

EL ARTE DE OBSERVAR EL CIELO. EL LEVANTAMIENTO DEL PRIMER OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LAS AMÉRICAS

THE ART OF OBSERVING THE SKY. THE SURVEY OF THE FIRST ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF THE AMERICAS

María Isabel Mayorga Hernández; orcid 0000-0002-4343-3143 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Massimo Leserri; orcid 0000-0002-7153-0290 POLITECNICO DI BARI

Gabriele Rossi; orcid 0000-0003-2425-6476 POLITECNICO DI BARI

Johan Sebastián Wilches Rivera; orcid 0009-0003-5424-3024 ESTUDIANTE DE DOCTORADO DEL POLITECNICO DI BARI

doi: 10.4995/ega.2024.19184

El Observatorio Astronómico de Bogotá, primero en América construido por Fray Domingo Petrés, a inicios del siglo XIX, lleva implícito una carga de conocimientos que generan aportes y desvelan hechos, prácticas y métodos constructivos de la época.

Llevar a cabo un levantamiento arquitectónico riguroso, con el uso de *Laserscanning* en esta importante obra, se convierte en fuente invaluable de nuevo conocimiento.

La construcción de los antecedentes históricos permite evidenciar los orígenes de la construcción y los métodos de representación gráfica, mediante, (1) las fuentes iconográficas, que contribuyen con una línea del tiempo hipotética para la restitución; (2) los insumos documentales como las descripciones de Caldas (1808) y los aportes de Gutiérrez et al., (1999), que registran el uso de manuales, así como la forma expresiva con la cual construyó y determinó su idea; y (3) las diferentes versiones de restitución comparadas, donde aparecen geometrizaraciones ideales del observatorio.

PALABRAS CLAVE: LEVANTAMIENTO, OBSERVATORIO, ASTRONÓMICO, BOGOTÁ

Bogotá's Astronomical Observatory, the first in America, built by Fray Domingo Petrés at the beginning of the 19th century, carries an implicit load of knowledge that provides contributions and reveals facts, practices, and construction methods from its time. Therefore, carrying out a rigorous architectural survey by means of laser scanning in this remarkable building, becomes an invaluable source of new knowledge.

The construction of the historical background makes it possible to demonstrate the origins of the construction and the methods of graphic representation through: (1) iconographic sources, which contribute to a hypothetical timeline for the restitution; (2) documentary inputs such as the descriptions of Caldas (1808) and the contributions of Gutiérrez et al, (1999), which record the use of manuals as well as the expressive form with which he constructed and determined his idea; and (3) the different versions of compared restitution, where the ideal geometries of the observatory appear.

KEYWORDS: SURVEY, OBSERVATORY, ASTRONOMIC, BOGOTÁ



Introducción

El observatorio astronómico de Bogotá diseñado por Petrés (Mansergas, 2024), patrimonio tangible e intangible en diferentes tiempos y en diversas disciplinas del conocimiento, representa en su materialidad y permanencia, una fuente primaria de información, en el caso a tratar como parte de la arquitectura que surge de actividades, estéticas y sistemas constructivos (Perrault, 1761) particulares en el tiempo (Rivera et al., 2022)

De esta forma el levantamiento como documentación gráfica se convierte en fuente invaluable, registrando gráficamente el estado actual para su estudio con el uso de técnicas y herramientas digitales que permiten una medición rigurosa del edificio aportando nuevo conocimiento; registra su evolución comparativa al relacionarlo con otros documentos gráficos en el tiempo (fotografías, grabados y otros levantamientos) y con documentos escritos que lo describen particularmente, por ejemplo en la descripción de Caldas (1808).

Antecedentes

Al momento de compilar un corpus de documentos para la investigación en curso, parece adecuado comenzar por los diversos grabados, daguerrotipos, fotografías y planos arquitectónicos accesibles de esta obra concebida y financiada por José Celestino Mutis (1732-1808). Aunque se carece de evidencia de que los planos originales del Observatorio Astronómico se conserven en la actualidad, podemos inferir de su existencia y que fueron efectivamente realizados por Fray Domingo de

Petrés (1759-1811), quien diseñó y dirigió la construcción de varias obras eclesiásticas y civiles en la actual Colombia ¹ por las siguientes evidencias:

Siete meses antes de la muerte de Mutis, Caldas se manifiesta de manera inequívoca sobre la materia. “El Arquitecto a quien confió el Señor Mutis la formación de los planos y la ejecución de la obra fue el Hermano Fray Domingo Petrés, Capuchino” ².

El mayordomo de la empresa y también de la Casa Botánica, Salvador Rizo Blanco (1762-1816), estableció en el borrador de las “Cuentas del Observatorio Astronómico de Santa Fe de Bogotá”³, durante el desarrollo de los trabajos de construcción y de los acabados, los pagos realizados al Fraile capuchino. Uno de los asientos del folio 3r registra: “1805 / Agosto / Para el padre Domingo, arquitecto capuchino por la dirección del Observatorio, se le gratificaron quinientos pesos de orden del Señor Mutis / 500 pesos”. Este dato aparece de manera más sintética en el folio 21r: “1805 agosto 14 / Para el padre Domingo el arquitecto capuchino, de gratificación por haber dirigido la obra / 500 pesos”. Considerando la audacia arquitectónica de la edificación en la Santa Fe de comienzos del siglo XIX y la complejidad de su construcción, las anotaciones de Rizo confirman la información brindada por Caldas: Petrés dirigió a los artesanos encargados de realizar la obra según los planos que él mismo había establecido de acuerdo con Mutis.

Como se documenta en el libro de Gutiérrez et al., (1999) (p.162) refiere a libros que estuvieron seguramente a disposición de Petrés como el Tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás (1796) donde se indica “(...) la perfección de la

Introduction

The astronomical observatory of Bogotá designed by Petres (Mansergas, 2024), tangible and intangible heritage—in different times and in different disciplines—, represents in its materiality and permanence, a primary source of information. In this case to be treated, as part of the architecture that arises from activities, aesthetics, and constructive systems (Perrault, 1761) in time (Rivera et al., 2022). In this manner, the survey as graphic documentation becomes an invaluable source, graphically recording the current state for its study with the use of techniques and digital tools that allow a rigorous measurement of the building that provides new knowledge. The survey records its comparative evolution by relating it to other graphic documents over time (photographs, engravings, and other surveys) and to written documents that describe it, e.g. in the description by Caldas (1808).

Background information

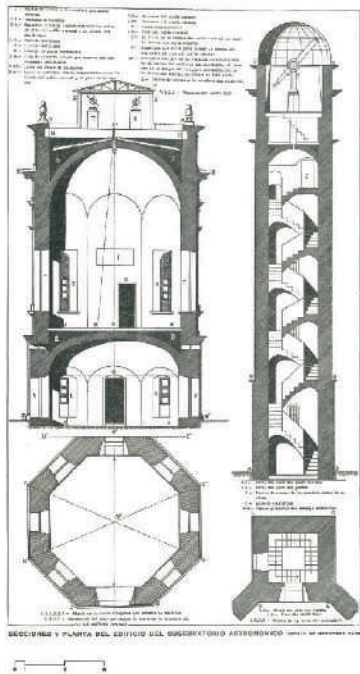
When compiling a corpus of documents for this ongoing research, it seemed appropriate to begin with the various accessible engravings, daguerreotypes, photographs, and architectural plans of this work conceived and financed by José Celestino Mutis (1732-1808). Although there is no evidence that the original plans of the Astronomical Observatory are preserved today, we can infer their existence and that they were indeed made by Fray Domingo de Petrés (1759-1811), who designed and directed the construction of several ecclesiastical and civil works in present-day Colombia ¹ from the following evidence:

Seven months before Mutis' death, Caldas stated unequivocally on the matter. “The architect to whom Señor Mutis entrusted the drawing up of the plans and the execution of the work was Brother Fray Domingo Petrés, Capuchin” ².

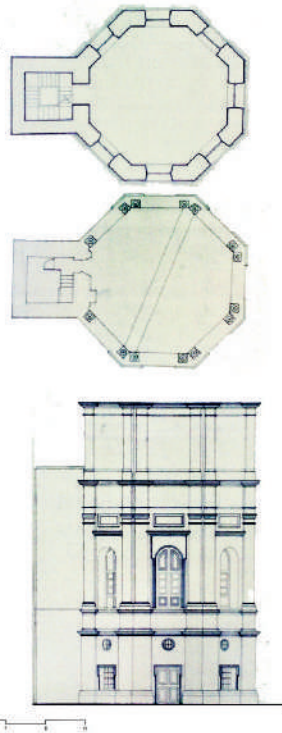
The steward of the company and the botanical house, Salvador Rizo Blanco (1762-1816), established in the draft of the *Accounts of the Astronomical Observatory of Santa Fe de Bogotá* ³, during the development of the construction and finishing works, the payments made to the Capuchin friar. One of the entries on folio 3r records: ‘1805 / August / By Father Domingo, Capuchin architect for the direction of the Observatory, he was rewarded with five hundred pesos by order of Señor Mutis /



A.



B.



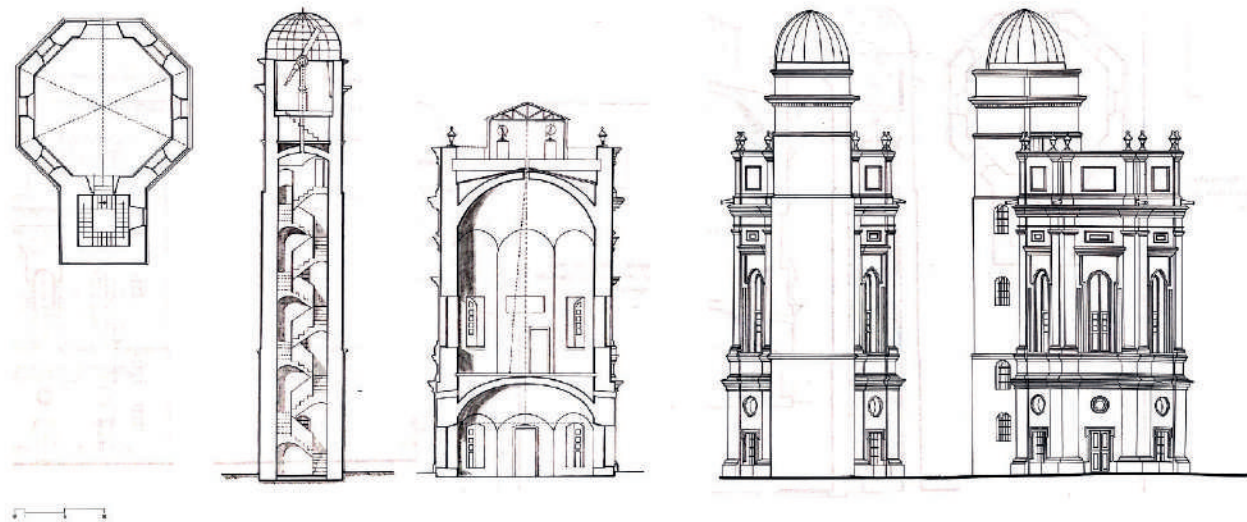
REFERENCIAS

- A. Dibujo de Mercedes Caro. Tomado de Álvarez Lleras, *Reseña Histórica del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Bogotá*. 1983 (p. 283) Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales.
 B. Dibujo de Teresa Bohórquez. Planos existentes en la Planoteca del Ministerio de Cultura.
 C. Dibujo de German Cepeda G. Tomado de Corradine A. *Historia de la Arquitectura Colombiana*. Volumen Colonia 1538-1989. Biblioteca de Cundinamarca.
 D. Tomado de Londoño, R. y Morales, A. *Observatorio Astronómico de Bogotá. Pedes in terra ad Sidera Visum*, 2007. Universidad de los Andes. Departamento de Arquitectura, Programa de apoyo Jóvenes Investigadores. Ediciones Uniandes

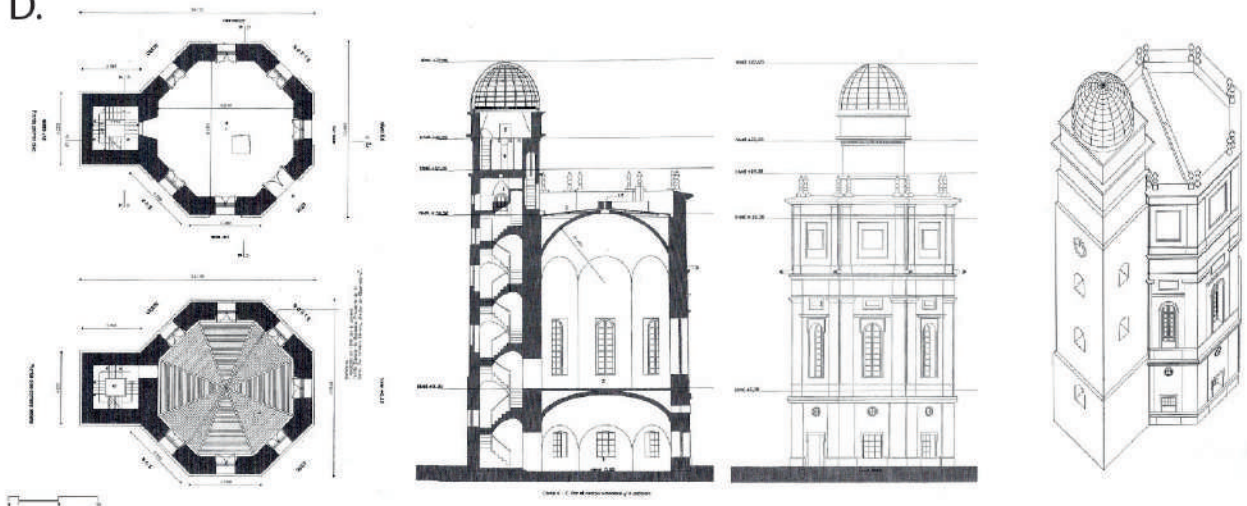
REFERENCES

- A. Drawing from Mercedes Caro. Taken from Álvarez Lleras, *Reseña Histórica del Observatorio Astronómico y Meteorológico de Bogotá*. 1983 (p. 283) Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales.
 B. Drawing from Teresa Bohórquez. Existing blueprints in the planotheque of the Ministry of Culture.
 C. Drawing from German Cepeda G. Taken from Corradine A. *Historia de la Arquitectura Colombiana*. Volumen Colonia 1538-1989. Library of Cundinamarca.
 D. Taken from Londoño, R. and Morales, A. *Bogotá's Astronomical Observatory. Pedes in terra ad Sidera Visum*, 2007. Universidad de los Andes. School of Architecture, Young Researchers Support Program. Ediciones Uniandes

C.



D.





planta... otras plantas se hacen en figuras pentagonales”, (p.41). Podemos inferir de acuerdo con el manual, que Petrés hace uso de la representación de plantas.

Los levantamientos realizados hasta el momento del observatorio astronómico de Bogotá se han hecho con técnicas tradicionales, se necesitaba entonces realizar un levantamiento científico para un control riguroso de la medida. Existen varias versiones entre los que se destacan: Los planos dibujados por Mercedes Caro, elaborados en 1983 (Fig. 1-A); Planos realizados por Germán Cepeda G. publicados en 1989 (Fig. 1-B); planos existentes en la planoteca del Ministerio de Cultura, dibujados por Teresa Bohórquez (sin fecha) (Fig. 1-C) y los planos publicados en el libro Observatorio Astronómico de Bogotá, por José Londoño y Alessandra Morales, elaborados en el año 2007 (Fig. 1-D). En estas versiones se puede ver una geometría ideal del octágono y ortogonalidad en las escaleras, por ejemplo, en los cortes, espesores de muros, simplificación de cornisas y recercados de ventanas entre otros, trabajos muy detallados dentro de las técnicas existentes de levantamiento para la época y que contribuyeron al proceso de investigación. Se trataría más de dibujos realizados con la mirada del ideal geométrico del diseñador y no de su realidad, con sus inevitables irregularidades, con el trabajo realizado mediante el uso de técnicas como el *Laserscanning* se logra un trabajo científico del levantamiento con el cual se guarda cada detalle, incluso relacionando su escala gráfica con el dibujo en el cual se representa.

El levantamiento realizado nos reintegra el componente físico del

1. Planos Observatorio Astronómico.

Elaboración propia, 2021.

En la imagen A se representan dos plantas y dos cortes. La selección de los cortes verticales ha sido realizada, teniendo en cuenta la necesidad de representar gráficamente el funcionamiento de la escalera y del último nivel donde se encuentra el telescopio dedicado a las principales actividades del observatorio astronómico. Además, la otra sección realizada a través de un corte con un plano vertical idealmente ubicado al centro del edificio octagonal permite documentar su complejidad espacial y la ubicación de la entrada principal del primer piso. Las plantas parecen incompletas, ya que tanto en la planta octogonal no se representa la torre, como en la planta de la torre falta el edificio octogonal. En la representación B, la documentación parece solucionar la problemática de representar en forma completa el edificio octagonal dotado de torre. Esas plantas, realizadas en correspondencia de los dos pisos, actualizan también el funcionamiento de la escalera y el acceso a los ambientes. Aunque la fachada de la imagen B no contempla la exigencia de representar conjuntamente la torre. La expresión que parece más completa es la C, donde la selección de las planimetrías permite leer la complejidad de la arquitectura. La expresión de esos dibujos realizados a mano guarda también la aplicación de las sombras, derivada por la tradición gráfica de fines del XIX., que también están presentes en los documentos gráficos A y B. Por último, la representación de la imagen D, se caracteriza por una expresión gráfica más contemporánea, donde desaparecen las sombras, y las porciones –como muros y bóvedas– cortadas y por la presencia de un achurado negro. Al lado de las clásicas planimetrías, aparece la exigencia de una axonometría para resaltar el volumen del edificio y comprender la presencia de la terraza octagonal

observatorio, mediado no solo por la forma en que a principios de mil ochocientos cuando se construye el observatorio, se disponían, sino por el paso del tiempo y las adaptaciones que llevó a deterioros, pérdidas de materiales y restitución de estos, que difieren de geometrías ideales plasmadas en los planos de levantamiento antecedentes del presentado y posiblemente hasta del mismo diseño original.

Las fuentes iconográficas encontradas del observatorio, nos muestran etapas definidas, la primera de ellas corresponde a la visión del edificio en sus orígenes, que coinciden con elementos como la descripción realizada por Caldas (1808), y la observada en fotografías en un periodo que va desde la construcción hasta prin-

1. Blueprints for the Astronomical Observatory.

Author's elaboration, 2021

Image A shows two floors and two sections. The selection of the vertical sections has been made considering the need to graphically represent the functioning of the staircase and the last level where the telescope dedicated to the main activities of the astronomical observatory is located. In addition, the other section made through a cut with a vertical plane ideally located at the centre of the octagonal building allows to document its spatial complexity and the location of the main entrance on the first floor. The floor plans seem incomplete, as both the octagonal plan does not show the tower and the tower plan lacks the octagonal building. In representation B, the documentation seems to solve the problem of fully depicting the octagonal building with tower. These plans, which correspond to the two storeys, also show how the staircase and the access to the rooms function. However, the façade of image B does not include the requirement to represent the tower together. The most complete expression seems to be in C, where the selection of the planimetries allows the complexity of the architecture to be read. The expression of these hand drawings also includes the application of shadows, derived from the graphic tradition of the end of the 19th century, which are also present in graphic documents A and B. Finally, the representation of image D is characterised by a more contemporary graphic expression, where the shadows disappear, and the portions – such as walls and vaults – are cut off and by the presence of a black flattening. In addition to the classic planimetry, there is a need for axonometry to highlight the volume of the building and to understand the presence of the octagonal terrace

500 pesos.’ This information appears more succinctly on folio 21r: ‘1805 August 14 / By Father Domingo the Capuchin architect, as a bonus for having directed the work / 500 pesos.’ Considering the architectural audacity of the building in Santa Fe at the beginning of the 19th century and the construction complexity, Rizo’s notes confirm the information provided by Caldas: Petrés directed the craftsmen in charge of carrying out the work according to the plans he himself had established in agreement with Mutis.

As documented in the book by Gutiérrez et al., (1999) (p.162) he refers to books that were surely available to Petrés such as the Treatise by Fray Lorenzo de San Nicolás (1796) where he indicates “(...) the perfection of the plant... other plants are made in pentagonal figures”, (p.41). We can infer from the manual that Petrés makes use of the plan representation.

Up to this point, the surveys carried out on the astronomical observatory of Bogotá had been done with traditional techniques, so it was necessary to carry out a scientific survey for a



2. Registro fotográfico histórico del Observatorio Astronómico de Bogotá

REFERENCIAS

- A. Original de la colección de Ricardo Rivadeneira Velázquez (1853) Publicada en el Periódico El Mundo Americano, París 1876.
- B. Dibujo de Jorge Crane. Grabado por Antonio González. Papel Periódico Ilustrado. Número 17- Año 1 1 de junio de 1882.
- C. Fotomontaje de José Gregorio Gutiérrez Ponce (1867). Fuente: Eduardo Serrano. Historia de la Fotografía en Colombia, 1983. Tomado de Bogotá CD-Instante, Memoria, Espacio por el museo de Desarrollo Urbano, 1998.
- D. Fotografía de Pedro Ibáñez. Crónicas de Bogotá y sus Inmediaciones, 1891.
- E. Fotografía tomada de Corradine, A. y Mora, H. Historia de la Arquitectura Colombiana s XIX, 2001, (p.23). La Imagen data del año 1970 Aprox. La Imagen se encuentra reflejada ya que la torre está ubicada en la fachada nor-este y no en la fachada suroeste, de acuerdo con la orientación del edificio.
- F. Dibujo de Pedro María Ibáñez (1882) publicado en Las Crónicas de Bogotá y sus Inmediaciones (1891). La Imagen se encuentra reflejada por la misma razón que la figura E.
- G. Fotografía de Henri Duperly (1895). Fuente: Jorge Nieto Rojas Diego. Publicado en Tiempo del Olimpia, 1980.
- H. Fotografía publicada en Libro Azul de Colombia, 1919.
- I. Biblioteca del Observatorio publicada en Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales Vol. 5 No.18, 1942. Recuperado de <http://raccefyn.co/index.php/raccefyn/issue/view/53/181>
- J. Fuente: José Vicente Ortega Ricaurte, 1938 Sociedad de Mejoras y Ornato, Álbum Fotográfico. Tomado de Bogotá CD- instante memoria, Espacio por el Museo de desarrollo Urbano, 1998.
- K. (A la Izq.) Fotografía aérea de 1948 aprox., tomada de Bogotá Vuelo al Pasado, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2010). (a la der.) Antenas presentes en la Terraza.
- L. Colección Fotográfica de Gumersindo Cuellar, 1954 aprox. Banco de la República.
- M. Fuente: Katich y Jeney. Tomado de Bogotá CD- Instante Memoria, Espacio por el Museo de Desarrollo Urbano, 1998.
- N. Fotografía de German Téllez. Tomado de Arango S. Historia de la Arquitectura Colombiana, 1993.
- O. Fotografía Aérea. Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1960 aprox.
- P. Fotografía tomada de Duque Escobar, G, La Astronomía en Colombia: Perfil Histórico, 2011.
- Q. -T. Fotografía de Mayorga, M. 2020.



2. Historical photographic record of Bogotà's Astronomical Observatory

REFERENCES

- A. Original from Ricardo Rivadeneira Velázquez collection (1853) Published in the *Periódico El Mundo Americano*, París 1876.
- B. Drawing from Jorge Crane. Engraved by Antonio González. *Papel Periódico Ilustrado*. Number 17-Year 1 1 from June 1882.
- C. Photomontage from José Gregorio Gutiérrez Ponce (1867). Taken from: Eduardo Serrano. *Historia de la Fotografía en Colombia*, 1983. Taken from Bogotà CD-Instante, Memoria, Space for the Urban Development Museum, 1998.
- D. Photograph from Pedro Ibáñez. *Crónicas de Bogotà y sus Inmediaciones*, 1891.
- E. Photograph taken from Corradine, A. and Mora, H. *Historia de la Arquitectura Colombiana s XIX*, 2001, (p.23). The image dates to approx. 1970. The image is mirrored as the tower is located in the northeast facade and not in the south-west facade, according to the building's orientation.
- F. Drawing from Pedro María Ibáñez (1882) published in *Las Crónicas de Bogotà y sus Inmediaciones* (1891). The image is mirrored for the same reason as figure E.
- G. Photograph from Henri Duperly (1895). Taken from: Jorge Nieto Rojas Diego. Published in *Tiempo del Olimpia*, 1980.
- H. Photograph published in *Libro Azul de Colombia*, 1919.
- I. Observatory's library published in *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales* Vol. 5 No.18, 1942. Retrieved from <http://raccefyn.co/index.php/raccefyn/issue/view/53/181>
- J. Taken from Vicente Ortega Ricaurte, 1938 *Sociedad de Mejoras y Ornato*, Photographic album. Taken from Bogotà CD- instante memoria Space for the Museum of Urban Development, 1998.
- K. (On the left) Aerial photograph from aprox. 1948. Taken from Bogotà *Vuelo al Pasado*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2010). (on the right) Current antennae in the terrace.
- L. Photographic collection of Gumersindo Cuellar, 1954 aprox. Banco de la República.
- M. Taken from: Katich and Jeney. Taken from Bogotà CD- Instante Memoria, Espacio por el Museo de Desarrollo Urbano, 1998.
- N. Photograph from German Téllez. Taken from Arango S. *Historia de la Arquitectura Colombiana*, 1993.
- O. Aerial photography. Taken from: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1960 aprox.
- P. Photograph taken from Duque Escobar, G, *La Astronomía en Colombia: Perfil Histórico*, 2011.
- Q. -T. Photograph from Mayorga, M. 2020.

cipios de 1880 aproximadamente, y que constituyen en su visión externa un cuerpo central de forma octogonal rematado por una terraza, una torre adosada al sur correspondiente a las escaleras que finalizan con una cubierta a cuatro aguas con bóvedas en sentido oriente occidente como se muestran" (Fig. 2 A-E).

En una segunda etapa se puede observar (Fig. 2 F-H) una construcción sobre la terraza y la existencia de una cúpula de la cual se tiene noticia en el libro de La Astronomía en Colombia de Arias de Greiff (1993), en donde se indica "(...) Construcción de una cúpula giratoria sobre la torre de la escalera... se hicieron en ese entonces (1880)" (p.99).

En las imágenes encontradas con posterioridad a 1930, se observan una serie de antenas instaladas en la terraza, que luego en el período registrado de 1945- 1950 ya no se observan en las fotografías; sin embargo, el espacio sobre la terraza y la cúpula siguen apareciendo (Fig. 3 I-N). A partir de fotografías de 1985 (Fig. 2 O-P) se puede evidenciar que el cuerpo sobre la terraza ya no existe y que se mantienen, hasta las fotos tomadas en el 2021 (Fig. 2 Q - S).

El levantamiento como metodología

La estrategia que se define para documentar gráficamente el observatorio astronómico de Bogotà, proporciona una serie de etapas que incluyen por un lado la necesidad de obtener datos métricos y por el otro poder restituir gráficamente la arquitectura, para comprenderla.

El levantamiento arquitectónico se convierte en un sistema abierto de varios niveles de conocimientos

rigorous control of the measurement. There are several versions, including the plans drawn by Mercedes Caro, produced in 1983 (Fig. 1-A); plans drawn by Germán Cepeda G., published in 1989 (Fig. 1-B); plans in the planotheque of the Ministry of Culture, drawn by Teresa Bohórquez (undated) (Fig. 1-C); and the plans published in the book *Observatorio Astronómico de Bogotà*, by José Londoño and Alessandra Morales, produced in 2007 (Fig. 1-D). In these versions we can see an ideal geometry of the octagon and orthogonality in the staircases, e.g., in the cuts, wall thicknesses, simplification of cornices and window frames, among others, very detailed work within the existing survey techniques of the time and which contributed to the research process. These were drawings made with a view to the designer's geometric ideal and not his reality, with its inevitable irregularities. With the work carried out using techniques such as laser scanning, a scientific work of the survey was achieved maintaining every detail, even relating its graphic scale to the drawing in which it was represented.

The accomplished survey shows us the physical component of the observatory, mediated not only by the way it was laid out at the beginning of 1800 when the observatory was built, but also over time and by the adaptations that led to the deterioration, material loss, and their restitution, contrasting with the ideal geometries shown in the survey plans that preceded the one presented, and possibly even from the original design itself.

The iconographic sources found of the observatory show us defined stages, the first of which corresponds to the vision of the building in its origins, coinciding with elements such as the description made by Caldas (1808) and the one observed in photographs in the period that goes from the construction until the beginning of 1880, approximately, and which constitute in their external view, a central octagonal body topped by a terrace, a tower attached to the south corresponding to the stairs that end with a hipped roof with vaults in an east-west direction as shown" (Fig. 2 A-E).

In a second stage we can observe (Fig. 2 F-H) a construction over the terrace and the existence of a dome, which is mentioned in the book *La Astronomía en Colombia* by Arias de Greiff (1993), where it is stated "(...) Construction of a rotating dome over the tower of the stairs... were made at that time (1880)" (p.99).



In the images found after 1930, several antennae were installed on the terrace, which are no longer visible in the recorded period from 1945-1950. However, the space above the terrace and the dome are still visible (Fig. 3 I-N). From photographs taken in 1985 (Fig. 2 O-P) the body on the terrace no longer exists and that the antennae remain until the photographs taken in 2021 (Fig. 2 Q - S).

The survey as a methodology

The strategy defined to graphically document Bogotá's Astronomical Observatory provides a series of stages that include on the one hand, the need to obtain metric data and, on the other, the need to be able to graphically reconstruct the architecture to comprehend it. The architectural survey becomes an open system of several knowledge levels (Docci & Maestri, 2009), where metric data and all the information that can participate in the reconstruction, mainly of a graphic nature of the reality under investigation, play a predominant role. These data also come from sources of different origin such as bibliographic, iconographic, and oral sources, i.e. any information can be propaedeutic to develop a critical documentation (Cundari, 2015). The use of the vertical cut in these iconographic representations is a constant, understood as an effective representation mode, endowed with a high level of abstraction, and which by this trait becomes a projective instrument. These are sheets that seek to express the overall complexity of the design, representations made to understand the construction from a spatial point of view, and for its realisation (Gómez S., Orozco L., 2021).

In the case of the observatory, it is also an architecture designed and drawn in orthogonal projection (San José Alonso, J. I., 2018) as plans and cuts (Cirillo, V. and Zerlenga, O., 2020). Plans where the geometric construction determines the shape of the space and solves the resistance capacity of the walls to support a dome. Elevation sections where the vertical use of the building, its structural peculiarities, and the meridian room are observed. In the case of the last one, so that the architecture can be welcoming to the point of allowing science to enter nature (the stars) to analyze, understand, and use it. The presence of the octagon leads us to verify the instruments of representation used by the designer, as

3. Nube de puntos del observatorio astronómico extraída por el modelado tridimensional procesado con el aplicativo SCENE de FARO. Elaboración propia, 2020

3. Point Cloud of the astronomical observatory extracted by the three-dimensional modelling processed with FARO's SCENE application. Author's elaboration, 2020

(Docci & Maestri, 2009), donde juegan un papel predominante los datos métricos y toda la información que puede participar en la reconstrucción, prevalentemente de orden gráfico, sobre la realidad investigada. Se trata de datos también provenientes de fuentes de diferente origen como bibliográficos, iconográficos y de la oralidad, es decir, que cualquier información puede ser propedéutica para desarrollar una documentación crítica (Cundari, 2015).

En estas representaciones iconográficas resulta constante el utilizar el corte vertical, entendido como eficaz modalidad de representación, dotada de un alto nivel de abstracción, y que por este carácter se convierte en un instrumento proyectual: Son láminas donde se busca expresar globalmente la complejidad del diseño. Representaciones realizadas con el fin de comprender la construcción desde un punto de vista espacial, y para su realización (Gómez S., Orozco L., 2021).

En el caso del observatorio es también una arquitectura pensada y dibujada en proyección ortogonal (San José Alonso, J. I., 2018) como plantas y cortes (Cirillo, V. y Zerlenga, O., 2020). Plantas donde la construcción geométrica determina la forma del espacio y soluciona la capacidad de resistencia de los muros para soportar una cúpula. Cortes en alzado donde se observa el uso vertical del edificio, sus peculiaridades estructurales, y en el caso del salón de la meridiana, esta solución para que la arquitectura pueda resultar acogedora hasta permitir a la ciencia ingresar la naturaleza (los astros) para analizarla, comprenderla y utilizarla. La presencia del octágono nos induce a compro-

bar cuáles fueron los instrumentos de representación que el diseñador utilizó, así como la forma expresiva con la cual construyó y determinó su idea.

Resultados como Documento Gráfico: La planimetría del Observatorio Astronómico

El proceso de adquisición de los datos métricos se realiza a través de 52 escaneos del Observatorio, determinando en ambiente vectorial (aplicativo FARO SCENE) en un modelo tridimensional (Fig. 3). El proceso de registro se realiza para que cada escaneo pueda vincularse con los demás a través de puntos naturales en común (puntos de referencia).

La conformación arquitectónica del edificio impone una adquisición exenta de la información, con un número de escaneos realizados alrededor de la estructura, a través de la individualización de puntos estratégicos donde se establece una "estación", es decir, colocar el dispositivo láser-escáner, con el fin de garantizar un contacto visual entre los escaneos, para el procesamiento digital.

Con el fin de cumplir con un registro de tipo serial y consecutivo, y luego del escaneo del exterior del observatorio, se realiza un progresivo y continuo registro láser hacia el interior (Fiorillo et al., 2013). A partir del salón del primer piso, se va adquiriendo toda la escala interna de la torre que permite conectar los ambientes internos hasta lograr la cubierta del edificio octagonal. La última parte del levantamiento se realiza, en los ambientes localizados en la parte



well as the expressive form with which he constructed and determined his idea.

Results as Graphic Document: The planimetry of the Astronomical Observatory

The metric data acquisition process was carried out through 52 scans of the Observatory, determined in a vector environment (FARO SCENE application) in a three-dimensional model (Fig. 3). The registration process was carried out so that each scan could be linked to the others through natural points in common (reference points).

The architectural conformation of the building imposed an exempt acquisition of the information, with several scans carried out around the structure, through the individualisation of strategic points where a 'station' was established, i.e. placing the laser-scanner device, to guarantee a visual contact between the scans, for the digital processing. To comply with a serial and consecutive registration, and after scanning the outside of the observatory, a progressive and continuous laser registration was carried out towards the inside (Fiorillo et al., 2013). Starting from the first-floor hall, the entire internal scale of the tower was acquired, allowing the internal rooms to be connected until the roof of the octagonal building was reached. The last part of the survey was carried out in the rooms located at the top of the tower, until the telescope cabinet was reached. It should be noted that, to establish a relationship through the reference points between the interior and exterior scans, the laser-scanner was stationed in the vicinity of openings such as windows, doors or openings to ensure, from the inside, the collimation of some external points previously acquired in the exterior recording.

Regarding the survey of the mobile dome of the tower, for the purposes of the external survey, it was ideal to have stations located at a certain height on surrounding buildings, which was not available, which is why it was not possible to determine sufficient coverage of these data. However, the geometrical and structural nature of the dome itself, with the possibility of internal scanning, allowed for the same, its final modeling. As a result of the digital process carried out, with the creation of the assembled three-dimensional model and an error content of less

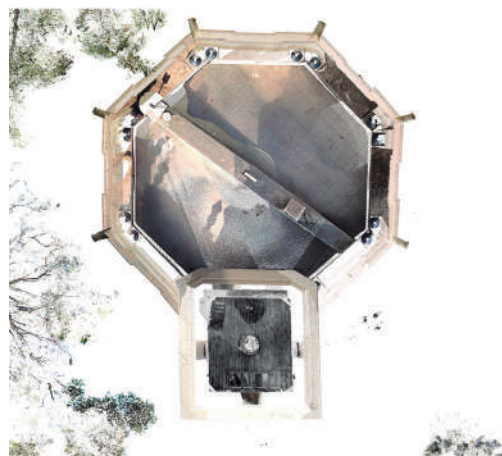
than 8 mm, the extraction of orthogonal views was determined, considered propaedeutic for the two-dimensional restitution necessary for the graphic documentation of this architecture. Each reflection and graphic interpretation were carried out to document the researched reality, being aware that the punctual representation allows to fully reveal the geometrical component applied at the time, and the constructive solutions adopted to achieve it. The survey also rigorously produced general metric data such as the height of the tower (27.4 metres to the top of the dome) that can allow comparisons with similar realities. (Chías et al., 2020).

The graphic restitution after the survey of metric data was developed, through the façades, plans and cuts necessary to express the architecture.

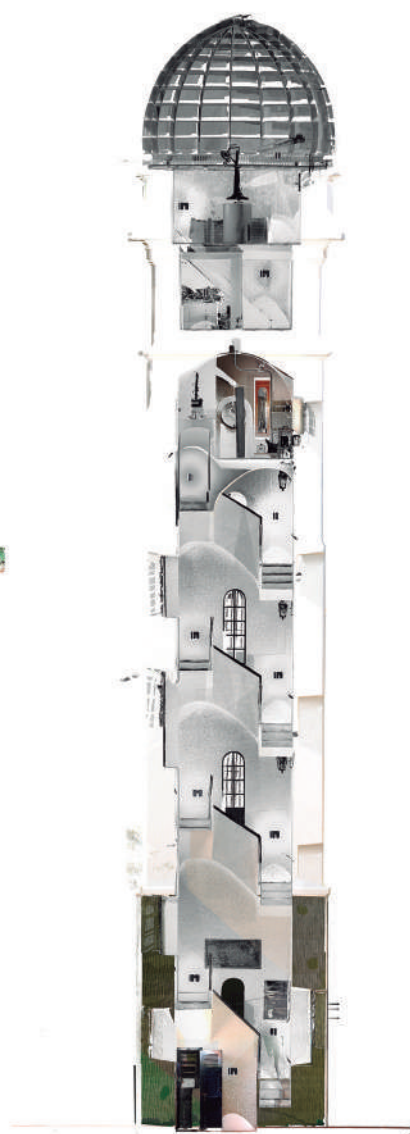
The digital technology provided the three-dimensional information model by which it was possible to infinitely cut them many times as long as necessary (di Filippo et al., 2021).

From the laser scanner images, the scope of the general plans and details was defined, as well as a digitisation methodology that started with the identification of the observatory orientation, the parts that compose the building (lower hall, meridian hall, clock room, astronomer's room and the telescope cabinet), and the levels. In this sense, 2 volumes were defined, that of the observatory with 3 levels, and the volume of the stairs with the intermediate levels defined by the flights of stairs, for a total of 8 floors. Similarly, the orientation of the elevations was determined, establishing 7 of the main volume of the observatory and 3 from the staircase, as well as 3 cuts, one longitudinal, one transversal, and one cutting the stair tower.

During the digitisation process, in addition to defining a graphic system with specific thicknesses, tones and drawing relationships, types of profiles and stylistic elements were determined, which allowed us to understand the relationship of architecture with theoretical and technical concepts, understanding elements of classical architecture such as the definition of a base, a shaft, a finial, orders of columns, and elements such as friezes, cornices, among others, for which we had the manuals of the time (Fray Lorenzo de San Nicolas, 1796) and the descriptions such as the one made by Caldas (1808). This allowed us to understand the geometry and to capture it in accordance with



4



superior de la torre, hasta alcanzar el gabinete del telescopio.

Se debe evidenciar que, para establecer una relación a través de los puntos de referencias entre los escaneos interiores con los exteriores, se va estacionando el láser-escáner en la proximidad de aberturas como ventanas, puertas o vanos para asegurar, desde el interior, la colimación de unos puntos externos previamente adquiridos, en el registro exterior.

Respecto al levantamiento de la cúpula móvil de la torre, para efectos del levantamiento externo, lo ideal es disponer de estaciones ubicadas a una cierta altura en edificios del entorno, con lo que no se contaba, razón por la cual, no es posible determinar una suficiente

cobertura de estos datos. Sin embargo, la naturaleza geométrica y estructural de la misma cúpula con la posibilidad de realizar el escaneo interno, permite lo mismo, su modelación final.

Consecuentemente al proceso digital realizado, con la creación del modelo tridimensional ensamblado y un error contenido inferior a los 8 mm, se determina la extracción de vistas ortogonales, consideradas propedéuticas para la restitución bidimensional, necesaria para la documentación gráfica de esta arquitectura.

Cada reflexión e interpretación gráfica se realiza para documentar la realidad investigada, con la consciencia de que la puntual representación permite desvelar

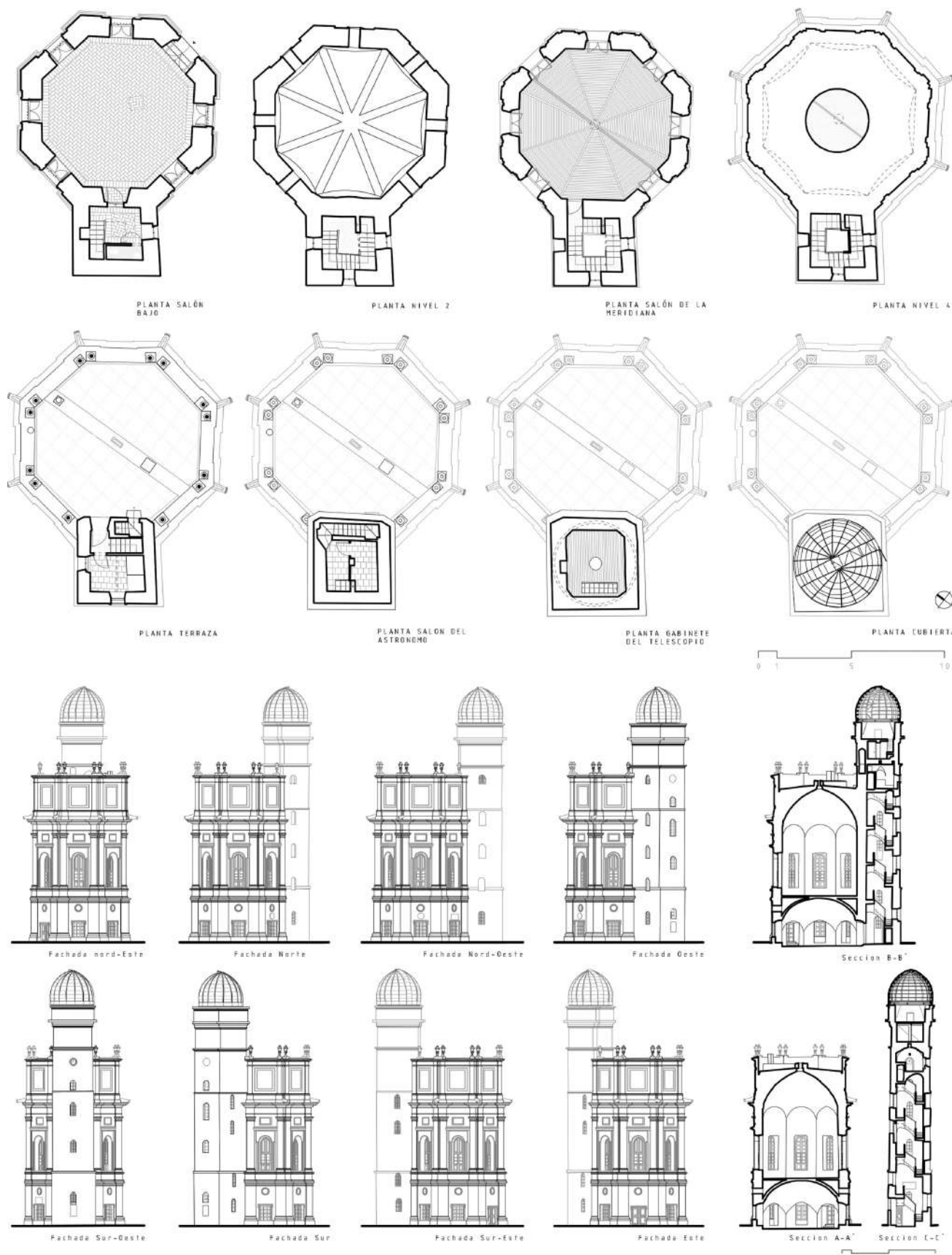


4. Ortofotos elaboradas con el propósito de obtener vistas en proyección ortogonal propedéuticas para ser restituídas en ambiente vectorial. Elaboración propia, 2020

5. Planimetría completa del Observatorio Astronómico de Bogotá; resultados. Elaboración propia 2021

4. Orthophotos elaborated with the purpose of obtaining views in orthogonal projection to be restituted in vectorial environment. Author's elaboration, 2020

5. Results of the Complete planimetry of Bogotá's Astronomical Observatory. Author's elaboration 2021





6. *Plantas principales del Observatorio Astronómico de Bogotá; resultados. Elaboración propia*

7. *Fachadas principales del Observatorio Astronómico de Bogotá; resultados. Elaboración propia 2021*

8. *Cortes del Observatorio Astronómico de Bogotá. Resultados. Elaboración propia 2021*

6. *Main floors of Bogotá's Astronomical Observatory results. Author's elaboration*

7. *Main facades of Bogotá's Astronomical Observatory results. Author's elaboration 2021*

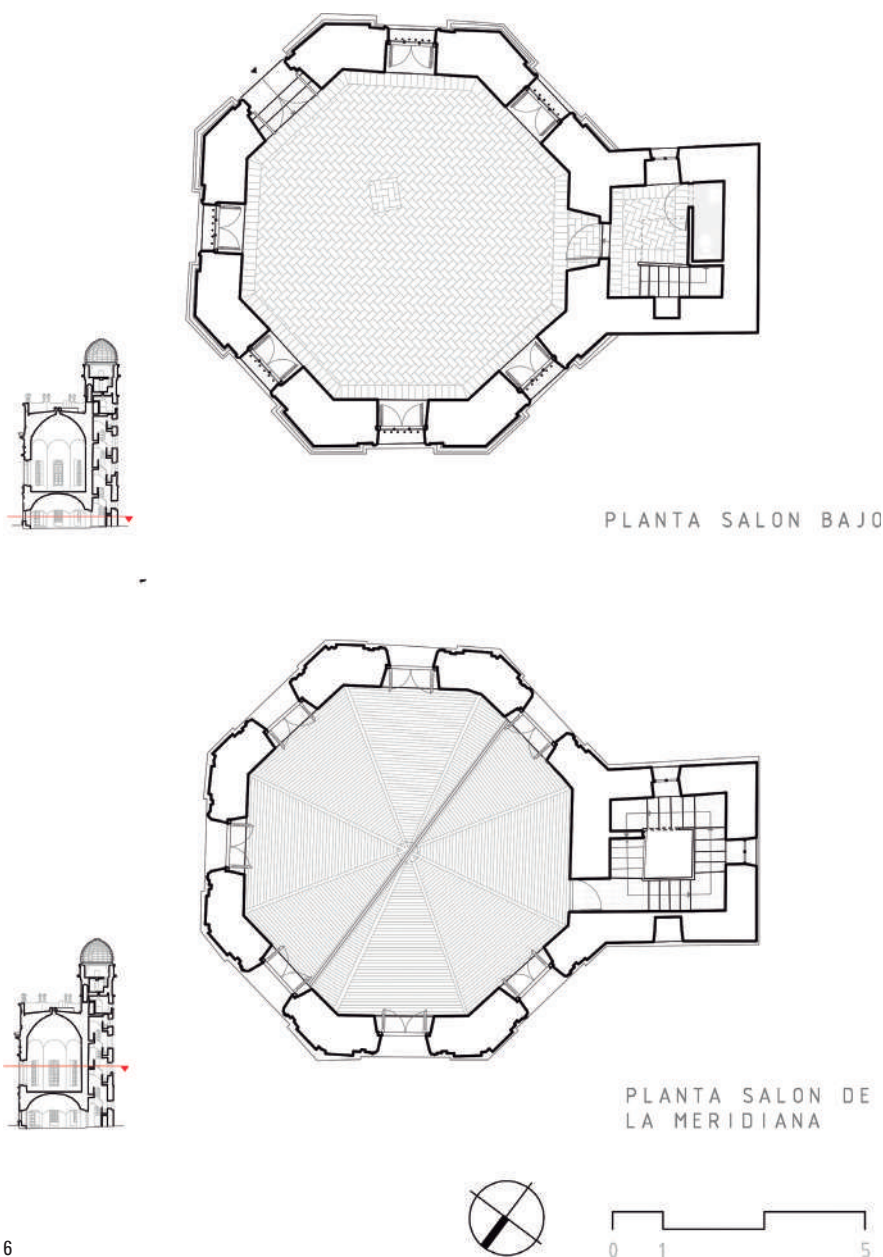
8. *Cuts from Bogotá's Astronomical Observatory. Results. Author's elaboration 2021*

reality, without idealizing at a level of detail not available in the previous plans.

The overall objective was the creation of a documentation consisting of planimetries of the observatory, in scale 1:50 in this first part (Fig. 6 floors; Fig. 7 facades; Fig. 8 cuts), and detailed plans combining photogrammetry and manual drawing in a second part (Fig. 13).

The restored planimetry is presented in orthogonal projection views, which not only represent the opportunity to express in true form the architectural device, and understand its functioning, but also creating the basic documentation for first and future hypotheses about its transformations (Florio et al., 2019). The four main floors (ground floor, meridian hall and roof), the 3 sections and façades are shown next in detail.

The first stage of digitisation was complemented by field work in which photography and surveys were carried out using on-site drawings and photogrammetry (Fig. 9), which allowed to perform some details of carpentry and ironwork, and which in general are shown in the plans in this first issue.



6

Discussion of the results

The restitution process described and presented here shows the need for a joint study between different disciplines to understand Bogotá's Astronomical Observatory as an architectural heritage, establishing its evolution and its historical, aesthetic, and functional particularities, among others, as part of the research led by Professor Antonio Amaya, related to the manuscript of the account book of the botanical expedition.

Comparative results with pre-existing surveys

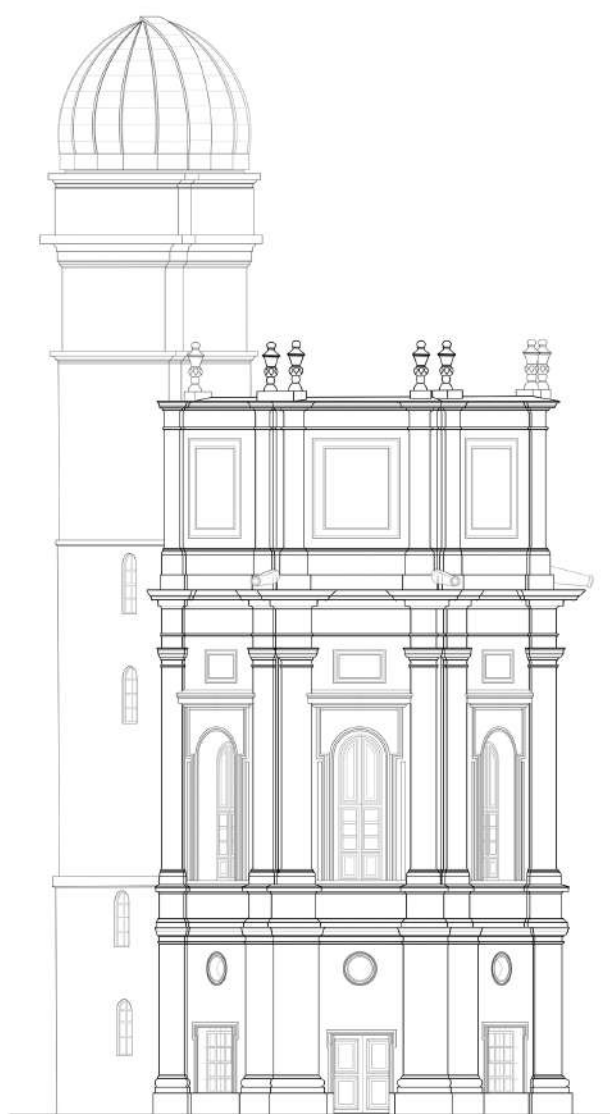
From the graphic background of existing surveys achieved at different times, we can compare the results of the accomplished survey, finding visible differences as indicated, among which,

completamente el componente geométrico aplicado en su tiempo y las soluciones constructivas adoptadas para lograrlo. El levantamiento produce también con rigor datos métricos generales como, por ejemplo, la altura de la torre (27.4 metros hasta la parte superior de la cúpula) que pueden permitir confrontaciones con realidades similares. (Chías et al., 2020).

La restitución gráfica después del levantamiento de datos métricos se desarrolla, a través de la fachadas, plantas y cortes necesarias para expresar la arquitectura.

La tecnología digital procura el modelo de información tridimensional por el cual es posible cortarlos infinitas veces, hasta cuando sea necesario. (di Filippo et al., 2021).

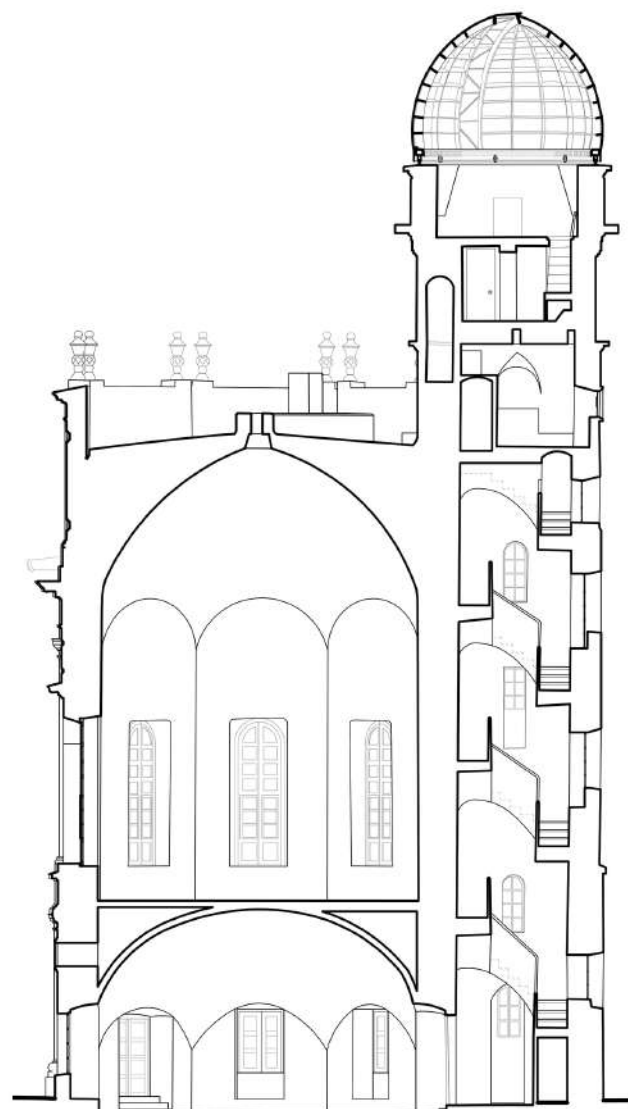
A partir de las imágenes láser escáner, se define el alcance de los planos generales y detalles, asimismo una metodología de digitalización que comienza con la identificación de la orientación del observatorio, las partes que componen el edificio (salón bajo, salón de la meridiana, cuarto del reloj, salón del astrónomo y el gabinete del telescopio), y los niveles. En este sentido se definen 2 volúmenes, el del observatorio con 3



FACHADA ESTE



7



SECCION B-B'



8

niveles y el volumen de las escaleras con los niveles intermedios definidos por los tramos de las escaleras, para un total de 8 plantas. Así mismo, se establece la orientación de los alzados estableciendo 7 del volumen principal del observatorio y 3 de la escalera, también se realizan 3 cortes uno longitudinal, otro transversal y uno que corta la torre de escaleras.

En el proceso de digitalización además de la definición de un sistema gráfico con espesores, tonos y relaciones de dibujo específicas, se determinan tipos de perfiles y elementos estilísticos que nos permiten entender la relación

de la arquitectura con conceptos teóricos y técnicos, entendiendo elementos de la arquitectura clásica como la definición de un basamento, un fuste, un remate, órdenes de las columnas, elementos como frisos cornisas, entre otros, para lo cual se contó con los manuales de la época (Fray Lorenzo de San Nicolas, 1796) y las descripciones como la realizada por Caldas (1808). Esto nos permitió entender la geometría y plasmarla de acuerdo con la realidad, sin idealizar, a un nivel de detalle con el que no se contaba en los planos antecedentes mencionados.

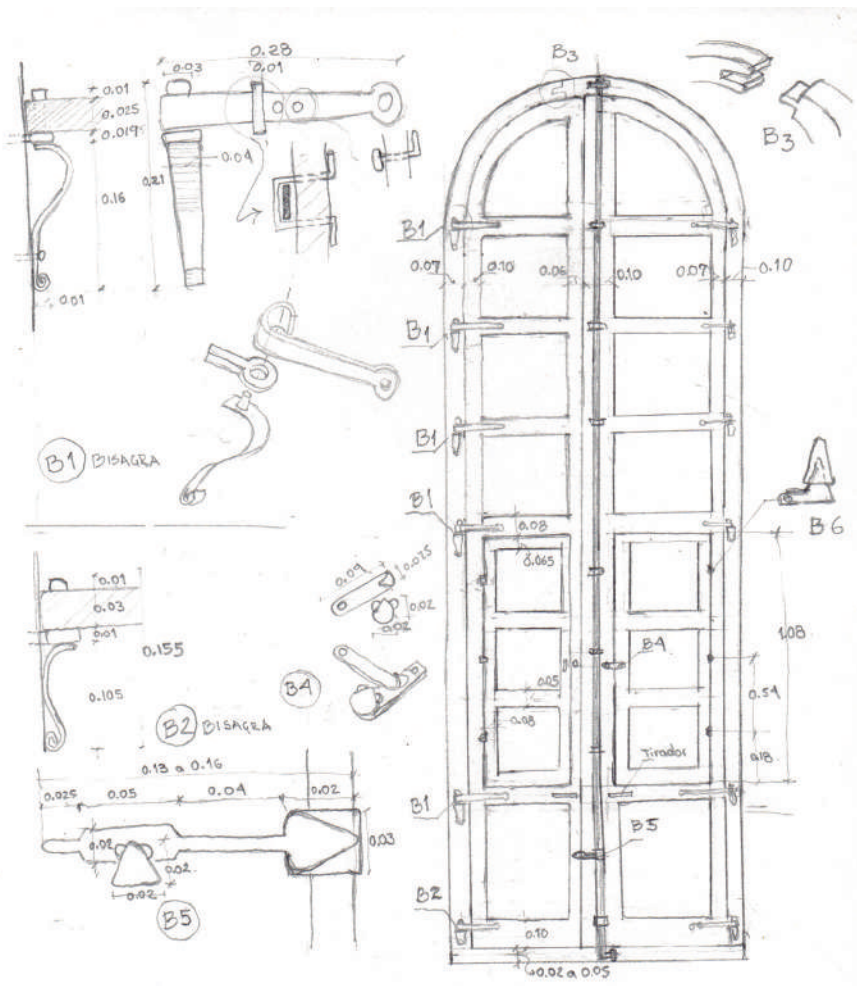
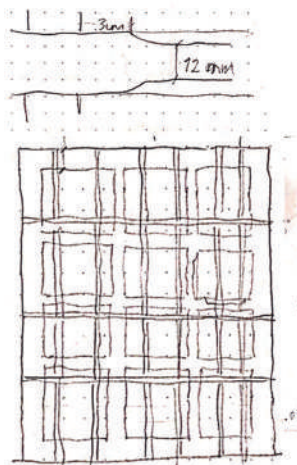
the real angles standing out as opposed to the orthogonality and geometric idealization, which is far from the reality of the existing work (Fig. 11).

Graphical reconstruction of missing elements, analysis and comparison of plans, and description of Caldas' ideal geometry

From the historical photos it is possible to make a graphic restitution of the façade before the mobile dome existed, as shown (Fig. 12).

Conclusion

The survey of Bogotá's observatory, which was necessary to begin to scientifically document



9

this highly original architecture, opens several extraordinary research opportunities. The reading and interpretation of its physical component suggests data on its history, uses, functioning, and transformations. To bring back each of its elements, with the adoption of various scales of graphic reduction, makes it possible to explore it, triggering questions about the conformity of the work with the historical information that narrates its manufacture, as well as the geometry that underlies many of the decisions made by its designer. ■

Notes

1 / The Capuchin friar, a mason's son, was a self-taught architect and master builder. It is very likely that he received his basic knowledge and guidance from his father. He later consulted and studied specialised works, including the art and use of architecture by Lorenzo de San Nicolás (c. 1596-1679), a friar of the Order of Augustinian Recollects.

2 / Francisco José de Caldas, "Descripción del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, situado en el Jardín de la Real Expedición Botánica", *Semanario del Nuevo Reino de Granada*, No. 7, Santafé 14 February 1808, pp. 56-58, quote p. 56, note 5.

3 / Preserved manuscript in the Archive of the Royal Botanical Garden-CSIC in Madrid, under reference number: AJB03_M_010_001_057. Access to the digitised copy of these documentary pieces has been possible thanks to the good

El objetivo general, es la creación de una documentación compuesta por planimetrías del Observatorio, en escala 1:50 en esta primera parte (Fig. 6 plantas; Fig. 7 fachadas; Fig. 8 cortes), y planos de detalle combinando la fotogrametría y el dibujo manual en una segunda parte (Fig. 13).

La planimetría restituída se presenta en vistas en proyección ortogonal, que no representan sólo la oportunidad de expresar en verdadera forma el dispositivo arquitectónico, y entender su funcionamiento, sino también creando la documentación básica para primeras y futuras hipótesis sobre sus transformaciones (Florío et al., 2019).

A continuación, se mostrarán en detalle las cuatro plantas principales: Salón bajo, Salón de la meridiana y cubierta) los 3 cortes y fachadas

Realizada una primera etapa de digitalización se complementa con un trabajo de campo en el que se contó con la fotografía y el levantamiento mediante dibujos en sitio y el uso de fotogrametría (Fig. 9), esto permitió realizar algunos detalles de carpinterías y herrajería y que se muestran de forma general en los planos de esta primera entrega.

Discusión de los resultados

El proceso de restitución que se describe y presenta, evidencia la necesidad de un estudio conjunto entre diferentes disciplinas que permite entender el Observatorio Astronómico de Bogotá como patrimonio arquitectónico, estableciendo en su evolución y sus particularidades históricas, estéticas, funcionales, entre otras como parte de la inves-



tigación liderada por el profesor Antonio Amaya, relacionada con el manuscrito del libro de cuentas de la expedición botánica.

Resultados comparativos con levantamientos preexistentes

A partir de los antecedentes gráficos de levantamientos existentes y elaborados en diferentes tiempos podemos comparar los resultados del levantamiento realizado, encontrando, como se indicó, diferencia visible, entre los que se destacan los ángulos reales a diferencia de la ortogonalidad e idealización geométrica que dista de la realidad de la obra existente. (Fig. 11)

La reconstrucción gráfica de los elementos desaparecidos, análisis y comparación de planos y descripción de caldas, geometrización ideal

A partir de las fotos históricas es posible hacer la restitución gráfica de la fachada antes de que existiera la cúpula móvil, como se muestra (Fig. 12).

Conclusión

El levantamiento del observatorio de Bogotá, que fue necesario realizar para comenzar a documentar científicamente esta arquitectura tan original, abre una serie de extraordinarias oportunidades de investigación. La lectura e interpretación de su componente físico sugiere datos sobre su historia, usos, funcionamiento, y transfor-

9. *Croquis de Registro de medidas. Elaboración propia 2021*

10. *Detalles de la Cúpula giratoria del Observatorio y el mecanismo de funcionamiento. Elaboración propia 2021*

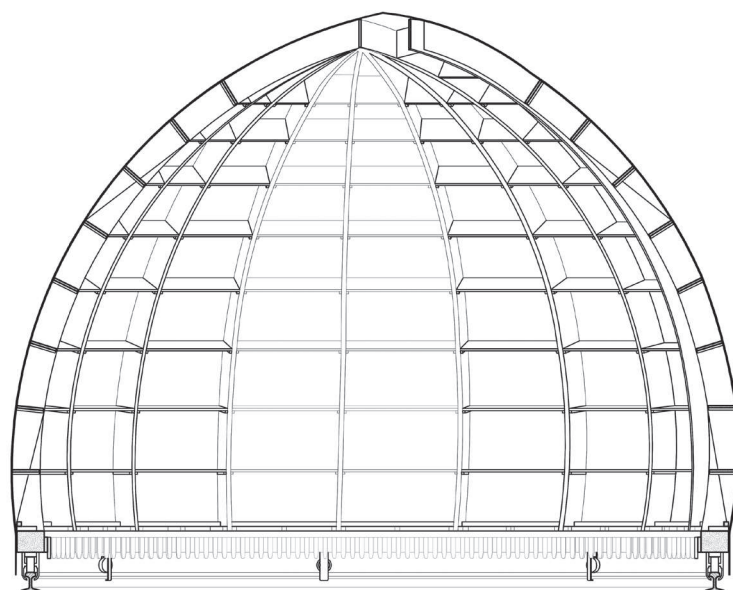
9. *Sketch of Measurement Register. Author's elaboration 2021*

10. *Details of the Observatory's rotating dome and operating mechanism. Author's elaboration 2021*

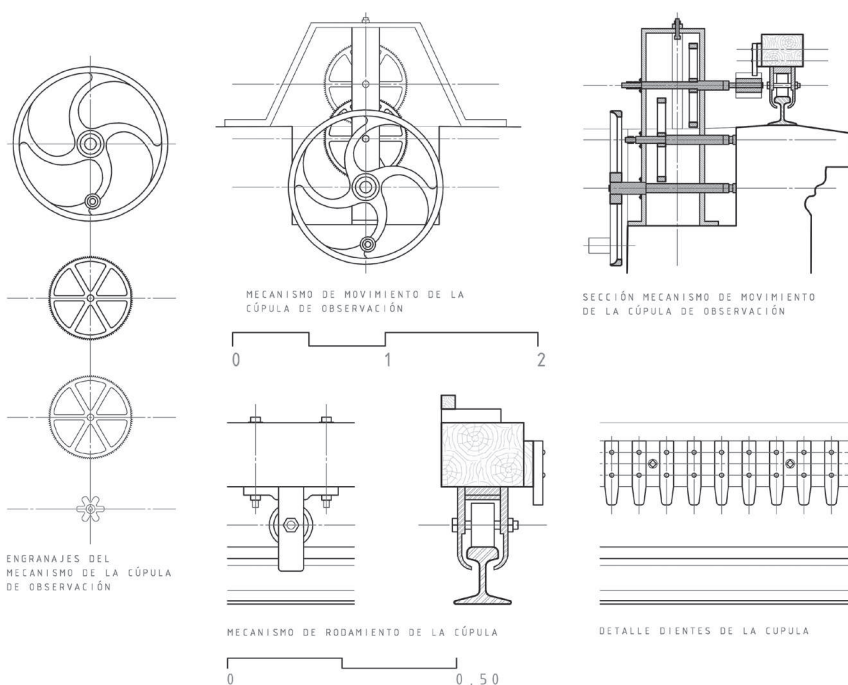
services of Ms Esther García Guillén, Curator of the Archive, through the communications of Ms Irene Fernández de Tejada de Garay, Archive Technician (18 and 19 May and 13 June 2017) and to Mr Abel Blanco Asenjo (23 January 2019), member of the Archive Unit. The transcription made by Professor Antonio Amaya has been shared for analysis and study.

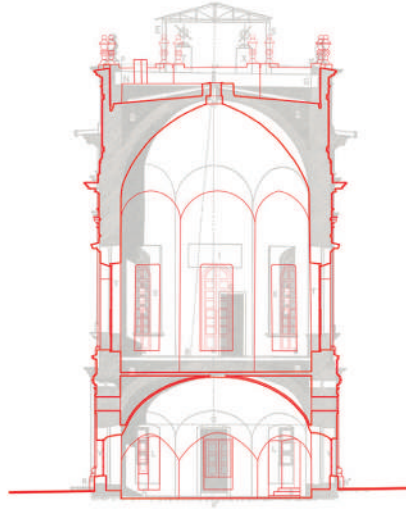
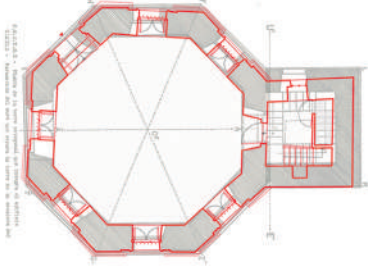
References

- ARIAS DE GREIFF, J. 1993. *La Astronomía en Colombia*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.



DETALLE DE LA CÚPULA DE OBSERVACIÓN





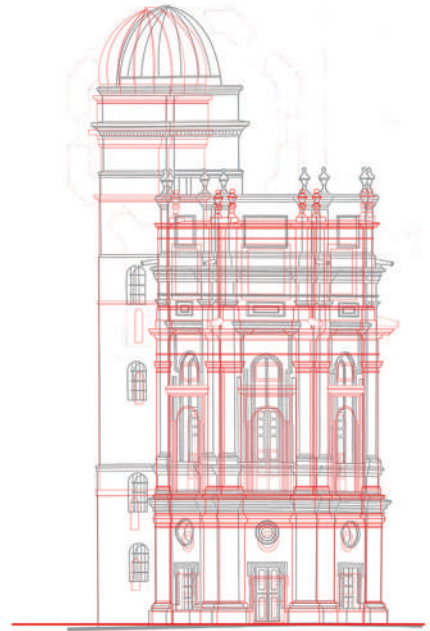
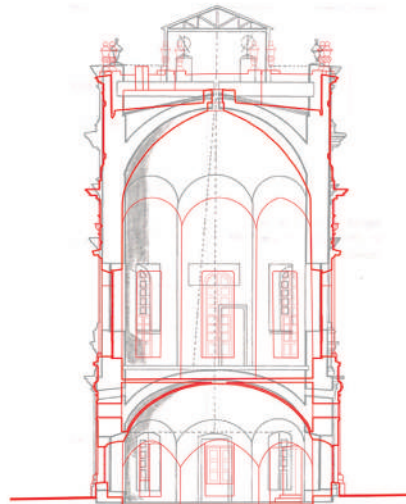
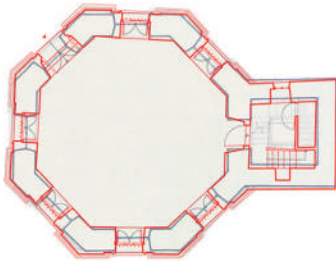
11. Comparación entre las planimetrías previas del Observatorio y el levantamiento realizado.

Elaboración propia 2021

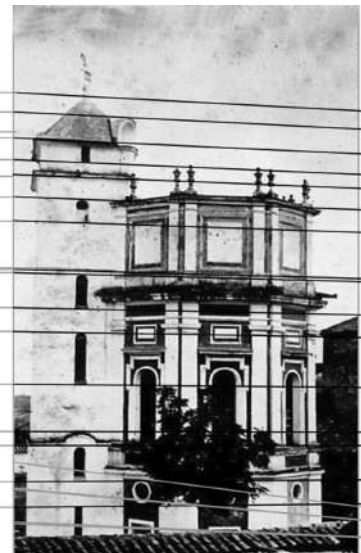
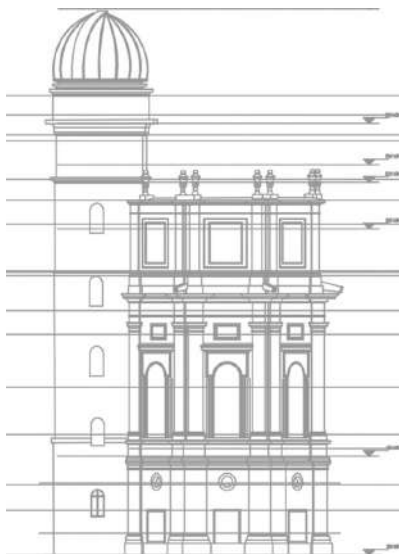
12. Reconstrucción de la torre del observatorio a partir de la fotografía. Restitución mediante el uso de imágenes históricas para poder reconstruir y elaborar comparativos con los resultados

11. Comparison between the previous planimetries of the Observatory and the survey carried out. Author's elaboración 2021

12. Reconstruction of the observatory tower from photography. Restitution using historical images to reconstruct and make comparisons with the results



11



12



maciones. Devolver cada uno de sus elementos, con la adopción de diversas escalas de reducción gráfica, permite explorarlo, desencadenando interrogantes sobre la conformidad de la obra respecto a la información histórica que narra su fabricación, así como la geometría que subyace en muchas de las decisiones tomadas por su diseñador. ■

Notas

1/ El fraile capuchino, hijo de albañil, era un arquitecto y maestro de obra autodidacta. Es muy probable que haya recibido de su padre los conocimientos y orientaciones fundamentales. Más tarde consultó y estudió obras especializadas, entre las que puede citarse el Arte y uso de arquitectura de Lorenzo de San Nicolás (c. 1596-1679), fraile de la Orden de Agustinos Recoletos.

2/ Francisco Joseph de Caldas, "Descripción del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, situado en el Jardín de la Real Expedición Botánica", *Semanario del Nuevo Reyno de Granada*, N.º 7, Santafé 14 de febrero de 1808, pp. 56-58, cita p. 56, nota 5.

3/ Manuscrito conservado en el Archivo del Real Jardín Botánico-CSIC de Madrid, bajo la signatura: AJB03_M_010_001_057. El acceso a la copia digitalizada de estas piezas documentales ha sido posible gracias a los buenos servicios de doña Esther García Guillén, Conservadora del Archivo, a través de las comunicaciones de doña Irene Fernández de Tejada de Garay, Técnico del Archivo (18 y 19 de mayo y 13 de junio de 2017) y de don Abel Blanco Asenjo (23 de enero de 2019), miembro de la Unidad de Archivo. Ha sido compartido para su estudio y análisis la transcripción realizada por el profesor Antonio Amaya.

Referencias

- ARIAS DE GREIFF, J. 1993. *La Astronomía en Colombia*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- CALDAS, F. (1808). *Descripción del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, situado en el Jardín de la Real Expedición Botánica*. Semanario del Nuevo Reyno de Granada.
- CIRILLO, V. y ZERLENGA, O., 2020. Entre arquitectura y geometría. Un ejemplo de escalera oval en la toba napolitana, *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(39), pp. 196-207.
- CUNDARI, C., 2015. *Il rilievo architettonico*. Roma: Aracne.
- CHÍAS NAVARRO, P. y ABAD BALBOA, T., 2020. Levantamiento y utilitas: Las funciones de los edificios históricos. La Botica del Monasterio de El Escorial», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(38), pp. 32-41.
- DOCCI, M., & Maestri, D., 2009. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Laterza.
- DI FILIPPO, A., FERREYRA, C., LESE-
RRI, M., (2021). Experiencias de representación digital mediante un levantamiento fotogramétrico 'revolucionario': la Iglesia de Santa Barbara en Santa Cruz de Mompo. En: La Representación del Patrimonio para su documentación. Leserri M, (comp.), Bari: Aesei, 41-52
- FIORILLO, F., BARBA, F., SANTORIELLO, A., DE VITA, C. B., y CASELLATO, A., 2013. 3D digitization and mapping of heritage monuments and comparison with historical drawings. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. II-5 W, 1.
- FLORIO, R., CATUOGNO, R., y DELLA CORTE, T., 2019. The interaction of knowledge as though field experimentation of the integrated survey. The case of Sacristy of Francesco Solimena in the church of San Paolo Maggiore in Naples. *Scires-IT Volume 9* (2), pp. 69-84.
- FRAY LORENZO DE SAN NICOLAS, 1796. *Arte y Uso de Arquitectura. Primera Parte*. D. Plácido Barco Lopez.
- GOMEZ S., OROZCO L., 2021. El levantamiento como reivindicación de la memoria documental. Caso de la iglesia San Antonio de Padua, Cereté, *Mimesis.jsad*, Vol.1 n.2, pp. 32-48.
- GUTIERREZ, R., VALLÍN, R., y PERFETTI, V., 1999. *Fray Domingo Petrés y su Obra Arquitectónica en Colombia* (El Ancora). Banco de la República.
- LONDOÑO, R., y ALESSANDRA, M., 2007. *Observatorio Astronómico de Bogotá, Pedes in terra ad sidera visum*. (Ediciones). Universidad de los Andes, Departamentos de Arquitectura, Programa de Jóvenes Investigadores.
- MANSERGAS SELLENS, O., 2024. La bóveda tabicada en el contexto del siglo XIX cubano: un análisis desde su origen y desarrollo en América Latina. *Mimesis. Jasd*, 3(2), 59-87.
- PERRAULT, C., 1761. *Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitruvio*. En la imprenta de D. Gabriel Ramirez, impresor de la Academia.
- RIVERA SORIANO, J. S. y MAYORGA, M. I., 2022. Línea de tiempo de la escuela de arquitectura», *Mimesis.jsad*, 1(2), pp. 45-61.
- SAN JOSÉ ALONSO, J. I., 2018 «Levantamiento, tecnología y documentación de la arquitectura», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(34) pp. 240-251.
- CALDAS, F. (1808). *Descripción del Observatorio Astronómico de Santafé de Bogotá, situado en el Jardín de la Real Expedición Botánica*. Semanario del Nuevo Reyno de Granada.
- CIRILLO, V. and ZERLENGA, O., 2020. Entre arquitectura y geometría. Un ejemplo de escalera oval en la toba napolitana, *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(39), pp. 196-207.
- CUNDARI, C., 2015. *Il rilievo architettonico*. Roma: Aracne.
- CHÍAS NAVARRO, P. and ABAD BALBOA, T., 2020. Levantamiento y utilitas: Las funciones de los edificios históricos. La Botica del Monasterio de El Escorial», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(38), pp. 32-41.
- DOCCI, M., & MAESTRI, D., 2009. *Manuale di rilevamento architettonico e urbano*. Roma-Bari: Laterza.
- DI FILIPPO, A., FERREYRA, C., LESE-
RRI, M., (2021). Experiencias de representación digital mediante un levantamiento fotogramétrico 'revolucionario': la Iglesia de Santa Barbara en Santa Cruz de Mompo. En: La Representación del Patrimonio para su documentación. Leserri M, (comp.), Bari: Aesei, 41-52
- FIORILLO, F., BARBA, F., SANTORIELLO, A., DE VITA, C. B., & CASELLATO, A., 2013. 3D digitization and mapping of heritage monuments and comparison with historical drawings. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. II-5 W, 1.
- FLORIO, R., CATUOGNO, R., & DELLA CORTE, T., 2019. The interaction of knowledge as though field experimentation of the integrated survey. The case of Sacristy of Francesco Solimena in the church of San Paolo Maggiore in Naples. *Scires-IT Volume 9* (2), pp. 69-84.
- FRAY LORENZO DE SAN NICOLAS, 1796. *Arte y Uso de Arquitectura. Primera Parte*. D. Plácido Barco Lopez.
- GOMEZ S., OROZCO L., 2021. El levantamiento como reivindicación de la memoria documental. Caso de la iglesia San Antonio de Padua, Cereté, *Mimesis.jsad*, Vol.1 n.2, pp. 32-48.
- GUTIERREZ, R., VALLÍN, R., & PERFETTI, V., 1999. *Fray Domingo Petrés y su Obra Arquitectónica en Colombia* (El Ancora). Banco de la República.
- LONDOÑO, R., & ALESSANDRA, M., 2007. *Observatorio Astronómico de Bogotá, Pedes in terra ad sidera visum*. (Ediciones). Universidad de los Andes, Departamentos de Arquitectura, Programa de Jóvenes Investigadores.
- MANSERGAS SELLENS, O., 2024. La bóveda tabicada en el contexto del siglo XIX cubano: un análisis desde su origen y desarrollo en América Latina. *Mimesis. Jasd*, 3(2), 59-87.
- PERRAULT, C., 1761. *Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitruvio*. En la imprenta de D. Gabriel Ramirez, impresor de la Academia.
- RIVERA SORIANO, J. S. and MAYORGA, M. I., 2022. Línea de tiempo de la escuela de arquitectura», *Mimesis.jsad*, 1(2), pp. 45-61.
- SAN JOSÉ ALONSO, J. I., 2018 «Levantamiento, tecnología y documentación de la arquitectura», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(34) pp. 240-251.