

03-022

## TAXONOMIC ANALYSIS OF THE WORK WRITTEN BY LEONARDO DA VINCI

*Cerveró Meliá, Ernesto*<sup>(1)</sup>; *Ferrer Gisbert, Pablo*<sup>(1)</sup>; *Capuz Rizo, Salvador*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universitat Politècnica de València

Leonardo da Vinci was a very versatile person, whose curiosity led him to venture into a large number of areas of knowledge, and his intelligence and ability to work led him to make outstanding contributions in almost all of them. Leonardo was an artist (painter, sculptor, musician and poet), technologist (architect, urban planner, civil infrastructure designer, weapon and mechanical device designer, and inventor), studied many sciences (botany, anatomy, optics, paleontology and aerodynamics). And as a reflection of his work he left a large number of manuscripts and codices with his notes, discoveries and designs. The purpose of this work is to carry out a global review of the work that Leonardo da Vinci left in writing, to focus on organizing and classifying what part of it is related to the project activity and its techniques and procedures.

*Keywords: Leonardo da Vinci; codices and manuscripts; taxonomy; engineering projects*

## ANÁLISIS TAXONÓMICO DE LA OBRA ESCRITA POR LEONARDO DA VINCI

Leonardo da Vinci fue una persona muy polifacética, a quien su curiosidad le llevó a incursionar en un gran número de áreas del saber, y su inteligencia y capacidad de trabajo le llevó a realizar aportaciones destacadas en casi todas ellas. Leonardo fue artista (pintor, escultor, músico y poeta), tecnólogo (arquitecto, urbanista, proyectista de infraestructuras civiles, diseñador de armamento y dispositivos mecánicos, e inventor), estudió multitud de ciencias (botánica, anatomía, óptica, paleontología y aerodinámica). Y como reflejo de su trabajo dejó un gran número de manuscritos y códices con sus notas, apuntes, descubrimientos y diseños. El presente trabajo tiene como objeto realizar una revisión global de la obra que Leonardo da Vinci dejó escrita, para centrarse en organizar y clasificar qué parte de la misma está relacionada con la actividad proyectual y sus técnicas y procedimientos.

*Palabras clave: Leonardo da Vinci; códices y manuscritos; taxonomía; proyectos de ingeniería*

Correspondencia: Salvador Capuz Rizo scapuz@dpi.upv.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

Aunque lo más conocido y admirado de Leonardo (Vinci, 1452-Ambiose, 1519) son sus pinturas, quizás sus “manuscritos” de carácter técnico científico sean el patrimonio de Leonardo más respetado e investigado por la comunidad científica. El interés por estudiar su contenido surge a partir del siglo XIX cuando el historiador alemán Jean Paul Richter (Dresde, 1847-Lugano, 1937), en su libro *The Literary Works of Leonardo da Vinci* (1ª edición 1883), empieza a investigar con detalle el contenido de estos, encontrándose en ellos estudios matemáticos, de astronomía o perspectiva, proyectos arquitectónicos, diseños de máquinas de guerra, de apoyo a la construcción, industriales, de instrumentos musicales, estudios hidráulicos, anatómicos, entomológicos, geológicos, y botánicos, así como premoniciones, fábulas o estudios lingüísticos para autoaprendizaje del latín o anotaciones de su vida diaria, que aumentaron su concepción de “genio universal”.

Así, la historiadora del Arte turolese y Directora emérita del Departamento de Manuscritos Incunables de la Biblioteca Nacional, Teresa Mezquita los define como <<el resultado de cuarenta años de incansable curiosidad, dibujando y anotando ideas y observaciones, más su potente capacidad de razonamiento, es un inmenso corpus de ingeniería, mecánica, física, hidráulica, anatomía, botánica, geometría, astronomía, música, óptica y otros muchos asuntos, incluso los lúdicos o “infinite pazzie”>> (Gálvez et al., 2018)

Todos ellos suman 23 manuscritos autógrafos (aunque se saben varios desaparecidos) que conforman el *Codex Arundel*, el *Códice Atlántico*, los *Manuscritos de Francia* (12 códices), los *Codex Forster* (3 códices), el *Codex o los Folios “Windsor”*, el *Códice del Vuelo de los Pájaros*, el *Códice Trivulziano*, los *Códices de Madrid* (2 códices) y el *Codex Leicester*, que suman un total de más 7000 *folios* reconocidos, en los que resaltan proyectos pioneros, como el primer vehículo capaz de moverse solo con motores de muelle; el de una estatua ecuestre de bronce de dimensiones colosales; el de desvío del río Arno con fines militares a su paso por Pisa; o diseños innovadores como un paracaídas, un submarino, o un traje de buzo-escafandra; o incluso un autómatas en forma de león capaz de moverse y abrir su pecho mostrando un ramo de flores de lis. Además de proyectos de carácter urbanístico y constructivo como el de su “ciudad ideal” diseñado para la expansión de Milán, o el del Palacio de Romorantin, para el Rey de Francia, Francisco I (Cognac, 1494-1547, Rambouillet).

## 2. Objetivo

El presente trabajo pretende generar una descripción y clasificación sobre la vasta producción escrita y grafiada por Leonardo en sus *manuscritos* en el *ámbito proyectual*, y con contenido *técnico-científico*, que ayuden a entender las características de sus *trabajos proyectuales*, y posteriormente enumerando y clasificando los *contenidos proyectuales de carácter técnico* más importantes, existentes en cada uno de sus manuscritos. Para ello los manuscritos se encuadrarán en las siguientes Áreas Técnicas Proyectuales: *Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería Naval y Aeronáutica, Ingeniería Militar y Arquitectura y Urbanismo*. Finalmente se incluyen algunos ejemplos gráficos de ellos.

## 3. Características generales de los códices

La mayoría de producción manuscrita por Leonardo está realizada de derecha a izquierda (*letra especular*), debido a que era zurdo. No obstante, cuando se dirigía por escrito a autoridades realizaba la escritura convencional, por lo que hay quien cree que Leonardo utilizaba la letra especular no solo por ser zurdo, sino para intentar esconder sus investigaciones y descubrimientos de posibles competidores. Así se manifiesta en el libro *Leonardo: Arte y Ciencia; Las Máquinas*: <<Esto puede ser debido tanto a que era zurdo como a cierto interés de “secretismo”>> (Antoccia et al., 2003).

Por lo general Leonardo utiliza el italiano antiguo en la mayoría de sus textos: <<Leonardo fue el primer intelectual de su época que utilizó la lengua vernácula>> (White, 2003).

#### 4. Clasificación general de los Códices

Los investigadores han optado por dividirlos por su “estilo”, y diferenciarlos en cuatro tipos.

Los diarios de anotaciones, o “cuaderno de notas”. Plasman la anotación de observaciones de su vida diaria, o acontecimientos especiales. Contienen temas variados que alternan con la aparición de dibujos o borradores sobre sus cuadros o sus diseños de máquinas, gráficos y fórmulas sobre sus investigaciones, o a fábulas y premoniciones. <<Algunas hojas producen la impresión de haber sido elaboradas al ritmo que fluían las ideas a la mente de Leonardo, con independencia de su contenido>> (Ruiz & Martínez, 2012).

Los tratados monográficos principalmente sobre una única materia. En algunos casos Leonardo llegó a elaborar un verdadero tratado sistemático sobre una materia en concreto (o de algunas relacionadas), con textos y dibujos de gran calidad, lo que da a entender que Leonardo tenía voluntad de publicarlos, cosa que no se llegó a materializar. <<Estos manuscritos se caracterizan por unos cuidados dibujos que constituyen el núcleo de su pensamiento teórico y unas exposiciones complementarias que glosan la imagen con una intencionalidad pedagógica de cara al lector>>. (Ruiz & Martínez, 2012).

Los álbumes. Leonardo utilizó también hojas sueltas o fragmentos de papel para plasmar sus diseños o escribir sus pensamientos.

El escultor Pompeo Leoni, con miras a que no se extraviaran, las organizó en álbumes de gran tamaño, pegando los manuscritos sobre hojas en blanco adheridas a un soporte. Así se conformaron, por un lado, el *Códice Atlántico*, denominado así por su gran tamaño (645 mm x 435 mm), y por otro la *Windsor Collection* y finalmente el *Codex Arundel*, que no estaba formado por hojas sueltas sino por fascículos, con un tamaño medio de 220 mm x 160 mm.

Las hojas sueltas. Además, se conocen una cincuentena de hojas sueltas, dispersas en varios museos e instituciones de Europa (Pinacoteca de Munich, Escuela de Bellas Artes y Museo de Louvre de París, Galería de los Uffizi de Florencia, Universidad de Basilea; etc.); y Estados Unidos (Metropolitan Museum de New York) que plasman dibujos de máquinas, de anatomía, de armas, de arquitectura, notas sobre geometría, etc. y cuyo origen ha sido de desmembraciones de los Códices iniciales. Cabe destacar el diseño de “*Carros de combate con Guadañas*”, f. 15583r (h. 1485) de la Biblioteca Real de Turín.

#### 5. Descripción detallada los Códices

##### 5.1. El Codex Arundel

*Datación:* Aproximadamente entre 1478 y 1518.

*Ubicación actual:* British Library (antigua biblioteca del British Museum) de Londres (U.K.).

*Características físicas:* Son 283 folios con formatos, en su mayoría de 220 mm x 160 mm.

*Contenido general:* Estudios de matemáticas, de física, de mecánica, de geometría, de pesos, de hidráulica, de óptica, de astronomía y de anatomía. Además de proyectos arquitectónicos y urbanos, diseños de máquinas voladoras, de guerra, y armas.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudio para montaje teatral del Orfeo de Poliziano”, f. 224r y 231v (1506-1508). “Diseño de compás para epicicloides”, f. 160v (1490-1499). “Diseño de Máquina para tallar espejos cóncavos y diferencial de ruedas de un carro”, f. 17v (1478-1480).

b.- Ingeniería Civil: “Estudio de pesos y rozamiento en plano inclinado”, f. 40v (1493). “Estudios sobre grietas y roturas de muros”, ff. 138r, 141v, 157r y 157v (h. 1506).

c.- Ingeniería Naval y Aeronáutica: “Proyecto de Equipo para buzo”, f. 24 v (h.1502).

d.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio para el Palacio Real y la ciudad nueva de Romoratin”, ff. 269r y 270v (1514-1518). “Estudio para su pabellón de planta central”, f. 270v (1518). “Estudios de casa de tres niveles, terraza y cubierta a dos aguas”, f. 126r (h. 1503).

## 5.2. El Códice Atlántico

*Datación:* desde 1478 a 1518.

*Ubicación actual:* Biblioteca Ambrosiana de Milán (Italia).

*Características físicas:* Encuadernado por Leoni mediante 401 hojas, aunque ha sido reorganizado modernamente, para hacerlo accesible quedando formado por 1119 folios distribuidos en 12 tomos. El nombre proviene del gran tamaño de sus páginas que se utilizaban para dibujar mapas. Un pliego de papel entero y sin pliegue, se le denomina “formato atlante” (Ruiz & Martínez, 2012), con dimensiones de 645 mm x 435 mm.

*Contenido en general:* La mayor documentación técnico-científica; más de 1000 folios de documentos redactados durante casi toda su vida, y de variado contenido: estudios de matemáticas, geometría, mecánica, óptica, teoría de la luz, perspectiva, hidráulica, arquitectura, geografía y mapas, astronomía, botánica, zoología, anatomía y arte militar.

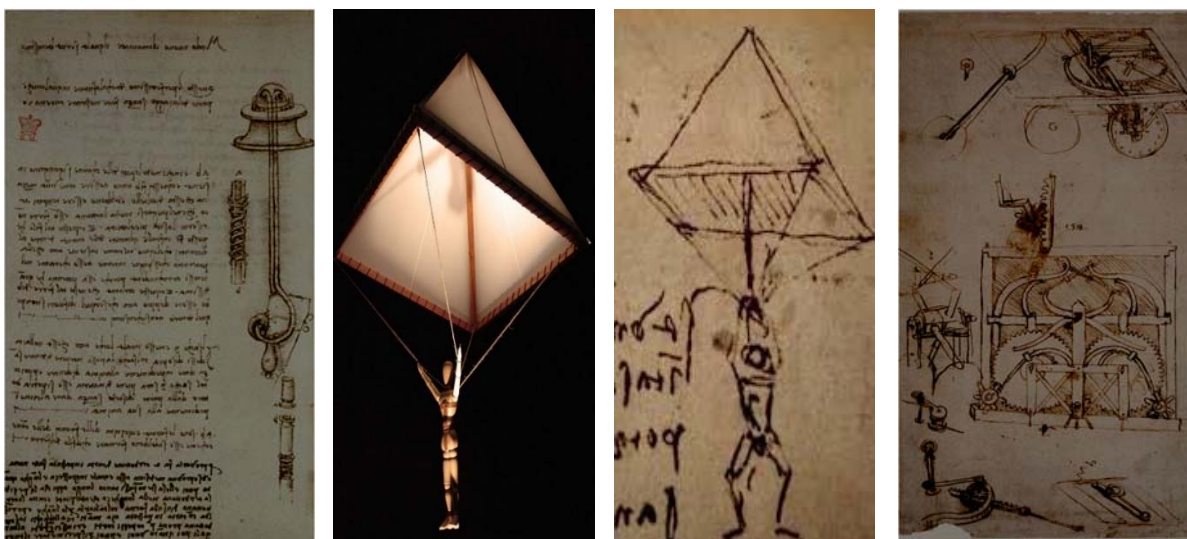
**Figura 1. A) Proyecto del equipo buzo para, C. Arundel, f. 24 v (h. 1502)**

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Codex\\_arundel.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Codex_arundel.jpg)). **B) Maqueta y boceto de paracaídas C. Atlántico f. 1058v (h. 1485)**

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo\\_da\\_Vinci\\_parachute\\_04659a.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_Vinci_parachute_04659a.jpg)) **C).**

**Proyecto de automóvil, C. Atlántico, f. 812r (h. 1478)**

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo\\_da\\_vinci,\\_Automobile.jpg?uselang=es](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_vinci,_Automobile.jpg?uselang=es))



### *Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Máquinas de elevar agua con norias y Tornillos de Arquímedes”, f. 7v, (1480-1482). “Maquina con Tornillos de Arquímedes y bombas para subir agua”, f. 59v (h. 1485). “Telar semiautomático”, f. 106r (1490). “Proyecto de máquina tundidora mecánica f. 1105r (h. 1495). “Estudio de Máquina textil”, f. 356r (h. 1495). “Máquina de fabricar cuerda”, f. 2v (1513-1516). “Proyecto de Tambor automático”, f. 837r (1503-1505). “Proyecto de Piano-Viola automática”, f. 93r (1493-1495). “Proyecto de Odómetro para medición de grandes distancias”, f. 1br (h. 1504). “Diseño de Compás de varillas”, f. 696r (1514-1515). “Proyecto de automóvil o vehículo automotor”, f. 296v (1478-1480). “Proyecto para automóvil visto en perspectiva”, f. 812r (1478-1480). “Proyecto de Máquinas para fabricar espejos cóncavos y planos”, f. 1101v (h.1500) y f. 87r (h. 1480). “Máquina de movimiento alterno”, f. 30v (1478-1480). “Máquina de entallar limas”, f. 24r (sobre 1480).

b.- Ingeniería Civil: “Dibujos y estudios sobre trazados de arcos y sus cimbras para procesos constructivos”, f. 535r y 200r (h. 1506). “Proyecto del Canal de irrigación de San Cristofono”, f. 395r (1509). “Proyecto de Gran grúa excavadora de canales”, f. 4r (1503-1504). “Estudio para una grúa de giro pivotante”, f. 349r (1482). “Proyecto de Puente giratorio”, f. 885r (1487-1489). “Plano hidrográfico para la Ciudad de Romorantin”, f. 920r (h. 1517). “Proyecto para adoquinado de las canalizaciones a la entrada de una ciudad”, f. 935r (h. 1510). “Estudio de sistema de esclusas para navegación fluvial”, f. 90v (1480-1482). “Proyecto de galería subterránea preparada para ser inundada”, f. 1000r (h.1480).

c.- Ingeniería Aeronáutica y Naval: “Proyecto de Máquina de volar”, f. 858r (1488-1489). “Ensayos de ala articulada”, f. 844r (1508). “Proyecto de Barco de palas”, f. 945r (1487-1489). “Boceto de Paracaídas”, f. 1058v (1485). “Estudio de embarcación sumergible”, f. 881r (1485-1487). “Proyecto del Puerto de Civitavecchia”, ff. 63v y 271r (h. 1513).

d.- Ingeniería Militar: “Máquina para defensa de fortificación” f. 119r (1478-1515). “Proyectos de Catapultas”, ff. 140ar y 140br (1485-1490). “Estudio de Ametralladora”, f. 32r (h. 1482). “Diseño de Bombarda múltiple”, f. 1ar (1503-1505). “Proyecto de fortaleza circular”, f. 132r (1502). “Estudio para Máquina de guerra con 16 ballestas”, f. 64v (1485). “Estudio de la Fortificación Campali”, f. 41v (1504-1508). “Proyecto de fortaleza de planta cuadrada” en f. 117r (h. 1502). “Diseño de un mortero”, f. 59v (h. 1485). “Estudios de fortificaciones”, ff. 43v y 362v (h. 1490). “Diseño de Espingarda”, f. 32r (h. 1482).

e.- Arquitectura y Urbanismo: “Proyecto segundo de expansión de la ciudad de Milán” f. 65v, 73v, 75v y 77v (h. 1493). “Estudios para fuentes”, f. 80r y 293r (1487-1490). “Estudio de Planta central de una iglesia” f. 962r (h. 1488). “Proyecto arquitectónico de la Casa Guiscardi en Milán”, ff. 158r y 158v (h. 1497). “Estudios para Pabellón de madera desmontable”, f. 1283r (h. 1494). “Proyecto para ampliación de la Villa de los Melzi en Vaprio d’Adda”, f. 395r (h. 1513). “Proyecto para los Establos de los Medici”, f. 96v (1515-1516). “Proyecto para el Palacio de Romorantin”, ff. 74v, 76v y 217v (1512-1518).

### **5.3.- El Codex o Los Folios de Windsor (Manuscritos de Anatomía y Dibujo)**

*Datación:* Aproximadamente desde 1478 a 1518.

*Ubicación actual:* Biblioteca del Castillo Real de Windsor (Royal Collection, Reino Unido).

*Características físicas:* Comprenden cerca de 600 diseños que inicialmente Leoni encuadernó en 234 hojas y que en 1994 fueron desmontadas de la encuadernación original para facilitar su visión y conservación. Se convirtieron así en 604 folios de diferentes dimensiones que han quedado entre planchas de plástico acrílico, organizando por temas y cronología. La primera sección está formada por Dibujos y Temas varios de 452 folios, y la segunda por los Dibujos Anatómicos de 152 folios (Ruiz & Martínez, 2012).

*Contenido en general:* La sección de Anatomía consta de alrededor de 200 dibujos de gran calidad que grafían las reflexiones científicas de Leonardo sobre el cuerpo humano, después

de haber diseccionado más de 30 cadáveres humanos y varios animales. A esta sección le siguen los Paisajes. Finalmente, hay “Hojas misceláneas” que con material vario.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudios de un reloj hidráulico”, RLW 12688 y 12716 (1508-1510). “Estudio de los Hornos de fundición para el monumento Sforza”, RLW 12379 (h. 1492).

b.- Ingeniería Civil: “Estudio de las corrientes de agua en canales superando obstáculos y sus vórtices”, RLW 12660v (1510-1513). “Estudio sobre el agua de escorrentía”, RLW 12662r (1510-1513). “Estudio para desecación de pantanos”, RWL 12689 (1514). “Mapa de la Toscana, Lago Trasimeno y Valle de Chiana”, RLW 12278, (1502). “Mapa de Arezzo y valle de Chiana”, RLW 12682 (1502). “Proyecto de desviación del río Arno”, RLW 12680 (1503). “Mapa de la costa entre Roma y Nápoles a Vista de Pájaro”, RLW 12871 (h. 1515).

c.- Ingeniería naval y Aeronáutica: “Diseños de cañones para artillería naval”, RLW 12632r (1487-1490).

d.- Ingeniería Militar: “Estudio para fabricación de varios tipos de cañones”, RLW 12652r (1485-1490). “Estudio para carro blindado y caballero con escudo y lanza”, RLW 12653r (1485-1488). “Estudio cartográfico para la roca y la Fortaleza de Imola”, RLW 12686r (h. 1502). “Diseños de fabricación de cañones en una fundición”, RLW 12647 (1487-1490). “Estudio de la fortaleza estratégica de La Verruca”, RLW 12683 (h. 1502). “Plano de la ciudad amurallada de Imola” RW 912284 (h. 1502). “Plano de la Ciudad amurallada de Imola”, RLW 12284 (h.1502).

e.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudios para fuentes sobre pilastras”, RLW 12690r y 12691r (1511-1513). “Estudio del ábside de una iglesia”, RLW 12609v (1485-1490). “Estudio de una iglesia de planta central”, RLW 19134v (h. 1488). “Estudio para una Villa urbana monumental para Charles d’ Amboise”, RLW 12591r (h. 1508). “Estudio de la Perspectiva del Palacio de Romorantín y estudio del Monumento Trivulzio”, RLW 12292v (1517-1518). “Bocetos para el monumento funerario del Mariscal Trivulzio, RLW 12353, 12355 y 12356 (1487). “Estudios para una Villa y un Jardín para el marqués de Mantua”, RLW 12689 (h. 1500). “Proyecto de ampliación de la Villa de los Melzi en Vaprio d’Adda”, RLW 19107 (h. 1513). “Propuesta de Plan Urbanístico para Florencia”, RLW 12681 (h. 1482).

**Figura 2. A) Mapa de la Toscana y el valle de Chiana, RLW 12278, (h. 1502).**

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo\\_da\\_vinci,\\_Map\\_of\\_Tuscany\\_and\\_the\\_Chiana\\_Valley.jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_vinci,_Map_of_Tuscany_and_the_Chiana_Valley.jpg?uselang=de)). B) **Proyecto de Ciudad nueva de Romorantin C. Arundel, f. 270v (1514-1518)** ([http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=arundel\\_ms\\_263\\_f001r](http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=arundel_ms_263_f001r)).



#### **5.4.- Los Codexs Forster (I, II, III)**

*Datación:* CF I de 1487-1505; CF II de 1495-1497; y CF III de 1490-1496.

*Ubicación actual:* Victoria and Albert Museum de Londres (Reino Unido).

*Características físicas:* Tres manuscritos, encuadernados en pergamino (sin certeza de fecha de encuadernado) y con dimensiones reducidas: el CF I, de 145 mm x 100 mm y 55 folios; el CF II de 195 mm x 70 mm y 157 folios; y el CF III, de 90 mm x 60 mm y 88 folios.

*Contenido en general:* El CF I versa sobre ingeniería hidráulica, y el movimiento del agua. El CF II, sobre la teoría de las proporciones, estudios sobre los pesos, sobre la tracción, tensiones y equilibrios, proyectos de mecanismos para control y paro de campanas, y de ballestas. El CF III trata sobre geometría, estudios de pesos, máquinas hidráulicas y física.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudio de poleas y pesos”, CF II, ff. 72v, 73r, 77v y 86v (1495-1497). “Estudio para construcción de compases de tornillo”, CF I, f. 4r (1487-1505). “Diseños de cerraduras”, CF III, f. 42r (1490-1493). “Estudio de soportes y mecanismos de toque de campanas”, CF II, f. 10v (1495-1497). “Bocetos de bombas y rodets de elevación de agua”, CF I, f. 48r (1487-1505). “Diseño de Compás de proporción de tornillo, y detalle de su tuerca”, CF I, f. 4r. (1485-1505).

b.- Ingeniería Civil: “Estudio y ensayos de flexión en vigas”, CF II, f. 89v (1495-1497). “Estudio de pesos” CF II, 47v y 48r, 88v y 89 r (1495-1497). “Estudio y ensayo de cargas en arcos”, CF II, f. 92r (1495-1497).

c.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio del relieve del perfil de Ábside de Santa María de Gracia”, CF II, f. 53r y 63v (h. 1495). “Boceto de una Bóveda y sus refuerzos”, CF II, f. 52v (1495-1497). “Proyecto segundo de ampliación de la ciudad de Milán”, CF III, f. 23v (h. 1493). “Plano de Planta del Duomo de Milán”, CF III, f. 55v (h. 1487).

#### **5.5. Los Manuscritos de Francia, o de París**

*Datación:* Aproximadamente de 1485 a 1516.

*Ubicación actual:* Biblioteca del Instituto de Francia de París (Francia).

*Características físicas:* Lo constituyen 12 manuscritos sobre papel, algunos encuadernados en pergamino, otros en piel y finalmente otros en cartón. Se denominan con las letras del alfabeto entre la A y la M. y en su totalidad conforman 964 folios. Son de diversas dimensiones, el más pequeño es el Manuscrito M, de 10 mm x 70 mm (tamaño de bolsillo), y el más grande es el Manuscrito C, de 315 mm x 220 mm.

*Contenido en general:* Arte militar, óptica, geometría, vuelo de los pájaros e hidráulica.

##### **5.5.1. Los Codexs Ashburnham I y II (originalmente parte de los Manuscritos B y A)**

*Datación:* Aproximadamente desde 1485 a 1492.

*Ubicación actual:* Biblioteca del Instituto de Francia de París, junto con Manuscritos A y B.

*Características físicas:* Se trata de dos manuscritos sobre papel, encuadernados en cartón que formaban parte de los antiguos Códices A (Ash 2038, II) y B (Ash 2037, I).

*Contenido en general:* El Códice Ash 2038 (II) trata de estudios sobre la pintura, y matemático-científicos. Y el Códice Ash 2037 (I), estudios de geometría, óptica, vuelo de los pájaros y arte militar.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable (Incluye M. Francia y Ashburnham):*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudio de tecnología y otros”, M. B, f. 16v (1487- 1490). “Estudio de bombas centrifugas para vaciar zonas pantanosas”, M. F, f. 15r (h. 1508 “Diseño de máquina para tallar espejos cóncavos”, M. B, f. 13r (1495-1497).

b.- Ingeniería Civil: “Estudio de los canales para la remodelación de Milán”, M. B, f. 37v, 38v y 39r (1487-1490). “Estudio sobre estática y dinámica de arcos”, M. A, ff. 49 y 53r, (h. 1492). “Diseño de un puente-doble”, M. B, f. 23r (1490).

c.- Ingeniería Naval y Aeronáutica: “Diseño de barca de dragado”, M. E, f. 75v, (1513-1514). “Estudio de un salvavidas”, M. B, f. 87v (1487-1490). “Proyecto de maquina voladora”, M. B, f. 74v (1489). “Estudio para máquina de volar y timón”, M. B, f. 75r (1487-1490). “Estudio del tornillo aéreo”, M. B, f. 83v (1487-1490). “Estudio para máquina de volar accionada a mano”, M. B, f. 79r (1487-1490). “Estudio y ensayos de ala batiente movida por fuerza humana”, M. B, f. 88v (1487-1489). “Diseño de un guante para nadar”, M. B, f. 81v (h. 1500). “Diseño de ornitóptero vertical”, M. B, f. 80r (1487-1490).

d.- Ingeniería Militar: “Estudio de fortificación de edificios, M. B, ff. 57v y 58r (h. 1490). “Estudio muralla con espolón y saliente”, M. L, f. 63r (h. 1502). “Diseño de cañón de vapor de Arquímedes”, M. B, f. 33r (1487-1490). “Estudio de fortificación en Piombino”, M. L, f. 15v (1502). “Estudio sobre el Castillo de Milán”, M. L, ff. 11v y 12r (1489).

e.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio arquitectónico de edificio de planta central”, M. B, f. 3v (1487-1490). “Estudio de la Iglesia S. María de la Pertica”, M. B, f. 55r (1493). “Estudio de escalera de varias entradas para la ciudad de ideal de Milán”, M. B, f. 69r (h. 1490). “Estudio de escalera de hélice”, M. M, f. 47r (1487-1490). “Estudio de escalera de dos entradas para la ciudad ideal de Milán”, M. B, f. 66v (1487-1489). “Estudio de las relaciones de proporción de una iglesia y una cúpula”, M. B, ff. 17v, 18v y 24r (1485-1490). “Estudio para cubrición del cimborrio del Duomo de Milán”, M. B, f. 10v (1487-1490). “Estudios de iglesias de planta central”, M. B. ff. 25v y 94r (1485-1490). “Proyecto primero de ampliación de la ciudad de Milán, la ciudad ideal”, M. B, ff. 15v, 16r, 36r, 37r, 37v, 38v, 38r (1487-1489). “Proyecto segundo de ampliación de la ciudad de Milán”, M. A, f. 114v (h. 1493).

## **5.6. El Códice del Vuelo de Los Pájaros o de Turín**

*Datación:* Compilado entorno al 1505-1506.

*Ubicación actual:* Biblioteca Real de Turín (Italia).

*Características físicas:* Son 18 folios, con unas dimensiones de 210 mm x 150 mm.

*Contenido en general:* Estudios sobre el vuelo de los pájaros, mediante estudios mecánicos del funcionamiento del ala, de la resistencia del aire, y de las corrientes de viento.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudios de pesos sobre planos inclinados”, ff. 2v y 3r (h. 1505).

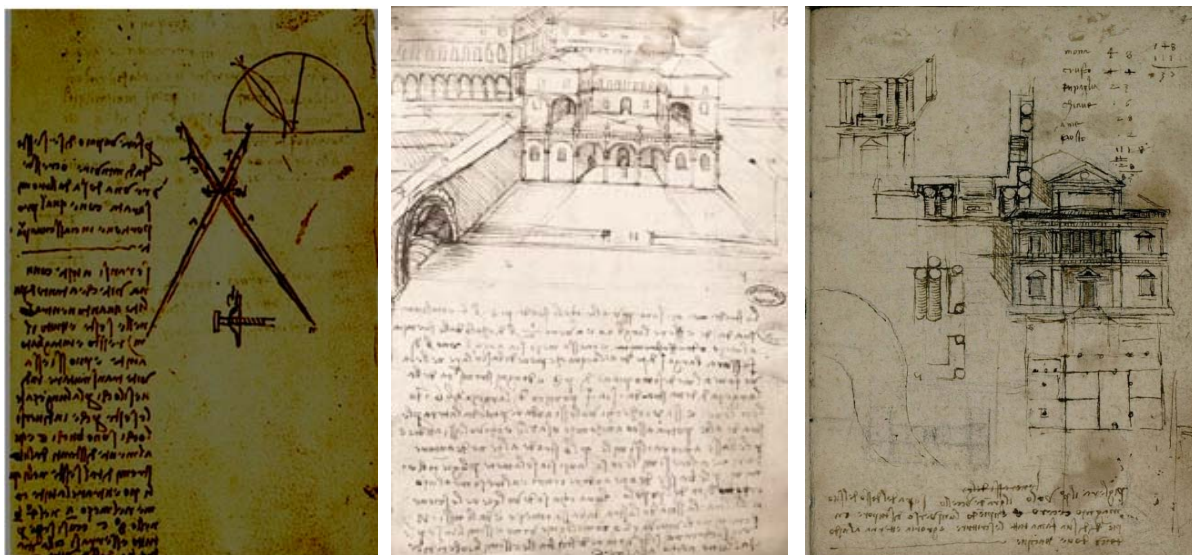
b.- Ingeniería Civil: “Estudio para un curso de agua”, f. 18v (1505).

c.- Ingeniería naval y Aeronáutica: “Estudios para ensayos de un Mecanismo de Ala de Vuelo”, ff. 16v y 17r (h. 1505). “Estudios de equilibrio de piloto en planeador”, f. 5r (h. 1505).

d.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio de Villa de Charles d’ Amboise”, f. 18v (1505-1506).



**Figura 3. A) Compás de proporción de tornillo, C. Forster I, f. 4r. (h. 1485)** ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reduction\\_Compass\\_Leonardo.jpg?uselang=](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reduction_Compass_Leonardo.jpg?uselang=)). **B) Proyecto de Ciudad Ideal, Man. B de Francia, f. 16 r (h. 1489)** ([file:///F:/ciudad%20ideal/Quartier%20M%C3%A9rida-deck%20\\_\\_\\_%20Urbanisme%20sur%20dalle%20\\_\\_\\_%20Les%20origines.html](file:///F:/ciudad%20ideal/Quartier%20M%C3%A9rida-deck%20___%20Urbanisme%20sur%20dalle%20___%20Les%20origines.html)). **C) Estudio de Villa de Carlos d' Amboise, C. Vuelo Pájaros, f. 18v (h. 1506)** (<https://www.wdl.org/es/item/19477/view/1/1/>).



## 5.7. El Códice Trivulziano

*Datación:* Aproximadamente desde 1478 a 1493.

*Ubicación actual:* Biblioteca Trivulziana del Castillo de Sforcesco de Milán (Italia).

*Características físicas:* Un fascículo, de 51 folios, de las 62 hojas originarias, con un formato de 205 mm x 140 mm.

*Contenido en general:* Proyectos de arquitectura militar y religiosa, y estudios autodidácticos del propio Leonardo para mejorar su formación.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Boceto de máquina con volante de giro”, f. 17r (1478-1493). “Estudio de pesos con la gravedad”, f. 18v (1478-1493).

b.- Ingeniería Civil: “Boceto de máquina grúa para obras”, f. 32r (1478-1493).

c.- Ingeniería Militar: “Boceto de máquina para asedio”, f. 14r (1478-1483). “Diseño de balista”, f. 50r (1478-1493).

d.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio de bóveda y su encofrado”, f. 4r (1487-1490). “Bocetos de cúpulas, secciones y pilares del Duomo de Milán”, ff. 8r, 8v, 9r, 11r, 21r, 22v y 27v (1487-1488). “Fachada de edificio de 3 cuerpos y 3 alturas con arcos”, f. 22r (1487).

## 5.8. Los Códices Madrid I Y Madrid II

*Datación:* Del Códice I, Desde 1490 a 1496, y del Códice Madrid II, desde 1503 a 1505.

*Ubicación actual:* Biblioteca Nacional de España, en Madrid (España).

*Características físicas:* Son dos manuscritos sobre papel. El Códice de Madrid I dispone de 192 folios, de dimensiones 210 mm x 150 mm. Mientras que el Códice de Madrid II tiene 157 folios, con las mismas dimensiones que el Códice Madrid I.

*Contenido:* El Códice de Madrid I, tiene sus textos y los dibujos con acabados de gran calidad

y parece que es un refinamiento de la parte de muchas de las hojas del Códice Atlántico, aparentemente con voluntad de poder publicarlo. Se trata de un “tratado técnico” en todas sus consecuencias. Aborda principalmente estudios de mecánica, de hecho, el título que se le puso en su tapa interior en castellano es *“Tratado de Estática y Mechánica En Italiano, Escrito en el año 1493”*, y se puede afirmar que es el primer tratado monográfico de estática y mecánica conocido sobre el tema.

El Códice de Madrid II, es un “cuaderno de notas”, ya que sus dibujos, y escritura son mucho más bastos. *“Aquí solo se persigue funcionalidad”* (Ruiz & Martínez, 2012). El título que se le otorgó en su tapa interior en castellano es *“Tratados varios de Fortificación, Estática y Geometría escritos en italiano, por los años de 1491”*. Contiene apuntes de geometría y proyectos de arquitectura e ingeniería militar, parte del proyecto de canalización para desviar el río Arno a su paso por Pisa, el proyecto de la fortificación de la ciudad de Piombino, y diseños de instrumentos musicales. En su parte final (últimos 16 folios) los dibujos son de mejor calidad, representando en gran medida el proyecto de detalle de la fundición del “Monumento Ecuestre Sforza”.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

a.- Ingeniería Industrial: “Estudios para varios tipos de muelles”, CM I, f. 85r (h. 1497). “Estudio de cojinetes”, CM I, f. 101r (1495-1497). “Mecanismos de engranajes helicoidales”, CM I, f. 17v (h. 1495). “Diseño de molino automático de grano”, CM I, f. 22r (h. 1490). “Proyecto de Máquina para tallar espejos”, CM I, f. 61r (1487-1490). “Estudio del soporte para levantar y bajar el molde del Monumento Ecuestre Sforza”, CM II, f. 155v (1491-1493). “Estudio del habitáculo enterrado para molde del Monumento Ecuestre Sforza”, CM II, f. 149r (1491-1493). “Detalle de la armadura de la cabeza del Caballo del Monumento Ecuestre Sforza”, CM II, f. 157r (1491-1493). “Detalle de la armadura del cuerpo del Monumento Ecuestre Sforza”, CM II, f. 157v (1491). “Detalle de las mazarotas para la fundición del Monumento Ecuestre Sforza”, CM II, f. 151v (1491). “Estudio de dispositivo elevador manual”, CM I, f. 9r (h. 1495). “Diseño de mecanismo de giro para el teatro de Curio”, CM I f. 110r (h. 1495). “Diseños de engranajes de cadena”, CM I, f. 10r (h. 1500).

b.- Ingeniería Civil: “Detalles de la sección del Proyecto de Canal de Florencia hasta el mar”, CM II, f. 10v (h. 1503). “Mapa de la zona del Proyecto de Canal de Florencia hasta el mar”, CM II, ff. 22v y 23r (h. 1503). “Mapa de la zona del Proyecto de desvío del Río Arno a su paso por de Pisa”, CM II, ff. 52v y 53r (h.1503). “Estudios sobre la estática y la dinámica de los arcos”, CM I, ff. 143R, 138v, y 139r (h. 1495).

c.- Ingeniería naval y Aeronáutica: “Estudio sobre cometas dirigidos desde tierra mediante cable (símil de ala delta)”, CM I, f. 64r (h. 1505).

d.- Ingeniería Militar: “Vista aérea de las montañas de los alrededores de Pisa” (1502-1503). “Proyecto de fortaleza a vista de pájaro”, CM II, f. 79r (h. 1504). “Plano de situación y estudio de la Fortaleza de Verruca”, CM II, ff. 4r, 7v y 8r (1503). “Estudio de la fortificación”, CM II, f. 37r (1502).

e.- Arquitectura y Urbanismo: “Estudio de arcos de S. María de Gracia”, CM I, f. 113v (h. 1495).

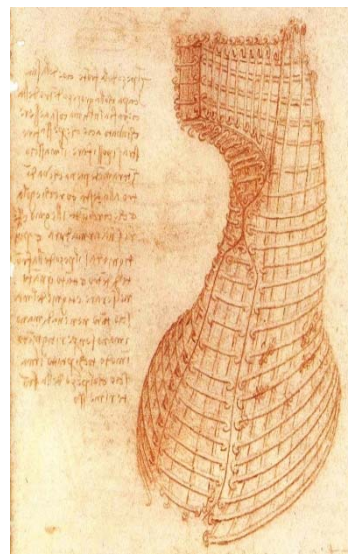
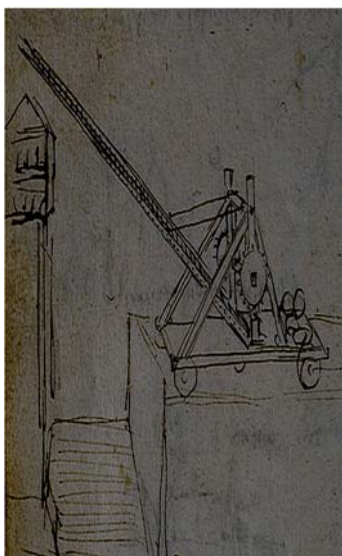
## **5.9. Codex Leicester (o Hammer)**

*Datación:* Aproximadamente entre 1504 y 1508.

*Ubicación actual:* Conservado en la colección de Bill Gates, en Seattle (Estados Unidos de América).

*Características físicas:* Estaba encuadernado en piel y compuesto de 36 folios (18 hojas dobles) de dimensiones medias: 290 mm x 220 mm. Recientemente ha sido desmontado y se presenta en hojas sueltas, como se cree que estaba en época de Leonardo.

**Figura 4. A) Boceto de máquina de asedio, C. Trivulziano, f. 14r (1478-1493)**  
 ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L19\\_-\\_Triv\\_2162\\_-\\_14r\\_detail.jpg?uselang=es](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:L19_-_Triv_2162_-_14r_detail.jpg?uselang=es)). **B)**  
**Plano de la ciudad amurallada de Imola RCW 12284 (h. 1502)**  
 ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Leonardo\\_da\\_Vinci\\_-\\_Plan\\_of\\_Imola\\_-\\_Google\\_Art\\_Project.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/85/Leonardo_da_Vinci_-_Plan_of_Imola_-_Google_Art_Project.jpg)). **C) Armadura para la cabeza del Monumento Ecuestre Sforza, C.**  
**Madrid II, f. 157r (1491-1493),** ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo\\_-\\_Madrid\\_II\\_-\\_157r.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_-_Madrid_II_-_157r.jpg)).



*Contenido:* Estudios de hidráulica y movimiento del agua. También proyectos de canales y embalses, diseños de equipos para aprovechamiento del agua y estudios de astronomía.

*Contenido de ámbito técnico-proyectual destacable:*

- a.- Ingeniería Industrial: “Estudios de vasos comunicantes y sifones”, f. 34v (1506-1508).
- b.- Ingeniería Civil: “Anotaciones sobre la Luna, dibujos y notas sobre la iluminación del Sol, de la Tierra y de la Luna”, f. 36v y 1r (1506-1508).
- c.- Ingeniería naval y Aeronáutica: “Medición de las variaciones de presión del agua con la profundidad, mediante placas móviles, emplazadas en un barco flotante”, f. 6r (1506-1508).

## 6. Conclusiones

Analizados el conjunto de los manuscritos, que constituyen la mayor muestra técnico-científica del Renacimiento, los más representativos desde el punto de vista técnico-proyectual serían:

a.- Ingeniería Industrial: El Proyecto de la Fundición del Gran Caballo de más de 7 m de altura (1490-1493), para el Monumento Ecuestre Sforza Se encuentra plasmado mayoritariamente en el Códice de Madrid II (16 folios últimos); la Royal Collection RLW 12379, donde dibuja los hornos para la fundición; y el Códice Atlántico, f. 577v, donde estudia hasta el soporte para trasladar el Molde de arcilla. Se ha seleccionado por la dificultad de su realización y por su magnitud, y por haber sido hecho realidad, con 7,32 m de altura en Milán, en 1999, por la escultora americana Nika Akamu (Midwest City, 1955-) y la empresa de fundición de Beacon (USA), Tallix Art Foundri (Fig. 4C). (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2016). Y el Proyecto de automóvil o auto carro motor (1478-1480), plasmado principalmente en el Códice Atlántico ff. 296v y 812r. Se ha seleccionado por ser el automóvil pionero en el mundo (Fig. 1C) (Laurenza, Taddei, & Zanon, 2006) (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2018).

b.- Ingeniería Civil: El Proyecto de desvío del río Arno (1503-1505), a su paso por la ciudad de Pisa, encargado por el Gobierno de la ciudad-estado de Florencia, para someter de nuevo

a los pisanos, aliados en aquel entonces con los franceses. En él elabora planos de canales, proyectos de máquinas de excavación y grúas de elevación de cargas, mapas de las zonas, y lo plasma en el Códice Atlántico f. 4r; en la Windsor Collection, RLW 12680; y en el Códice de Madrid II, ff. 10v, 22v, 23r, 52v y 53r. Se ha seleccionado por la magnitud y lo variado del proyecto (Fig. 2A) (Cerveró, Ferrer & Capuz, 2016).

c.- Ingeniería naval y Aeronáutica: En Ingeniería Naval: el proyecto de equipo buzo para respirar bajo el agua (h. 1502) plasmado en Codex Arundel, f. 24v, encargado por la República de Venecia, para defensa contra los ataques de los barcos turcos. Elegido por su novedad y complejidad (Fig.1A) (Cervero, Ferrer & Capuz, 2016). En Ingeniería Aeronáutica: boceto e instrucciones para construir un paracaídas (h. 1508), plasmado en el Códice Atlántico f. 1058v y probado con éxito dos veces por Adrián Nicholas (1962-2005) en la Rep. Sudafricana en año 2000, y por Olivier Vietti-Teppa (1971-) en Payerne (Suiza) con forma y materiales similares a los de Leonardo. Elegido por su innovación y actual factibilidad (Fig.1B) (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2018).

d.- Ingeniería Militar: los mapas y planos de fortalezas, castillos y ciudades amuralladas, realizados para Cesar Borgia (Roma, 1475-Viana, 1597) en sus campañas guerreras por la Toscana y la Romaña en 1502; plasmados en el Códice Atlántico ff. 41v, 43v, 362v, 117r, 132r; la Windsor Collection, RLW 12278, 12682 y 12683, 12284 y 12286; el Manuscrito L de Francia, ff. 11v y 12r; y el Códice de Madrid II, f. 37r. Elegido por la magnitud del proyecto (Fig 4B) (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2017).

d.- Arquitectura y Urbanismo: En Arquitectura: el proyecto de Palacio de Romorantin (h. 1516) para Francisco I, Rey de Francia y su Ciudad Nueva Geometría, incluso un lago para celebrar naumaquias; con planos de perspectivas y alzados del palacio, plantas de la nueva ciudad y planos hidrográficos de la zona; plasmados en Códice Atlántico, ff. 74v, 76v y 217v; el Codex Arundel, ff. 269r y 270v; y la Royal Collection, RWL 12292v. Elegido por la complejidad y magnitud del mismo (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2019) (Fig. 2B). En Urbanismo: el primer proyecto urbanístico de la ampliación de la Ciudad de Milán (1487-1490) para el Duque Ludovico Sforza (Vigevano, 1451-Loches, 1508) a raíz de la peste de 1485, mostrando una ciudad ideal, de dos niveles, con detalles de escaleras de varias entradas, viviendas, establos, plazas, etc.; plasmado en el Manuscrito B de Francia, ff. 15v, 16r, 37r, 37v, 38r, 38v, 39r, 39v, 47v, 47r, 66v y 69r. También el segundo proyecto de crecimiento de la Ciudad de Milán (h. 1493), mediante barrios abiertos sin amurallar, plasmado en el Cod. Atlántico, ff. 65v, 73v, 75v y 77v; el Manuscrito A de Francia, f. 114v; y Codex Foster III, f.23v. Elegidos por su carácter innovador, novedoso y ecológico (Fig 3B) (Cerveró, Ferrer, & Capuz, 2019).

Podemos concluir que sus manuscritos, por su elevada cantidad y lo variado de sus temas, constituyen la mayor muestra técnico-científica del Renacimiento.

## 7.- Referencias

- Antoccia, L., Pedretti, C. y otros (2003) Atlas ilustrado de Leonardo Da Vinci. Arte y ciencia. Las Máquinas. Susaeta Editores.
- Cerveró E., Ferrer P., Capuz S. (2016) El Caballo Sforza de Leonardo Da Vinci analizado desde la perspectiva de los Proyectos de Ingeniería. *20th International Congress on Project Management and Engineering*. Cartagena. AEIPRO.
- Cerveró E., Ferrer P., Capuz S. (2016) Teorías, Métodos y Técnicas para el Diseño de Sistemas Técnicos en la Obra de Leonardo Da Vinci. *20th International Congress on Project Management and Engineering*. Cartagena. AEIPRO.
- Cerveró E., Ferrer P., Capuz S. (2017) Contribuciones de Leonardo da Vinci a las Técnicas Gráficas para el Diseño o Proyecto Técnico. *21nd International Congress on Project Management and Engineering*. Cádiz. AEIPRO.

- Cerveró E., Ferrer P., Capuz S. (2018) Revisión de la factibilidad funcional de los Sistemas Técnicos diseñados por Leonardo da Vinci. *22nd International Congress on Project Management and Engineering*. Madrid AEIPRO.
- Cerveró E, Ferrer P, Capuz S. (2019) Leonardo da Vinci, pionero del Ecodiseño. *23rd International Congress on Project Management and Engineering*. Málaga. AEIPRO.
- Da Vinci, L. (1491-1493). Códices de Madrid. Madrid. Biblioteca Nacional de España, <http://leonardo.bne.es/index.html>.
- Da Vinci, L. (1478-1518). Códice Atlántico. Milán. Biblioteca Ambrosiana, <http://www.leonardo-ambrosiana.it/en/il-codice-atlantico/>.
- Da Vinci, L. (1478-1518). Manuscritos de la Royal Library Windsor, Royal Collection Trust, <https://www.rct.uk/collection/themes/exhibitions/leonardo-da-vinci-a-life-in-drawing-0>
- Da Vinci, L. (1487-1514). Conjunto de Manuscritos de París. París. Institut de France, <https://archive.org/details/lesmanuscritsdel00leonuoft>.
- Da Vinci, L. (1487-1514). Codex Arundel. British Library de Londres. <https://www.metalocus.es/es/noticias/570-paginas-de-manuscritos-de-leonardo-da-vinci-estan-online-gracias-a-la-biblioteca-britanica-y-microsoft>
- Galvez, C.; Mezquita, T. y otros (2018). *Leonardo da Vinci: Los rostros del Genio*. Penguin Random House, Grupo Editorial.
- Laurenza, D., Taddei, M., Zanon, E. (2006). *Las máquinas de Leonardo*. Susaeta Edic.
- Richter, J. P. (1883). *The Literary Works of Leonardo Da Vinci*. London, S. Low, Marston, Searle & Rivington.
- Ruiz E. y Martínez, J. (2012). *El Imaginario de Leonardo. Los Códices de Madrid*. Ed. Minis. de Cultura.
- White, M. (2003). *Leonardo el primer científico*. Ed. De Bolsillo.

*Nota: Las referencias “v” y “r” junto a la denominación de los folios (f.) de los manuscritos o códices, se refieren a “verso” y “recto”.*

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

