

Cartografía Temática de la Fachada de una Construcción Empleando Ortofotos

Prof. M.Eng. Mario R. Gardiol ¹

Acad. Luis Pertovt ²

Acad. Omar Cerelli ³

Universidad Nacional del Litoral - Depto. de Cartografía
Pasaje Suarez 2631 - 3000 - Santa Fe - Argentina

¹ ✉ mgardiol@hotmail.com

² ✉ lpertovt@fich1.unl.edu.ar

³ ✉ nanocerelli@yahoo.com.ar

| | |
|-----------------|---|
| Conteúdo | 1 Introducción 2 Objetivo y Materiales 3 Procedimiento 3.1 Levantamiento Topográfico 3.2 Levantamiento Fotográfico 3.3 Restitución Fotogramétrica 3.4 Generación de la Ortofoto 3.5 Cartografía de la Fachada 4 Análisis y Conclusiones 5 Bibliografía |
|-----------------|---|

Resumen: El objetivo del presente trabajo es presentar un método realizado por medio del empleo de ortofotos para obtener una cartografía temática de la fachada de una construcción perteneciente al Poder Judicial de la provincia de Santa Fe, Argentina, la cual próximamente será demolida, para ser presentado a la Comisión de Patrimonio Histórico-Arquitectónico de la Municipalidad de Santa Fe. Las fotografías fueron obtenidas con una cámara Nikon, posteriormente fueron procesadas con el software Photomodeler para obtener las ortofotos y finalmente con el software Microstation fue generada la cartografía. Se considera que los resultados obtenidos fueron adecuados para el objetivo inicialmente planteado.

Palabras Claves: Ortofoto, Cartografía Temática **Abstract:** The objective of paper is to present a method by means of the rectified photographs employment to obtain a thematic cartography of the facade of a construction belonging to the Judicial Power of the state of Santa Fe, Argentina, which soon will be demolished, to be presented to the Commission of Historical-architectural Patrimony of the Municipality of Santa Fe. The pictures were obtained with a Nikon camera, later on were processed with the software Photomodeler to obtain the orthophotos and finally with the software Microstation the cartography was generated. The obtained results are considered that they were adapted for the initially outlined objective.

Keywords: Orthophoto, Thematic Cartography

1 Introducción

El Estado de la provincia de Santa Fe, de manera idéntica al orden nacional, se organiza en base a tres poderes: Ejecutivo, Legislativo y Judicial. Todos tienen sede en la ciudad capital homónima. En el caso del Poder Judicial, además de su sede principal, posee dependencias en diferentes inmuebles distribuidos en el ejido urbano. Debido a las actividades que se realizan en la actualidad y a las características propias de las construcciones (que generalmente son de principios del siglo pasado), las mismas no son funcionales. Esta situación obligó a adaptar, modificar, demoler o construir de acuerdo a los requerimientos y a las disponibilidades económicas.

El Palacio de Justicia fue inaugurado en 1934 y ante el crecimiento de las dependencias jurisdiccionales, dicho edificio fue insuficiente para abastecer la demanda; por lo tanto, en la década del '70, el Gobierno de la Provincia de Santa Fe expropió el resto de la manzana que contaba con numerosas viviendas de antigua data con destino a la construcción de un anexo al edificio principal. Los avatares económicos y la falta de un proyecto, imposibilitaron la concreción del anexo, por lo que el Poder Judicial comenzó a utilizar las antiguas viviendas como oficinas, depósitos, talleres, jardín maternal, etc.

En el caso particular de la construcción ubicada en la calle 9 de Julio al 1534, la vivienda original fue construida a principios de siglo XX, siendo ésta del tipo "casa-vestíbulo", con una fachada ecléctica, con rasgos neoclásicos y algunos elementos neogóticos, que se manifiestan en molduras, tipo de aberturas, rejas, materiales, almohadillado, pilastras, etc. El paso del tiempo y la falta de mantenimiento provocaron la inestabilidad de los muros portantes, por lo que tras un informe técnico previo se decidió su demolición. La calidad compositiva de la fachada y su relativo buen estado, motivaron al Poder Judicial a encargar un relevamiento para poder documentar la misma, y remitir posteriormente la información a la Comisión Honoraria de Patrimonio Histórico-Arquitectónico de la Municipalidad de Santa Fe.



Figura 1: Fachada de la Construcción.

Ante esta situación, el Poder Judicial consideró adecuado realizar un convenio con la Universidad Nacional del Litoral (UNL), para que la cátedra de Fotogrametría II de la carrera de Licenciatura en Cartografía -perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH)- realice dicho trabajo. El mismo fue realizado como parte de las actividades propias de la cátedra.

2 Objetivo y Materiales

El objetivo del convenio era obtener la siguiente información:

- Relevamiento fotogramétrico de la fachada actual.
- Plano de arquitectura conteniendo detalles de la construcción original proyectada, las modificaciones al proyecto original en el momento de su construcción y, previo relevamiento, estado de la construcción actual, en formato digital, con detalle de las plantas, fachada, cortes transversales y longitudinales.
- Fotografías de la fachada y entorno de la misma.

Para la confección de los planos de arquitectura de la construcción original proyectada, sus modificaciones y su distribución actual, se establecieron contactos con la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU-UNL), quien designó a la cátedra de Historia I para la concreción de dicha tarea.

Los materiales y equipamiento empleados para el relevamiento fotogramétrico fueron los siguientes:

1. Cámara fotográfica NIKON (analógica) con lente de 50 mm y accesorios.
2. Nivel automático TOPCON AT-67 y accesorios.
3. Estación total PENTAX PCS-515 y accesorios.
4. Puntos de control artificiales y accesorios.
5. Cinta métrica y conos.

3 Procedimiento

3.1 Levantamiento Topográfico

Como primer paso fueron fijados y distribuidos en la propia fachada 28 puntos de control, los cuales serían utilizados para escalar y controlar el modelo fotogramétrico a obtener en la restitución. (Figura 2). Para relacionar los distintos puntos de control se definió un sistema de coordenadas locales y materializando los extremos de una base topográfica (localizada en la vereda de enfrente a la construcción), se colocó la estación total en cada uno de sus extremos y se realizaron las mediciones angulares correspondientes a cada uno de los puntos de control colocados en la fachada. También se realizaron mediciones auxiliares con una cinta métrica.

A partir de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico se calcularon las coordenadas X, Y, Z de los puntos de control mediante el software GEOD.

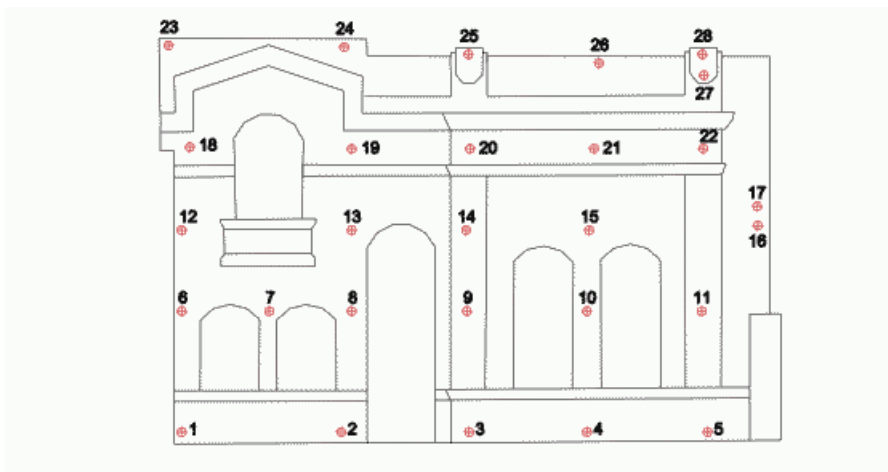


Figura 2: Distribución de los Puntos de Control.

3.2 Levantamiento Fotográfico

Inicialmente, se hizo un reconocimiento de la ubicación y análisis de las características arquitectónicas más importantes de la construcción. Esto permitió definir que las tomas fotográficas deberían realizarse en un día sábado entre las 14 a 17 hs., ya que en ese lapso, no se encontrarían obstáculos en el frente de la fachada y la iluminación natural de la misma sería la más adecuada. Además, considerando el entorno de la construcción, la distancia entre la cámara fotográfica y la propia construcción y la superficie de registro de la cámara fotográfica, se determinó que la fachada se dividiría en 4 áreas de cobertura fotográfica (A, B, C y D).

De cada una de las áreas, fueron realizadas 6 tomas fotográficas desde distintos ángulos y a una altura normal, generando un total de 24 fotografías de la fachada. Cada una de estas tenía una superposición con el área vecina.

Conjuntamente fueron realizadas 20 tomas fotográficas de las diferentes áreas desde una escalera y 9 tomas fotográficas con un sentido vertical, para realizar posteriores investigaciones en el desarrollo de la cátedra. Todas las tomas fotográficas fueron realizadas en un rollo de tipo diapositivas.

Tras revelar los rollos de diapositivas, estos fueron digitalizados en un scanner UMAX con una resolución de 1000 dpi, y por intermedio de los softwares Imaging y Paint fue verificado el tamaño de las imágenes de extensión JPG generadas en la digitalización.

3.3 Restitución Fotogramétrica

Ante todo, es fundamental conocer con exactitud los parámetros de calibración de la cámara empleada. Para determinarlo fueron realizadas 8 tomas fotográficas de una grilla y por medio del empleo del software Calibrator Camera (que conjuntamente con la grilla es provista por el software Photomodeler) se originó el archivo de calibración de la cámara. Para mayores aclaraciones respecto de este procedimiento se pueden referenciar a MARTINS et. al. (1998).

Al ingresar al software Photomodeler se generó un proyecto de restitución, al cual se importaron las fotografías digitalizadas. Abriendo 3 fotografías (una perpendicular y dos oblicuas de la misma área) y por medio de la herramienta de "marcación de puntos" se comenzaron a marcar los puntos de control y puntos arquitectónicos que aparecían en la fotografía de toma perpendicular. Luego, los mismos puntos marcados fueron referenciados a las dos fotografías restantes. Finalizada esta referenciación se procesó el proyecto de restitución.

Finalizado y aceptado el procesamiento de las primeras tres fotografías, se adicionaron otras 3 fotografías de la misma área y se referenciaron en las nuevas fotografías los puntos ya marcados. Posteriormente, se demarcaron nuevos puntos y se los referenciaron a las demás fotografías, para finalmente procesar el proyecto.

Este procedimiento fue aplicado en forma continua hasta demarcar todos los puntos de interés en todas las fotografías que pertenecían a las diferentes áreas del proyecto. Los puntos que representaban líneas arquitecturales fueron unidos por medio de líneas.

El próximo paso fue escalar y rotar el proyecto, para lo cual fueron ingresadas las coordenadas topográficas de 3 puntos de control

que fueron identificadas en el mismo.

Luego de observar y analizar el modelo en 3D generado, conjuntamente con la tabla de coordenadas X, Y, Z de los puntos restituidos (que provee el propio software), se hicieron correcciones de demarcación de los mismos en el modelo fotogramétrico, para mejorar la precisión global del proyecto. (Figura 3).

Mayores especificaciones sobre los pasos realizados en la restitución empleando el software Photomodeler, pueden ser observados en MARTINS (1997) y GARDIOL (2000).

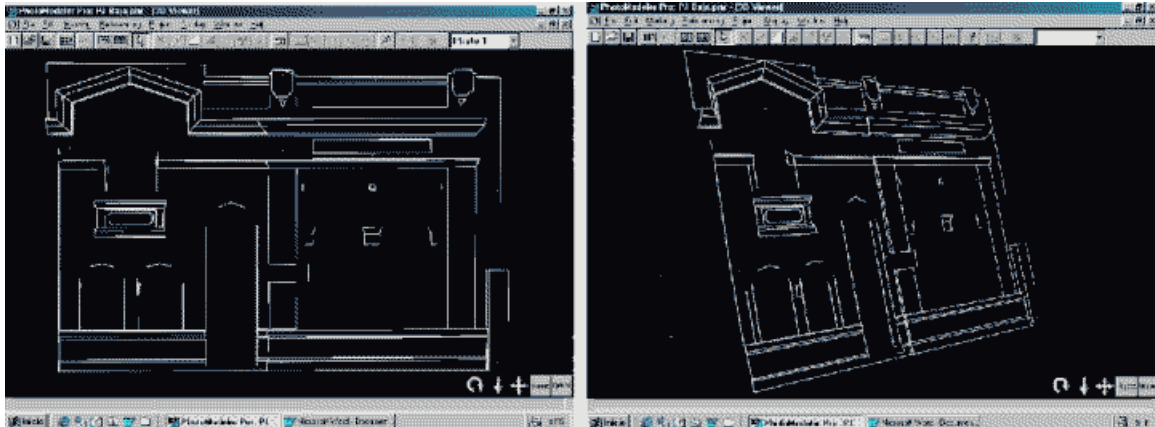


Figura 3: Modelo Fotogramétrico en 3D.

3.4 Generación de la Ortofoto

Para generar la ortofoto se trazaron superficies triangulares (por medio de la unión de distintos puntos restituidos) que cubrieron la totalidad de la fachada. Es necesario aclarar que para generar una correcta fotografía rectificada, dichas superficies triangulares deben acompañar de la mejor forma posible la superficie de la fachada.

Luego se seleccionaron aquellas superficies triangulares que cubrían el área definida para generar la ortofoto y se eligieron 3 puntos restituidos pertenecientes a un mismo plano y que a su vez hayan sido medidos topográficamente. El objetivo de la selección de los 3 puntos es establecer un plano de ortoproyección.

Finalmente, con la herramienta de "exportación de ortofoto", se seleccionó la fotografía que fue utilizada para producir la textura sobre las superficies anteriormente seleccionadas y se especificó la resolución de la misma. En total fueron generadas 4 ortofotos de aproximadamente 2000 x 1600 pixel.

3.5 Cartografía de la Fachada

Creado un archivo nuevo en el software MicroStation, fueron importados los puntos que se emplearon en la generación de los planos de ortoproyección. Luego se insertaron, se referenciaron y escalaron las ortofotos con los puntos anteriormente importados.

Definida la información arquitectural a cartografiar, se determinó en qué capa, qué tipo de color, diseño y espesor de línea serían empleados. Los elementos a cartografiar fueron los siguientes: líneas principales, detalles, aberturas y herrería. (Figura 4).

Finalmente, cada uno de los elementos fue interpretado y cartografiado en la pantalla de la computadora. Además de los elementos anteriormente presentados, fueron también cartografiadas las patologías presentes en la fachada, como ser: principales rajaduras, desprendimientos de revoque, áreas modificadas por acción antrópica y elementos fijados a la fachada. (Figura 5).



Figura 4: Cartografía de la Fachada.



Figura 5: Cartografía Patológica de la Fachada.

4 Análisis y Conclusiones

A pesar de la gran cobertura fotográfica, determinados detalles de la fachada (profundidades) no pudieron ser restituídos. Fundamentalmente esta situación fue producida por la presencia de sombras originadas por la propia fachada o elementos circundantes.

Al generar las ortofotos, se pensó la posibilidad de obtener una sola ortofoto que cubriera toda la superficie de la fachada. Sin embargo, esto no fue posible ya que no se poseía una fotografía frontal que cubriera toda la fachada. Esto determinó que se generaran 4 ortofotos basadas en las 4 fotografías perpendiculares tomadas en las correspondientes 4 áreas de cobertura fotográfica.

Un inconveniente que se presentó al momento de generar las ortofotos, fue que los sectores correspondientes a las cornisas no eran correctamente representados en su ubicación espacial. Esta situación era originada al seleccionar las superficies triangulares que representaban el fondo de la fachada y las correspondientes a las cornisas. Esto produjo la necesidad de generar una ortofoto exclusivamente con las cornisas.

Al realizar la cartografía no se pudieron documentar todos los detalles arquitectónicos, ya que al emplearse la cámara Nikon enfocada al infinito y debido a la distancia existente entre la cámara y la fachada, los mismos no eran nítidos.

Actualmente, la cátedra se encuentra trabajando en el análisis de la precisión de los datos obtenidos en la restitución fotogramétrica y la cartografía obtenida, con respecto al levantamiento topográfico y medidas auxiliares realizadas directamente sobre la fachada.

A pesar de los problemas encontrados y situaciones no resueltas de manera óptima, se considera que el producto obtenido puede ser empleado como un elemento de documentación. Cabe destacar que el plano de arquitectura de la fachada originalmente proyectada, presentaba características arquitectónicas muy diferentes con respecto a la que finalmente se construyó. Por esta razón, la cartografía de la fachada obtenida a partir de las ortofotos es la única documentación real de la fachada de la construcción actual.

5 Bibliografía

1. **DALLAS, R.:** *Architectural and Archaeological Photogrammetry*. In: ATKINSON, K., *Close range photogrammetry and machine vision*, Scotland, Whittles Publishing, 1996.
2. **SYSTEMS INC.:** *Photodeler Pro – user manual (version 3.0)*. 11. ed. Canada, 1997.
3. **GARDIOL, M.:** *Homogeneidade Geométrica entre Levantamentos Fotogramétricos Externos e Internos em Edificações*. Florianópolis, 2000. Trabalho de conclusão do curso - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
4. **GOMES, C. ; PRADO, W. ; ERWES H. ; KOATZ G.:** *Um Projeto Fotogramétrico no Brasil: a Utilização do Software PhotoModeler*. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Recife/Olinda, 1999, Anais, Recife/Olinda, 1999.
5. **MARTINS, J ; ZIMMERMANN, C. ; LOCH, C.:** *Calibração da Câmara Pentax PAMS 645 Utilizada em Trabalhos de Fotogrametria à Curta Distância*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TECNICO MULTIFINALITARIO, Florianópolis, 1998, Anais, Florianópolis, 1998.
6. **MARTINS, J.:** *A Fotogrametria Terrestre no Auxílio a Projetos de Recuperação do Patrimônio Histórico*. Florianópolis, 1997. Trabalho de conclusão do curso - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
7. **MONTI, C. ; GUERRA, F. ; BALLETTI, C. ; GALEAZZO, G.:** *The Survey of the Palazzo della Ragione in Padova*. In: CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM, Recife/Olinda, 1999, Anais, Recife/Olinda, 1999.
8. **WALDHÄUSL, P. ; PEIPE, J.:** *Control Information in Architectural Photogrammetry*. In: CIPA INTERNACIONAL SYMPOSIUM, Cracow, 1990, Anais, Cracow, 1992.