturero y comercial/ estudios científicos, históricos y estadísticos por Gustavo Baz*. México: Planeta: 3.^a edición facsimilar.
- Berthelin, Egmont. 1842. *Chemin de fer de Paris à Lyon par Troyes et Dijon: lettres à M. le comte Daru (1807-1890), pair de France, en réponse au rapport par lui présenté au nom d'une sous-commission à la commission supérieure instituée par décision royale du 22 juin 1843, à l'effet de donner son avis sur le choix à faire entre les différents tracés pour l'établissement des grandes lignes de chemins de fer classées par la loi du 11 juin 1842*. Paris.
- Bühler, Dirk. 2019. El puente Maximiliano del ferrocarril mexicano. Diseños preliminares para el puente de Metlac. *Boletín de Monumentos Históricos*, Tercera Época, Núm. 42, Enero-Abril 2018, México: INAH, p. 124-143.

- Couche, Charles. 1867-1876. *Voie, matériel roulant et exploitation des chemins de fer: ouvrage suivi d'un appendice sur les travaux d'art*. Paris: Dunod Editeur (6 volúmenes).
- Escamilla González, Francisco Omar. 2005. El laboratorio de resistencia de materiales de construcción de la Escuela Nacional de Ingenieros de México (1892). *Boletín de Monumentos Históricos*, tercera época, n.º 4, Mayo-Agosto 2005. México: INAH, pp. 85-109.
- Escamilla González, Francisco Omar. 2013. El primer Laboratorio Mexicano de Ingeniería Civil, hoy Biblioteca Ing. Antonio M. Anza. *200 años del Palacio de Minería: su historia a través de fuentes documentales*. México: UNAM, Facultad de Ingeniería, p. 364-372.
- Katzmann, Israel. 2002. *Arquitectura del siglo XIX en México*. México: Trillas (reimpresión de la 2.^a edición por Trillas. 1993, 1.^a edición UNAM. 1973).
- Low, Emile. 1916. A Review of the Report of Andrew Talcott... *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. Paper 1371, n.º LXXX, Dec. 1916, pp. 1548-1625.
- Mora González, Ignacio y José L. Murrieta Hernández. 1995. Sismos que han afectado al Estado de Veracruz. *La Ciencia y el Hombre*. Revista de la Universidad Veracruzana, vol. VII, n.º 21, septiembre-diciembre (Intensidad V, fuerte en Orizaba, Córdoba, Xalapa y Veracruz el 10 de mayo de 1866). Documento digitalizado: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/5330/199521P35.pdf> (Consultado el 07.08.2022).
- Perdonnet, Auguste. 1856. *Traité élémentaire des chemins de fer*. Paris: Langlois et Leclercq, 1855-1856, 1856.
- Rodríguez Morales, Leopoldo. 2012. *El campo del constructor en el siglo XIX*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Dr. Dirk Bühler, Deutsches Museum, München. Senior Researcher del Instituto de Investigación Científica de Historia de la Ciencia y Tecnología del Deutsches Museum en Múnich.

Citar como: Bühler Gminder, D. 2023. Antonio M. Anza and his thesis on the layout of the Mexican railway. *Revista de Historia de la Construcción* 3: 1-10. <https://doi.org/10.4995/rdhc.2023.19191>.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9927-7947>.

Copyright: 2023 SEDHC. Este artículo es de acceso abierto y se distribuye bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.