

## Las grúas de Juan de Herrera

Joaquín Lorda Iñarra  
Angélica Martínez Rodríguez

Este escrito está dedicado a la memoria de Luis Cervera Vera, erudito investigador especializado que dedicó atención también a este tema, dentro de su vasto e importante legado bibliográfico. Este escrito constituye en su mayor parte un resumen del artículo «Herrera y las grúas de la basílica de El Escorial» publicado en la *Revista de Obras Públicas*.<sup>1</sup>

El más reciente libro de Cervera, *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Arquitectura y Máquinas*,<sup>2</sup> contiene el manuscrito que escribió Herrera para Felipe II explicando el funcionamiento mecánico de las grúas empleadas en El Escorial. En este libro añade al documento, ya publicado por el mismo autor en *Documentos Biográficos*,<sup>3</sup> atinados y sabios estudios sobre el soporte material, las dotes técnicas de Juan de Herrera, sus máquinas y grúas.

Ya en 1963, durante el cuarto centenario del inicio de las obras de El Escorial, Francisco Íñiguez, profesor durante muchos años en la Universidad de Navarra, había sido precursor en las investigaciones acerca de las grúas del monasterio.<sup>4</sup> Íñiguez desveló mucha información nueva y desconocida sobre las máquinas y realizó un estupendo dibujo (figura 1); sin embargo contenía algunas imprecisiones: pensaba que el castillete no tenía refuerzos, que éste sería de hierro, que las ruedas eran fijas, y que la pluma estaba forjada en hierro. Cervera, quien tuvo una gran amistad con Íñiguez, volvió a reproducir el dibujo en su estudio. También, la primera maqueta de grúa del Museo de El Escorial, que más tarde derivó en otra apoyada en la perspectiva de 1576 de Francesco Ter-

zi, se realizó erróneamente al basarse en estos primeros estudios. Y de esta maqueta se derivaron más

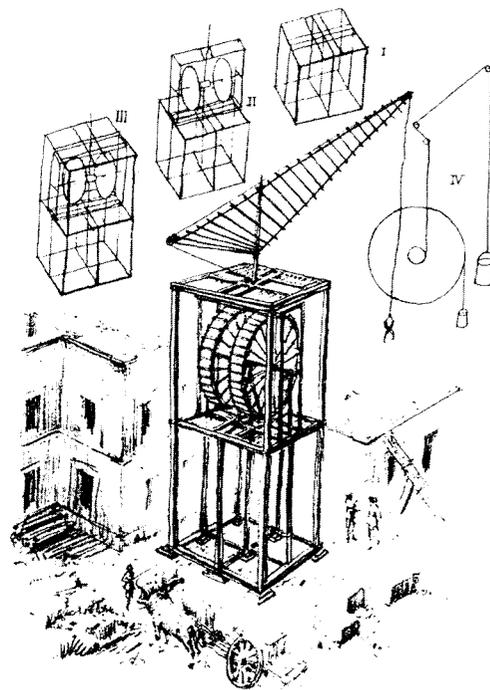


Figura 1  
Grúa diseñada por Juan de Herrera según Francisco Íñiguez Almech, «Los ingenios de Juan de Herrera», 1963.

errores. La exposición que conmemoró en 1997 el cuarto centenario de la muerte de Herrera<sup>3</sup> dedicó un apartado a estas máquinas con pedagógicos dibujos de ordenador que repiten y añaden errores en el dispositivo de ruedas, sistema de arriostamiento, empalmes del bastidor, manera de elevar las piedras y modo de construir las grúas.

Así mismo, las investigaciones de Cervera defienden a Herrera como el diseñador de las grúas que se emplearon en la construcción de la basílica de El Escorial, frente a Betesolo, un carpintero menor, al que se le suele atribuir la autoría de estos artilugios. La estupenda aportación de Bustamante corrobora la investigación de Cervera.<sup>6</sup>

No obstante, las grúas no son lo más importante, son un elemento más dentro de la sobresaliente organización que idea Juan de Herrera para la ejecución de la basílica del monasterio. En 1575 se inician sus obras. El 14 de junio de ese año se han colocado las primeras piedras de los pilares.<sup>7</sup> El rey tiene un gran interés en acabar pronto las obras de la basílica.

Así, en el verano de 1575 Herrera prepara una reforma total para la campaña de 1576. La nueva estrategia fue considerada por Luis Cervera como lo mejor de El Escorial, y en sus estudios, resumió el cambio en tres etapas,<sup>8</sup> a la que habrá que añadir una cuarta de menor consideración.

#### PRIMERA ETAPA. LAS MÁQUINAS

Las primeras grúas que se habían empleado en El Escorial habían funcionado muy mal, y Herrera se muestra reacio a trasladar las antiguas máquinas a la iglesia.<sup>9</sup> Así, elabora un diseño especial de grúa en el verano de 1575. Para ello cuenta con la ayuda del ebanista Jusephe Flecha, especialista en modelos<sup>10</sup> para «*acudir y ayudar*» en las «*obras, modelo y otras cosas que hubiere menester*». El 11 de septiembre de ese año realiza una demostración de maquetas en El Escorial al que acude el prior.<sup>11</sup> Uno de estos modelos acompañaría al manuscrito que dirige Herrera al rey para explicar el funcionamiento mecánico de las grúas.<sup>12</sup> Con la aprobación de las nuevas máquinas, en los meses siguientes, antes del verano de 1576, se fabricaron en taller más de una docena de grúas.<sup>13</sup>

Herrera también idearía una cabrilla para las canteras, seguramente semejante al *Instrumentum eri-*

*gendi in sublime* de Valturio,<sup>14</sup> capaz de levantar grandes pesos, de no ser obligado trasladarla en cada operación y de que los carros pasaran por debajo de ella.

#### SEGUNDA ETAPA. LOS OPERARIOS

Herrera dispuso junto con el obrero mayor Villacastín, que los operarios trabajaran en diez equipos en distintas zonas; cada equipo contaría, por lo menos, con cuarenta oficiales cada uno.<sup>15</sup> La organización de la mano de obra y la búsqueda de posibles candidatos seguramente comenzaría desde agosto o principios de septiembre; el 6 de octubre de 1575 se convoca a maestros<sup>16</sup> y entre el 10 y 23 de noviembre de 1575 se contratan los equipos.<sup>17</sup>

#### TERCERA ETAPA. EL MATERIAL

La piedra vendría labrada desde la cantera como consecuencia del crecimiento de la fuerza de trabajo y máquinas. En un repaso final en obra, se igualarían los lechos de cada hilera por arriba, y las caras vistas del paramento terminado se «escodarían» o repararían con el trinchante o escoda.<sup>18</sup> Las cornisas o las piezas con alguna talla especial se labrarían a pie de obra.<sup>19</sup>

#### CUARTA ETAPA. LA PUESTA EN OBRA

Desde la cantera, la piedra se transporta directamente a las grúas. La cabaña de tiro aumenta significativamente: 300 carros de bueyes a pesar de tener la piedra a una legua.<sup>20</sup> Las piedras se señalaban para cada lugar y las carretas acudían donde las grúas las podían tomar para su asiento, ganando en rapidez y seguridad.

Para elevar las piezas, se sujetaban con castañuelas. Su uso lo recomendaban Alberti<sup>21</sup> y Philandro (figura 2),<sup>22</sup> autores que figuraban en la biblioteca de Herrera. En cantera se abriría en el lecho superior de cada pieza, una caja en cola de milano; se arrastraría hasta la cabrilla, que la alzaría con las castañuelas y la posaría sobre la carreta. Las grúas en el Escorial recogerían las piedras con el mismo sistema, dejando intactas las caras vistas.

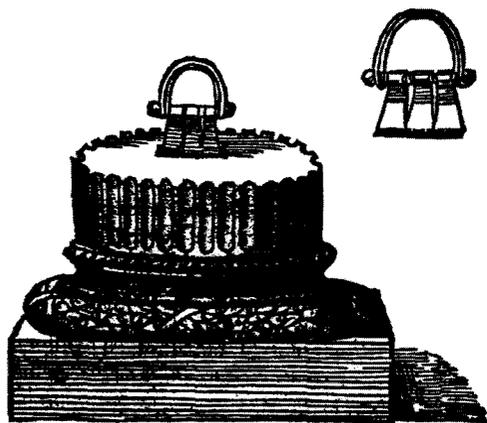


Figura 2  
Castañuelas. Gulielmo Philandro, *M. Vitruvii Pollionis, De Architectura*, 1552.

#### UN MOMENTO CULMINANTE

El plan de obras, citado arriba, estaba preparado para los meses cálidos de 1576. Felipe II había atendido el nuevo proceso, visitado varias veces la obra y presenciado su momento culminante en el verano de 1576.

Desearía preservar esa vista y encarga una perspectiva de las obras que se ha hecho celebre (figura 3), casi con seguridad, a Francesco Terzi, pintor de cámara del archiduque Fernando y notable dibujante que se hallaba en El Escorial ese verano.<sup>23</sup> Consta que el rey ordenó pagarle 300 ducados, según una «quenta» que se le presentó el 3 de septiembre, por lo que no es difícil que realizara esta perspectiva junto con otros trabajos.<sup>24</sup>

El artista dibujaría una parte en el sitio, contaría con Juan de Herrera para dibujar las grúas, y se ayudaría de las maquetas del edificio que se hallaban en El Escorial.<sup>25</sup>

Sin duda, el motivo más destacado de la perspectiva son las trece grúas de la iglesia. Doce de ellas trabajan arduamente elevando piedras y sus pescantes parecen tocarse unos a otros al girar para cargar y descargar. La número trece está siendo preparada en el pórtico.

La grúa diseñada tiene sus antecedentes en modelos alemanes; Herrera los conocería bien al acompañar al entonces príncipe Felipe, de 1548 a 1551, de Italia a Bruselas, atravesando el Rhin, y visitando

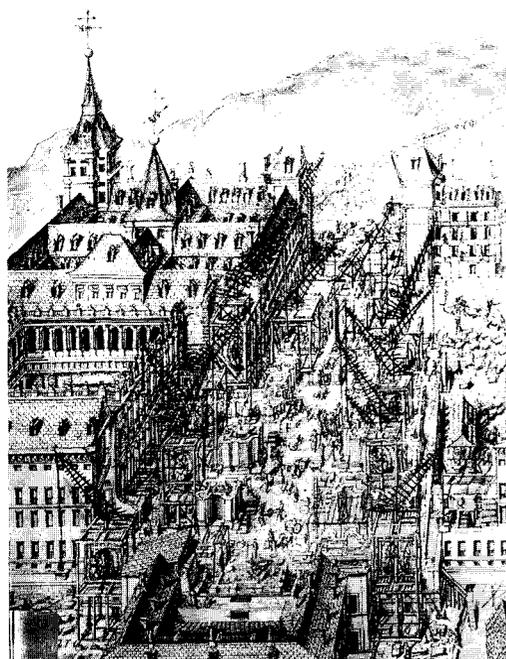


Figura 3  
Vista de El Escorial (detalle). Francesco Terzi, 1576. Colección del Marqués de Salisbury, Hatfield House.

puertos flamencos. Alistado como soldado en 1553, pasó de Italia a Flandes, y tal vez recorrió de nuevo tierras alemanas; quedaría en Bruselas en 1556 y también en 1558.<sup>26</sup>

Así conocería la Bockkrane o grúa flamenca: grúa de caballete o grúa flotante, un invento medieval para cargar buques;<sup>27</sup> y sobre todo, la Turmkrane o grúa torre, abundante en los puertos del río Rhin desde el siglo XIII. Ya en el siglo XVII, el tratado de construcción de Johann Wilhelm, ilustra una grúa torre en varias láminas (figura. 4).<sup>28</sup> A veces se construía una versión aligerada de esta grúa sustituyendo la torre de fábrica por un sencillo armazón de madera, y se podía montar sobre barcazas para su traslado. Y suprimiendo algunos elementos a este tipo, se empleaban adaptadas para la construcción, y las podemos encontrar en miniaturas de mediados del siglo XIV, como el episodio de Babel, en la Biblia de Wenzel (figura 5).<sup>29</sup>

El funcionamiento de las grúas torre es simple (figura 4): dos ruedas de pisar insertas en un bastidor y

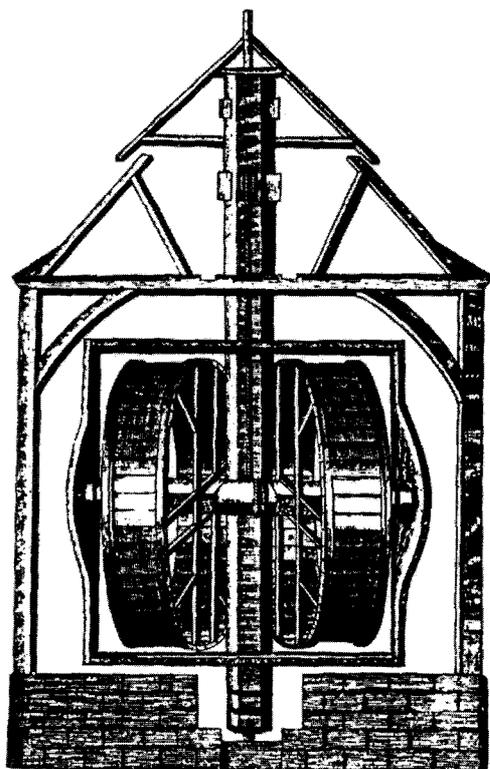


Figura 4  
Grúa torre medieval. Johann Wilhelm, *Architectura Civilis*, 1668.

fijadas a él por medio de un molinete o cilindro; el bastidor se sujeta al mástil y éste sostiene una pluma o brazo tornapuntado; las ruedas y el pescante (mástil y pluma) se mueven en conjunto, y se denominan motor de sangre. Este motor gira dentro de una armadura fija, el castillete o cámara.<sup>30</sup> Este esquema era común a fines del siglo XV y la primera parte del manuscrito llamado de la Guerra Husita lo presenta con dos variantes (figura 6);<sup>31</sup> y todavía se utilizaría en el siglo XVIII.<sup>32</sup>

Pero, las grúas diseñadas por Herrera deberían integrarse al proceso constructivo y a las necesidades de una construcción excepcional. Sus elementos presentarían características especiales:

El castillete debería de ocupar el ancho que permitiera la nave lateral y garantizar la estabilidad de toda

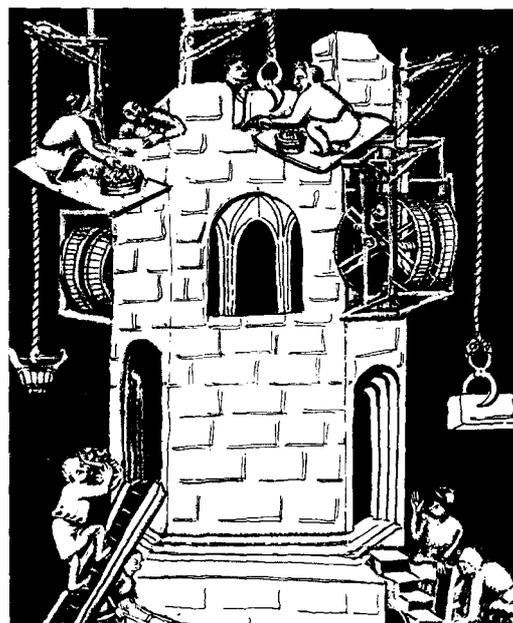


Figura 5  
Construcción de la torre de Babel. Anónimo, *Biblia de Wenzel*, segunda mitad del XIV (calco del autor).

lo grúa. Sobre éste se disponían pisos o cámaras que se incorporaban conforme se necesitaba mayor altura (figura 7 A). En la cámara superior se sitúa el bastidor con dos ruedas de pisar, y en el resto se instalará-

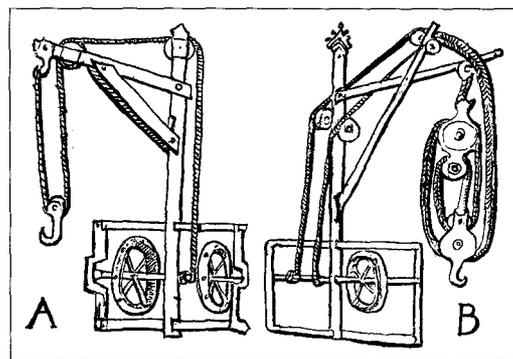


Figura 6  
Grúa: A) De dos ruedas. B) De una rueda. Anónimo, *Manuscrito de la Guerra Husita*, c. 1480 (calco del autor).

an, algunas veces, pescantes auxiliares para elevar la cal y el canto para el relleno.<sup>33</sup> Las cámaras se construían, de manera fácil y segura, con largueros de madera de pino de pequeño grosor (las poleas eran de encino).<sup>34</sup> En la perspectiva de Terzi no se pueden apreciar, y el dibujo de Casale de la Biblioteca Nacional las representa erróneamente,<sup>35</sup> pero con sus antecedentes la reconstrucción es segura.

Los maderos del castillete empalmaban entre sí a media o a un tercio de madera, y se unían con clavijas y clavazón de hierro (figura 7 C). Cada cámara se reforzaba con tornapuntas en las caras, que se empalmaban en cola de milano.

El motor de sangre de las grúas funcionaba simplemente con el peso de dos personas que trepaban por unos escalones dispuestos en el interior de la rueda de pisar,<sup>36</sup> que medía, en las grúas pequeñas,

unos tres metros y medio, y en las grandes, más de cuatro. El molinete que une las dos ruedas se sujeta a un bastidor rectangular, y éste se adosa al mástil (figura 7 B). La cuerda corre entre el molinete y el mástil.<sup>37</sup>

Las plumas eran grandes pero ligeras. En el dibujo de Casale de la Biblioteca Nacional miden cerca de ocho metros y las de la basílica serían aún mayores; se reforzaban con un jabalcón unidos en el extremo con un cerco de hierro y encepados por varias piezas (figura 7 D).

Una grúa con una rueda pequeña de tres metros y accionada por un hombre sería capaz de mover entre 550 y 600 kg.<sup>38</sup> Las grúas pequeñas de El Escorial con una rueda un poco mayor y dos hombres levantarían más de una tonelada; el límite habitual de las grúas grandes sería de dos toneladas,<sup>39</sup> accionadas por cuatro hombres, dos en cada rueda.

El manejo de estas máquinas exigiría cerca de una docena de hombres, entre peones auxiliares para cargar piezas y hacer girar la grúa, y un oficial para dirigirla, además de la fuerza del motor de sangre.

La construcción de las grúas corría a cargo de maestros carpinteros, empleando aproximadamente un mes en su ejecución; además debían mantenerlas en buenas condiciones, cambiando mástiles, refuerzos de castillete, añadiendo cámaras o desmontando elementos para su traslado.

El número de prototipos en la perspectiva de Terzi es de trece. Al año siguiente, en 1577, había dieciocho grúas, según Villacastín;<sup>40</sup> y en 1578, Sigüenza cuenta veinte, además de muchas más en el resto del edificio,<sup>41</sup> todas funcionando simultáneamente.

Esta actividad incesante fue el éxito de la estrategia constructiva de Juan de Herrera, un erudito inmerso en asuntos prácticos, amplio conocedor de las ciencias y los principios teóricos, y poseedor de numerosos libros técnicos y dibujos de máquinas. No queda más que concluir con Luis Cervera, que «Juan de Herrera unía a sus conocimientos científicos una notable capacidad para resolver problemas prácticos».<sup>42</sup>

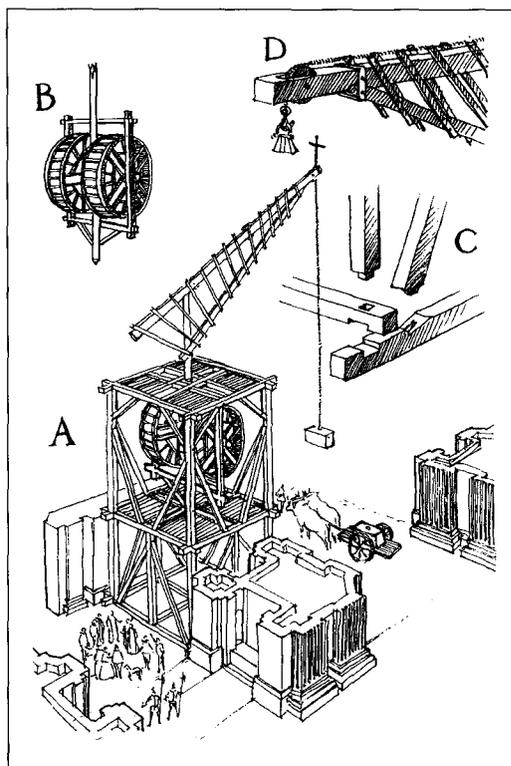


Figura 7

Grúa de la basílica de El Escorial: A) Vista general. B) Motor de sangre. C) Empalmes de las cámaras. D) Extremo del pescante (dib. del autor).

#### NOTAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Lorda, J.: «Herrera y las grúas de la basílica de El Escorial», en *Revista de Obras Públicas*, núm. 3.367, julio-agosto 1997, pp. 81-104.

2. Cervera Vera, L.: *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Arquitectura y Machinas*, Patrimonio Ediciones, Valencia, 1996.
3. Cervera Vera, L.: *Documentos biográficos de Juan de Herrera, I (1572-1581). Colección de Documentos para la historia del arte en España, I*, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid, 1981.
4. Íñiguez Almech, F.: «Los ingenios de Juan de Herrera», en A.A.V.V., *El Escorial, 1563-1963, II*, Ediciones Patrimonio Nacional, Madrid, 1963, pp. 181-214.
5. Barreiro Pereira, P.; Riaño Lozano, C. (Coords.): *Juan de Herrera, Arquitecto Real*, Lunweg Editores, Madrid, 1997, pp. 208-234.
6. Bustamante García, A.: *La Octava Maravilla del Mundo (Estudio Histórico sobre El Escorial de Felipe II)*, editorial Alpuerto, 1994, p. 319, nota 84.
7. San Geronimo, Fray J. de: *Memorias. Colección de documentos inéditos para la Historia de España*, VII, Madrid, Viuda de Calero, 1845, pp. 133-134.
8. Cervera Vera, L.: *Años del primer matrimonio de Juan de Herrera*, Albatros, Valencia, 1985, pp. 164-188.
9. Cervera Vera, L.: *Documentos Biográficos, I...* op. cit., número 153.
10. Ut supra, número 140. y *Años del primer matrimonio..* op. cit., p. 152.
11. Bustamante: *Op. cit.*, p. 394, nota 239; Sigüenza, Fray J. de: *La Fundación del Monasterio de El Escorial*, Aguilar, Madrid, 1988, p. 146.
12. Cervera Vera, L.: *El Manuscrito de Juan de Herrera indebidamente titulado Arquitectura y Machinas*, Patrimonio Ediciones, Valencia, 1996, p. 66.
13. Se fabricaron maderos y ruedas, y roldanas. El carpintero Roxo tiene 36 roldanas listas para el 21 de octubre de 1575. Bustamante: *op. cit.*, p. 394, nota 239; cada grúa utilizaba tres, por lo menos.
14. Valturio era un autor que figuraba en la biblioteca de Herrera. Cervera Vera, L.: *Inventario de los bienes de Juan de Herrera*, Albatros, Valencia, 1977, núm. 741.
15. Cervera Vera, L.: «Desarrollo y organización de las obras del monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial», en A.A.V.V., *Fábricas y orden constructivo. La construcción. IV Centenario del Monasterio de El Escorial*, Comunidad de Madrid, Madrid, 1986, 19-81, p. 57.
16. Bustamante: *op. cit.*, p. 295 y nota 250.
17. Cervera, *Documentos biográficos, I, ...* op. cit., números 173 y 174. Bustamante: *op. cit.*, p. 295-296.
18. Sigüenza, F.J. de: *Op. cit.*, 105-106.
19. Cervera, *Años del primer matrimonio...*, p. 328, nota 18; véase también pp. 186-188.
20. Cano de Gardoqui, J. L.: *La construcción del Monasterio de El Escorial. Historia de una empresa arquitectónica*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1994, pp. 251-289; Cervera Vera, L.: «Desarrollo y organización»...*Op. cit.*; L'hermite, J.: *Le passetemps* (1896), 2 vols., Slatkine Reprints, Genève, 1971, II, p. 87; Bustamante: *Op. cit.*, p. 465, nota 92.
21. Alberti, *De Re Aedificatoria*, VI, viii; Cervera Vera, L.: *Inventario...* op. cit., números 481 y 655.
22. Philandro, G., M. Vitruvii Pollionis: *De Architectura Libri Decem*, Ioan Tornaesius, Lyon, 1552, pp. 405-406. Cervera Vera, L.: *Inventario...* op. cit., número 714.
23. Pistoì, M.: «Francesco Terzi», en *I pittori bergamaschi dal XIII al XIX secolo: Il cinquecento, II*, Bergamo, 1976, pp. 591-637.
24. Lorda Iñarra, J.: «Herrera y las Grúas»..., *op. cit.*, p. 91.
25. Sigüenza: *La fundación del monasterio...* op. cit., pp. 145-147; Ceán Bermúdez, J. A.: *Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su restauración, por el Excmo. Señor D. Eugenio Llaguno y Amirola, ilustradas y acrecentadas...*, II, Imprenta Real, Madrid, 1829, p. 82.
26. Lorda: «Herrera y las Grúas»...*op. cit.*, p. 93.
27. Ut supra, pp. 82-83.
28. Wilhelm, J.: *Architectura civilis...*, (1688), Schaefer, Hannover, 1986, láminas 30, 31,32 y 33.
29. Lorda: «Herrera y las Grúas»... *op. cit.*, 83-84.
30. Ut supra, p. 84.
31. Hall, B.: *The So-called 'Manuscript of the Hussite Wars' Engineer' and its Technological Milieu: A Study and Edition of 'Codex Latinus Monacensis' 197, Part I*, University Microfilms International, London, 1983, 1r, 4v, 8v, 6v.
32. En 1725, Jacob Leupold en su *Theatrum Machinarum* reproduce las grúas de Furttentbach, e ilustra la versión de una rueda para la construcción en piedra, confirmando el uso eficaz de estas grúas hasta la época contemporánea. Véase Leupold, J.: *Theatrum Machinarum, IV* (1725), Schäfer, Hannover, 1982, lámina 33.
33. Bustamante: *La octava maravilla...* op. cit., p. 491, nota 124; p. 490, nota 124; y p. 487, nota 119.
34. *Ut supra*, p. 481, nota 115.
35. Santiago Páez, E. M. (ed.): *Dibujos de arquitectura*, 245-246. Bustamante, *La octava maravilla*, pp. 318-319, nota 84.
36. Sigüenza, F.L.de: *La fundación del Monasterio...*, op. cit., p. 125.
37. Lorda, Iñarra, J.: *Op. cit.*, p. 93.
38. Bechmann, R.: *Les racines des cathédrales. L'architecture gothique, expression des conditions du milieu*, Payot, Paris, 1981, pp. 256-258.
39. Lorda, J.: *Op. cit.*, p. 93.
40. Zarco de Las Cuevas, J. (ed.): *Documentos para la historia del Monasterio de San Lorenzo el Real de El Escorial, I, Memorias de fray Antonio de Villacastín*, Cimborrio, San Lorenzo de El Escorial, 1985, p. 51.
41. Sigüenza, F.J.de: *op. cit.*, pp. 93-95.
42. Cervera Vera, L.: *El Manuscrito de Juan de Herrera...* op. cit., p. 35.