

# Ingeniería militar, origen de la ingeniería contemporánea

Tarsicio Pastrana-Salcedo\*



El puerto de Veracruz con su muralla y la isla de San Juan de Ulúa al fondo con su fuerte de mediados del siglo XIX.  
Litografía de Casimiro Castro.

**E**n la Nueva España la mayoría de los sistemas fortificados estuvieron en las costas, ya que su principal función era la defensa contra enemigos extranjeros, encarnados principalmente por piratas, corsarios y bucaneros; el preámbulo de la construcción de fortificaciones es la ingeniería, primero militar y posteriormente especializada, el Renacimiento

representa una evolución sin precedentes en muchos campos, si bien el arte y la tecnología se muestran como las puntas de este desarrollo otros campos técnico-científicos muestran evolución, por ejemplo, la artillería sufrió cambios significativos que tuvieron su principal repercusión en nuevas innovaciones en el campo de la ingeniería militar y principalmente en el diseño de fortificaciones.

El momento histórico referido es muy importante en el desarrollo de la ingeniería, influido por el auge de España como potencia mundial y las co-

rrientes ideológicas del Renacimiento, lo que nos lleva a considerar que el siglo XVI representa una revolución tecnológica, si no en las técnicas sí en la manera de aplicarlas, es por eso que consideramos este periodo histórico como el de evolución de las aplicaciones tecnológicas, a partir de estos momentos la ingeniería se transforma hasta llegar altamente especializada en nuestros días.

El marco de análisis de la construcción de fortificaciones será el de la ingeniería militar, y éste a su vez estará inmerso en el proceso que catapultó a la ingeniería en general como un instrumento político y práctico que genera satisfactores. “La España de Felipe segundo utilizó la ciencia al servicio de sus intereses políticos y esto potenció la formación de profesionales capaces de avanzar en su progreso”.<sup>1</sup>

El llamado siglo de oro español llevó a España de ser una nación luchando contra los árabes por la recuperación de sus territorios al imperio más importante y poderoso del siglo XVI, este tipo de estatus conlleva una serie de situaciones que acompañan al desarrollo provocado por tener esta situación en Europa y el mundo.

Para lograr esta consolidación la corona se apoya en la ciencia y por consiguiente en las aplicaciones tecnológicas, incluso Felipe Segundo aumenta estos apoyos y tiene a su servicio en la corte a varios técnicos en diferentes áreas, algunos de ellos venían trabajando en la corte desde el momento en que su padre Carlos primero era el emperador. García Tapia y Carrillo Castillo mencionan:

Utilizando una comparación acorde con el gusto renacentista en boga en la época, la España imperial aspiró a encarnar en el liderazgo de este proceso el papel de la Roma de Plinio, más adelante, agregan, no deberían hacernos olvidar que la expansión territorial, militar y administrativa que llevó a cabo durante el siglo XVI la más rápida y descomunal presenciadas por la historia hasta entonces, no podría haber tenido lugar sin el respaldo de un paralelo desarrollo científico y tecnológico.<sup>2</sup>

Desde los años del imperio romano la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones entre las que se encontraban las ingenierías eran el sustento que legaliza cualquier acción, la expansión romana no hubiera sido posible sin las obras de ingeniería que acompañaron al control territorial: los caminos, los puertos, los fuertes, las mismas legiones eran obra maestra de la tecnología práctica, la España del siglo XVI se adhiere a estas políticas.

1 Cámara-Muñoz, Alicia, (2004). “La profesión del ingeniero en Técnica e Ingeniería en España”. Tomo 1 *El Renacimiento*, Real Academia de Ingeniería, Pressas Universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el Católico, España 2004, p. 161.

2 García-Tapia Nicolás y Carrillo Castillo, Jesús, *Tecnología e imperio Ingenios y leyendas del Siglo de Oro*, Colección Novatores, Ed. Nivola libros y ediciones, España 2002.

Un ejemplo visible de esto lo podemos observar en las nuevas ciudades, las ciudades europeas en Hispanoamérica son ciudades trazadas según los tratados renacentistas que a su vez tomaban la estafeta dejada por los grandes tratadistas de la antigüedad. En la misma península las obras de ingeniería apuntalan el poder:

Felipe Segundo tras la sucesión de Portugal llegó a Lisboa como un emperador romano en triunfo, acompañado de militares e ingenieros, con miembros de sus consejos de Estado y de Guerra, también el ingeniero Juan Bautista Antonelli fue recibido triunfalmente con el aplauso de los vecinos de los pueblos por los que paso durante su navegación por el Tajo.<sup>3</sup>

Cabe mencionar que antes de Felipe II el río Tajo no era navegable por lo que se puede entender la importancia de una obra de estas características, el proyecto es encargado para consolidar el control sobre las vías de comunicación, al generar una vía acuática que atraviesa toda la península se fomenta el movimiento de mercancías, principalmente, pero también de tropas, lo que proporciona control territorial. La ingeniería española fue de las más activas de Europa en ese periodo, fomentada por la circulación de ideas y técnicas entre las posesiones españolas en Italia y en los países bajos, los primeros ingenieros al servicio de la corte provenían de ambas regiones. De hecho la circulación de personas entre las posesiones españolas era también intercambio de ideas, bajo estas condiciones no es de extrañarse que el imperio que más aprovechó este medio haya sido España.

Las corrientes filosóficas que se generaron en la época le dieron un cariz “científico” a la corte de Carlos V pero principalmente a la de su hijo Felipe II, el cual tuvo la inquietud de dejar registro de la etapa que vivió y de la manera en que se hacían las cosas, al rodear la corte de especialistas en ciencia y tecnología proporcio-

3 Cámara-Muñoz, Alicia, *op.cit.*, p. 162.



Muro de las cadenas, fuerte de San Juan de Ulúa, 2010.  
Fotografía: Tarsicio Pastrana Salcedo (TPS).



Portada del tratado de Cristóbal de Rojas, 1598.

naban servicios basados en sus propias aplicaciones que le daban poder adicional pero enmarcando la justificación en las actividades científicas desarrolladas en muchos casos por encargo y elaboradas por los ingenieros. “[...] *el poder siempre ha controlado la ciencia porque de su control nace el poder y se perpetúa. La monarquía española pretendió controlar todo lo referente a los territorios bajo su dominio*”.<sup>4</sup>

Esta diferenciación de actividades, entre los ingenieros que en algún momento se dedicaban a la fortificación y su campo de acción era el ámbito militar y los que en algún momento se dirigían a los trabajos que no tenían que ver con lo militar, fue marcando una división que en el futuro daría como origen la ingeniería civil; la ingeniería de inicio se desarrolla en el ámbito de lo militar y ésta fue la principal etiqueta que ostentaron los ingenieros de esa época, la construcción y diseño de fuertes, el armamento, las tácticas de guerra, los aparatos de asedio fueron campo fértil de la época debi-

do a que la guerra era una actividad recurrente. Los siglos xv y xvi consolidan la ingeniería militar como la madre de las demás ingenierías, los futuros primeros ingenieros inician su formación o participan de manera importante en el campo militar, se comprende el momento histórico, de expansión y consolidación de territorios que incentiva el nacimiento de esta ingeniería.

En el último párrafo hemos descrito un proceso de migración de tecnología; primero desarrollado y aplicado en el campo militar; segundo cuando los ingenieros comienzan a trabajar fuera de este campo y adquieren una especialidad en lo civil, aplicando técnicas desarrolladas en el primer campo; el tercer elemento migratorio sería el ámbito popular, los especialistas no abarcan todos los territorios, principalmente en una zona como México, pero sus modelos desarrollados y aplicados en los centros urbanos más importantes son copiados por personas que llevan estas enseñanzas a sitios alejados, de esta manera se cubren las necesidades de todo el territorio y las tecnologías viajan en manos de especialistas que llegan a ser técnicos por aprendizaje sin haber estado en un centro de estudios o haber iniciado su formación en la milicia.

Los antecedentes de los ingenieros se dan en el mundo militar, las obras de defensa han sido siempre atendidas a través del tiempo por ser la actividad de la guerra fundamental en el desarrollo de los pueblos, un ejemplo histórico de este aspecto lo encontramos en los ingenieros romanos, podemos analizar que constituían un sistema de organización muy avanzado para su tiempo y para que todo estuviera al servicio de la

4 Cámara-Muñoz, Alicia, *op.cit.*, p. 141.

guerra, de hecho, Vitrubio acompañó a Julio César en diferentes campañas en su guerra en las Galias como arquitecto militar,<sup>5</sup> sus principales contribuciones en este aspecto tenían que ver con las construcciones de defensa de la ejecución de castros, puentes y demás obras necesarias para el avance de los ejércitos y la consolidación de territorios. Parte de estos conocimientos desarrollados en el ejercicio con las legiones pueden ser rescatados en su libro de arquitectura.<sup>6</sup>

Esta división actual que antes no era tan clara se puede observar en los orígenes de las palabras que definen los temas tratados:

Técnica deriva del griego (*techné*) concepto que en latín pasa a recogerse bajo *ars*, donde procede el vocablo “arte” que el *Diccionario de autoridades de la Real Academia Española* (edición revisada en 1770) recoge en forma bastante actual como: “conjunto de preceptos y reglas para hacer bien alguna cosa añadiendo que las artes se dividen en liberales y mecánicas, también es arte en general todo lo que se hace por industria y habilidad del hombre”.<sup>7</sup>

Es de resaltar que arte y técnica tienen el mismo origen, partiendo de esto, técnico y artista son palabras sinónimas por lo menos en su origen, es importante aclarar que en sus connotaciones iniciales el artista es un técnico que domina su oficio.

Existen dos orígenes fundamentales de los ingenieros de esa época, el primero, las instituciones fundadas para tal fin, aclarando que no fueron creadas con la intención de generar ingenieros, pero sí para formar especialistas y técnicos que desempeñarían labores de ingeniería, el otro, derivado del aprendizaje y la especialización por contacto con personas que desempeñaban las tareas descritas, sistema maestro-aprendiz, este segundo fue perdiendo adeptos a través del tiempo en favor de un sistema escolarizado.

En este ámbito, la mayoría de los primeros ingenieros provenían de la formación militar, también de países extranjeros aunque bajo el dominio español, es decir nacidos en otras regiones.<sup>8</sup> La Real Academia Española de Matemáticas trataba de subsanar la carencia de técnicos nacidos en la península que permitiera contar con una formación inicial establecida en las matemáticas. A estas cátedras no sólo iba gente que se quisiera dedicar a la ingeniería, al ser públicas propició que muchos técnicos de diferentes actividades tomaran las cátedras, incluyendo escritores y artis-

tas que querían incorporar estos conocimientos a los suyos.<sup>9</sup>

La especialización de los ingenieros es un proceso común y previsible, si consideramos la importancia y el apoyo que se les brinda como actores del control militar y político, además de participar en la consolidación del imperio por medio de las obras de infraestructura tendientes a la mejora del control militar encontramos que el campo de actuación era tan amplio que se empiezo a dar la especialización por sí sola.

La fortificación de los territorios era importante para mantener el control de ellos, los arquitectos militares empiezan a aplicar sus conocimientos del arte de edificar pero éstos tenían que estar siempre acompañados de un militar, los trabajos de reconocimiento se realizaban por dos individuos, uno que sabía de la fábrica (el arquitecto) y el otro que sabía de la defensa (el militar), con el paso del tiempo éste se unificó en uno, el arquitecto o ingeniero militar.<sup>10</sup>

La defensa de los territorios conquistados y las máquinas para ataque y defensa son el primer gran campo en el que los nuevos ingenieros se aplican.

El segundo tiene que ver con la rama de la cosmografía, en esa época la principal aplicación de los cosmógrafos era el registro gráfico de los territorios, situación fundamental debido a que los territorios eran nuevos y en segundo término a que estos territorios nuevos se tenían que controlar, un medio para realizar esto era la cartografía derivada de los cosmógrafos no consolidaba el poder, pero proporcionaba un conocimiento del territorio necesario para las acciones tendientes a esa consolidación y control de los nuevos territorios.

La tercera eran las obras civiles, puentes, caminos, puertos, industria, este paso era el que venía posterior a los otros mencionados indica-

5 En la introducción de su traducción del Vitruvio, José Ortiz y Sáenz, realizada en 1787, se mencionan algunos datos biográficos de la vida de Vitruvio.

6 Los 10 libros de arquitectura de Vitruvio hablan de diversas áreas, lo que nos enseña la formación que tenía un arquitecto como Vitrubio, independientemente de que la guerra fuera la actividad romana por excelencia, el libro tiene diferentes menciones a situaciones como el urbanismo, las máquinas de construcción, la ingeniería hidráulica, el cómo debe de ser un arquitecto, entre otros aspectos; lo más llamativo es la época del texto, el siglo I d.C.

7 Silva Suárez, Manuel, *op.cit.* p. 24.

8 Los principales ingenieros eran italianos y de los países bajos.

9 Esteban-Piñeiro, Mariano. “Instituciones para la formación de los técnicos en Técnica e Ingeniería en España”, *Tomo 1, El Renacimiento*, Real Academia de Ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el Católico España 2004, p.176.

10 Cámara-Muñoz, Alicia, *op.cit.*, p.141.

ba que el control era total y que ahora por medio de la mejora de la infraestructura se podían obtener beneficios de los nuevos territorios.

Esta mejora de la infraestructura obtenida después del control militar permitía que la riqueza de un territorio se pusiera en movimiento además de facilitar este movimiento físicamente, los caminos y puentes principalmente aceleraban las comunicaciones que como ya se mencionó podría garantizar el control militar de la zona con el movimiento de tropas pero incentivaba el movimiento de mercancías y con esto incrementaba el comercio entre zonas más alejadas.

Las mejoras a las ciudades estaban incluidas en esta tercera rama, cabe mencionar a los puertos, la construcción de puertos que requería una serie de técnicas especializadas por ser construcciones en parte sobre el mar contribuían a los aspectos mencionados, facilidad de comunicación desarrollo regional y control militar. Las tres ramas iniciales estaban relacionadas directamente con el proceso que se vivió en la época, primero de recuperación de territorios en la península ibérica, después el registro de los territorios y, finalmente, la incorporación de nueva infraestructura, tomando en cuenta que dentro de la cosmografía se encontraba también la medición física de los territorios. Esta situación se exacerbó con la incorporación de los nuevos virreinos en América donde las aplicaciones fueron todavía mayores.

Los ingenieros de la corte eran nombrados por el rey, y éstos se dedicaban a realizar obras para los fines que le interesaran al imperio. De la misma forma que se incentivaba el desarrollo de la infraestructura en un sector, se atenúa en otros, donde el control del territorio o el riesgo de invasión determinaban que no era conveniente facilitar ese movimiento de tropas al enemigo, estas decisiones se basaban en las estrategias militares que se planteaban en la corte y afectaban directamente a los territorios.

Como hemos visto, la ingeniería del siglo xvi se fue especializando en tres ramas aunque al inicio esta especialización no estaba tan clara; esta



Fuerte de San José Campeche, México, 2010.  
Fotografía: TPS.

división natural que se fue concretizando surge de igual número de actividades primordiales que los especialistas desempeñaban, principalmente por encargo, estas tres ramas tenían que ver con el control y mantenimiento de un imperio, obras militares, cosmografía y obras civiles.

Las ciudades fortificadas y los sistemas de defensa están inmiscuidos completamente en el ámbito militar, una parte importante de este trabajo se deriva del análisis de estos componentes, para analizar la manera de proyectar y su relación con la obra física existente.

La importancia de los tratados radica en que se constituyen como un registro gráfico del conocimiento aplicado, en ellos podemos apreciar la visión que se tenía de los especialistas, aclarando que no todos los que efectuaban las obras tenían acceso a los documentos; en general, la mayoría de ellos principalmente los que trabajaron en América tenían un conocimiento asimilado y acrecentado en el ejercicio, pero es difícil considerar que tenían los tratados como libros de cabecera.

Los tratados son un trabajo temático que plasma en papel de manera escrita y gráfica una serie de conocimientos, en el caso de la arquitectura suelen ser normativos y tienen un carácter práctico al tener como finalidad que el que sigue sus indicaciones pueda desarrollar los trabajos que en él se "tratan" pueden ser de manera más concisa un libro de instrucciones para realizar un determinado trabajo o una obra de consulta para los que desempeñan una actividad específica.

Independientemente de las motivaciones que lo generan, los impresos pueden ser considerados una manifestación lógica de un conocimiento acumulado generalmente a través de muchos años y esta práctica se ha permeado en el estrato técnico-académico que es el nivel donde se genera, entre otras cosas tienen como objetivo reglamentar y normar una actividad en cierta manera indicar una visión de hacer las cosas; a través de la historia han existido épocas en las que el conocimiento se escribe y se registra con el objetivo de dejar testimonio de la manera en que se hacen las cosas o de un conocimiento desarrollado.



Detalle de la puerta de tierra, Campeche, México, 2010. Fotografía: TPS.

Es común que en épocas de oro<sup>11</sup> se genere una producción de obras de diversos temas, y proliferen este tipo de trabajos para dejar registro de los conocimientos desarrollados a través del tiempo o desarrollados en las etapas que influyen y motivan la creación del tratado.<sup>12</sup>

El siglo XVI fue prolífico en este tipo de trabajos, Europa vivía la concretización del renacimiento, el movimiento social y cultural tenía ya un siglo de ejercicio y el desarrollo del cual se ha hablado que vivieron los pueblos, en el caso de la ingeniería, con un deseo de mejorar las técnicas de aplicación milenaria con los conocimientos adquiridos y desarrollados, motivó el deseo de plasmar en libros estas nuevas técnicas. Se escribieron varios de ellos, algunos específicos de ingeniería militar. Al reflejar este tipo de trabajos la práctica de la arquitectura, la ingeniería y la hidráulica, entre otros temas, nos muestran una serie de conocimientos utilizados en la época, pertenecientes a la visión del escritor o a la visión del que los encarga, el análisis de esta visión nos permite entender la práctica de la técnica y la manera de desarrollarla, de la misma forma se obtienen elementos distintivos que posteriormente se ubicaran en el espacio arquitectónico y urbano.

Los tratados del siglo XVI también son inspirados por los tratados de la antigüedad, el más célebre de éstos es: *Los diez libros de arquitectura* de Vitruvio que a su vez inspiraría a Alberti para crear su *De re edificatoria*, ambos tratados vigentes y con evidencia de uso en la época referida.

En casi todos ellos sus autores tratan de llenar una carencia y ofrecer un producto que consideran ayudará al ejercicio de la profesión, Fray Laurencio de San Nicolás especifica que su tratado reúne todo lo que se necesita para el ejercicio de la construcción, de manera práctica su intención es



<sup>11</sup> Entendiendo como tales las etapas en las que la humanidad presenta avances significativos en varias ramas entre ellas la tecnológica.

<sup>12</sup> *Ponen al alcance de todas las realizaciones de unos pocos y permiten la acumulación y la transmisión de los conocimientos técnicos así como de los modelos artísticos*, Martínez-Leas Luisa, *op.cit.* p. 59.

reunir en un solo trabajo lo que de otra manera se consultaría en varios.

Para nuestro estudio los tratados tienen un fin pragmático y esto nos ayuda para encontrar en ellos la manera en que se aplicaba la tecnología, analizando lo que estos trabajos dicen sobre la ingeniería militar encontraremos algunas de las aplicaciones tecnológicas que existían en la etapa del virreinato.

Se eligieron algunos de los más significativos para completar el análisis, la mayoría de los tratados están dedicados a la arquitectura y a la construcción, aunque esto nos permite ubicar secciones que proporcionan la visión del autor, este tipo de fragmentos nos hablan de la visión global de la ingeniería y la arquitectura, nos permitirán ver como se apreciaba y se entendía esta actividad; es decir, lo que dicen los tratados sobre la ingeniería militar es en gran parte la visión de los estudiosos de esa época con respecto a nuestro tema de estudio.

Debemos tener en cuenta que la ingeniería y la arquitectura en la época del virreinato no estaban bien diferenciadas, como hemos visto en párrafos anteriores, el ingeniero se ubica más en el campo militar y el arquitecto en el civil, pero ambas actividades se relacionan y trabajan en obras similares sin estar separadas del todo. Por cuestión del espacio destinado a este escrito colocaremos uno solo de los análisis realizados, sin embargo es pertinente mencionar que se consultaron varios tratados militares de la época para la realización del estudio.

Uno de los tratados más interesantes es el de Cristóbal de Rojas: *Teoría y práctica de fortificación conforme las medidas y defensa de estos tiempos*, éste nos ejemplifica a la perfección la preparación que tenían los ingenieros militares, en el caso de Rojas su preparación le permitió escribir un tratado para usarse en campaña, encaminado a la construcción de fortificaciones, lo que le confiere un carácter práctico muy importante.

Los aspectos más importantes de su obra tienen que ver con cuestiones utilitarias, desde

el diseño, pasando por el trazo y la administración de obra hasta la construcción. Su tratado empieza con las definiciones de lo que debe de ser un ingeniero militar, los conocimientos principales que deben de manejar y poseer, éstos los incluimos por considerar que son concernientes a cualquier ingeniero de la época; para Rojas son tres las cosas principales que debe de reconocer: 1) la geometría, 2) la aritmética y 3) la elección del sitio, de la primera dice lo siguiente:

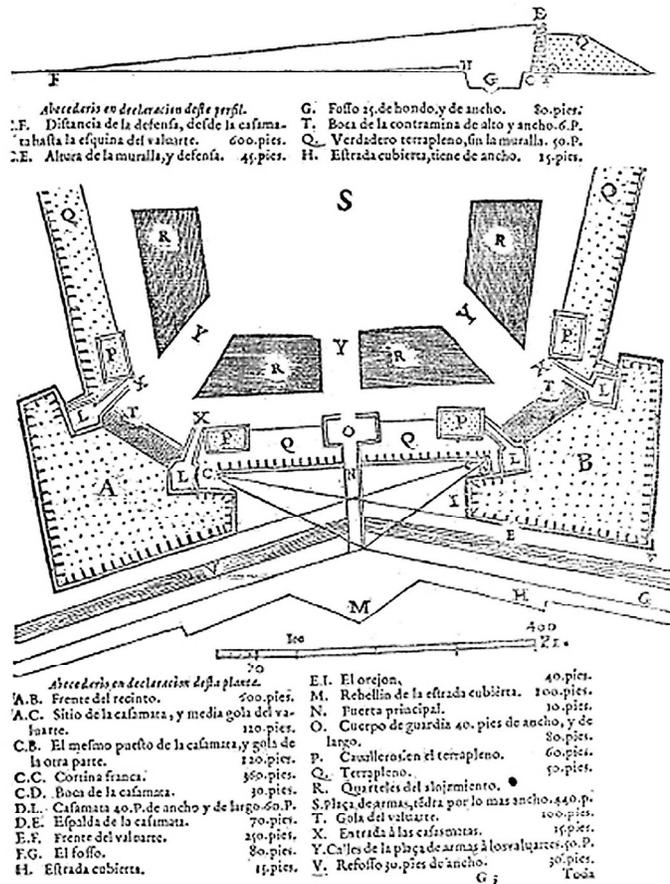
Tres cosas han de concurrir en el soldado o ingeniero que perfectamente quiere tratar la materia de fortificación. La primera, saber muchas partes de matemáticas: si fuere posible, los seis primeros libros de Euclides, y el undécimo y duodécimo porque con ellos absolvera todas las dudas que se le ofreciere<sup>13</sup> Más adelante sobre la segunda que es la aritmética [sic] escribe: ...la segunda es la aritmética que sirve para dar cuenta del gasto que para hazer [sic] la fábrica se ofrecerá antes de que se haga o después de hecha y en su construcción para la medida de distancias y proporciones.<sup>14</sup> Este aspecto es importante porque incorpora aspectos de administración de obra, planeación de gastos, entre otros y finalmente para la tercera: la tercera, y más principal para la fortificación, es saber reconocer bien el puesto donde se ha de hazer la fortaleza, o castillo.<sup>15</sup>

De este tratado obtenemos la visión del ingeniero militar, que era el hombre del ejército preparado para diseñar y dirigir la construcción de fortificaciones y obras de consolidación ataque y defensa con todo lo que esto conlleva, Rojas destina varias secciones al manejo del agua, esto es vital para la construcción y posteriormente para el funcionamiento de un fuerte, un hombre puede sobrevivir

13 De-Rojas Cristóbal. 1598 *Teoría y práctica de fortificación conforme las medidas y defensas de estos tiempos*, Madrid, 1598. p. 1.

14 *Ibid.* p. 1.

15 *Ibid.* p. 3.



a un sitio con poca comida, sin embargo la resistencia se reduce considerablemente si la fortaleza carece de agua, y es en este punto donde entra la hidráulica, como el mismo Rojas menciona el agua es muy importante para las fortalezas, y en este caso podemos mencionar lo que el tratado dice sobre el agua en relación con las fortificaciones:

Después que el ingeniero sepa todas las partes y requisitos dichos, será muy necesario, que también sepa encaminar las aguas al castillo, o fortaleza, que huviere [sic] hecho, encaminándola por alguna cañería de barro, o por alguna atarxea de ladrillo y cal, y para esto es muy necesario saber la fábrica, y distribución de un nivel, para pesar, y nivelar el camino, o distancia, que huviere desde el nacimiento del agua, hasta el punto, y fuente que se hará en el tal castillo.<sup>16</sup>

de la cita se pueden extraer los aspectos fundamentales en el movimiento del agua, la correcta nivelación que requiere de instrumentos auxiliares y técnicas muy específicas, la construcción adecuada de los conductos, y los materiales que se deben de incorporar que garantizan que el medio

16 *Ibid.* p. 83.

conductor no será destruido por la fuerza del agua. Todas las obras estadísticas llevan una carga práctica importante, porque como ya vimos lo que motiva su creación es poner al alcance de un mayor número de especialistas un conocimiento acumulado por el ejercicio de la actividad a través del tiempo, este carácter práctico se ve en cada página de la obra de Rojas, de la diferencia entre teoría y práctica y específicamente de las técnicas de medición Cristóbal de Rojas menciona lo siguiente:

En esta materia de medir distancias hay grandes disputas entre los teóricos y los prácticos que los teóricos piensan que como miden en un papel o en una tabla una distancia que así les ha de suceder en la campaña, y se engañan en mucho, como ya tengo desengañado a alguno, que sobre una mesa no avia quien se pudiera valer con el, y trayendo grandes especulaciones, y demostraciones, y sacándole al campo, aonde yo le avia pedido que pusiese por la obra todo lo que me avia dicho, y quebrando la cabeza, en aquel punto se le fue toda la ciencia a los pies, y no supo dar cuenta de la medida porque en 800 pasos, erro los 500 por lo cual se desengaño, y de allí adelante comenzó a ejercitarse en al experiencia.<sup>17</sup>

La manera de ver la construcción de fortalezas y todo lo que gira en torno a estas nos habla de la propia visión de Rojas para los ingenieros, visión que se conserva en la actualidad aunque más especializada, los ingenieros son los hombres que aplican la tecnología y que saben diversificarla para obtener un fin predefinido.

Para finalizar, se puede reconocer en varios documentos la obra de los ingenieros, aún antes de su nacimiento como profesión específica, aclarando que el término “ingeniero” se utilizaba para el técnico que sin provenir de un campo definido “generaba” soluciones; son ingenieros, personajes como Leonardo Da Vinci, Miguel Ángel o Alberto Durero, este último incluso escribió un tratado de arquitectura y urbanismo militar (lección sobre la fortificación de ciudades, fortalezas y burgos) que comienza con la siguiente frase:

A causa de los extraños sucesos acaecidos recientemente en nuestro tiempo, me parece necesario reflexionar sobre cómo debe construirse una fortificación en la que puedan protegerse reyes, príncipes, señores y ciudades, no solo [sic] para que un cristiano se proteja de otro, sino también para que las tierras que se encuentran cerca de los turcos puedan defenderse de sus ataques y disparos.<sup>18</sup>

Cosa curiosa y muy alejada de la concepción actual, los tres personajes mencionados se relacionan con el mundo del arte, sin embargo son la per-

sonificación del ingeniero “creador” emanado del renacimiento que devino en el profesionista de nuestros días, pragmático y racional, alejado de las cuestiones inspiradoras y artísticas. Evidencia palpable de la historia de la ingeniería es la obra plasmada en los tratados éstos revelan esta concepción creadora, al mismo tiempo son fuente inagotable de información para la historia de la ingeniería y la arquitectura ©

Fuentes de consulta:

- Cámara-Muñoz Alicia, “La profesion de ingeniero en técnica e ingeniería en españa”, *tomo 1 El Renacimiento*, Real Academia de Ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza, Institución Fernando el católico, España, 2004.
- García-Tapia Nicolás y Carrillo-Castillo Jesús *Tecnología e imperio ingenios y leyendas del siglo de oro*, colección novatores, editorial Nivola libros y ediciones, España, 2002.
- Silva-Suárez Manuel, “Sobre técnica e ingeniería: en torno a un excursus lexicográfico”, *Técnica e ingeniería en España*, Real academia de Ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza, institución Fernando el Católico, España, 2004.
- Piñero-Mariano Esteban, “Instituciones para la formación de los técnicos”. *Técnica e Ingeniería. en España, Tomo 1 El Renacimiento, Real academia de ingeniería, Prensas universitarias de Zaragoza*, institución Fernando el Católico España, 2004.
- González-García, Juan Luis. (Ed) *Alberto Durero. Tratado de Arquitectura y Urbanismo Militar*, Akal Ediciones, Madrid, 2004.
- De Rojas Cristóbal, *Teoría y práctica de fortificación conforme las medidas y defensas de estos tiempos*, Madrid, 1598.
- Martínez-Leas, Luisa, “Los impresores libreros en nueva España del siglo XVI”. *Revista Casa del Tiempo*, 9-14, mayo, 2002 UAM, México.

\* Datos del Autor:

**Doctor en Arquitectura, profesor investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIA Tecamachalco.**  
taarpaa@msn.com

17 *Ibid.* p. 80.

18 González García Juan Luis (Ed) *Alberto Durero Tratado de Arquitectura y Urbanismo Militar*, Akal Ediciones, Madrid, 2004, p.117.