

Red Altimétrica como instrumento de formación y evaluación

C.E. Justo ^{1,2*}, **M.V. Calandra** ², **F. Rodríguez** ^{1,2}

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Departamento de
Agrimensura.

² UIDET GAMEFI

*claudio.justo@ing.unlp.edu.ar

Resumen

La realización de tareas altimétricas con la necesaria vinculación al nivel del mar en la zona del Gran La Plata se tornó difícil a principios de este siglo. Esto ocurría generalmente por la falta de información oficial actualizada. A raíz de esa situación en el año 2010 desde la cátedra de Cálculo de Compensación y gracias a la motivación de tres estudiantes se realizó un Trabajo Final de Carrera titulado "Control de Calidad de una Red Altimétrica Existente". En él se estudiaron con técnicas estadísticas las diferencias entre los valores oficiales de cotas con los de un relevamiento realizado en esa oportunidad. Se aprovechó para su desarrollo un sector de la red altimétrica existente en parte del casco urbano de La Plata. Esta etapa abarcó unas 500 has. Con posterioridad, en el año 2018 y con la posibilidad de contar con un becario, se realizó un trabajo similar con ménsulas existentes en el campus de la Facultad de Ingeniería. Finalmente, en el año 2022 con la participación de otros becarios se realizó una vinculación entre ambas redes. Todos los trabajos se realizaron mediante nivelación geométrica y con equipos digitales de la misma marca. A fines del mismo año se realizó el ajuste de todas las observaciones en una sola red. El resultado fue satisfactorio cuando se comparó la varianza kilométrica de la red con la respectiva varianza del fabricante mediante el estadístico Chi Cuadrado. Superado el ajuste estadístico, se decidió su publicación, poniendo la red a disposición de quienes pudieran emplearla para el uso académico e incluso para los profesionales que tuviesen interés en realizar sus propios estudios. Un resultado, no buscado, pero muy significativo fue el haber evaluado longitudinalmente el desempeño de nuestros estudiantes en la realización de este tipo de tareas topográficas durante un período que abarcó poco más de una década (2010-2022). Esta afirmación se debe a que las observaciones fueron realizadas en su totalidad por estudiantes de la carrera. Se encontró provechoso y conveniente continuar la realización de esta tarea, cuyos resultados, pueden integrarse a lo largo del tiempo en estudios longitudinales. Esta iniciativa mejoró la calidad y disponibilidad de la información altimétrica en la región, y brindó una valiosa experiencia práctica a los estudiantes, estableciendo una herramienta útil para futuras investigaciones académicas y profesionales. Actualmente se está trabajando en su ampliación.

Palabras Clave: Redes Altimétricas; Evaluación longitudinal; Becarios.

Introducción

Esta publicación se propone mostrar las implicancias académicas de un trabajo de altimetría en forma de red llevado a cabo por la cátedra de Cálculo de Compensación de la

Facultad de Ingeniería de la UNLP. Consiste en el procesamiento conjunto de observaciones realizadas a lo largo de más de una década. Los relevamientos comenzaron el año 2010 y tuvieron como objetivo evaluar la calidad de una red altimétrica existente constituida por ménsulas del IGN y del MOSP de la Provincia de Buenos Aires. Esta inquietud se originó por problemas reiterados a la hora de contar con referencias absolutas a la hora de realizar trabajos profesionales por parte de los agrimensores. Posteriormente en el año 2018 con la participación de un becario y alumnos voluntarios se realizó un relevamiento similar en el campus de la Facultad de Ingeniería (FI) donde existen ménsulas establecidas por la Provincia de Buenos Aires, pero carentes de información trazable. Finalmente entre los años 2022 y 2023 se realizó una vinculación de ambas redes, su ajuste conjunto y su publicación en la página de la Facultad para ponerla a disposición de la comunidad [1]. Actualmente se trabaja en la incorporación de tres ménsulas más. Están ubicadas en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Plaza Italia y la Estación La Plata del Ferrocarril General Roca. Las mediciones están hechas faltando su ajuste a la red general.

Materiales y métodos

Las marcas físicas de la red se encontraban materializadas desde distintas épocas por distintas instituciones públicas. Sin embargo no podía encontrarse información técnica sobre las campañas, o especificaciones bajo las cuales fueron establecidas. El método de medición empleado para este trabajo fue el de nivelación geométrica por alturas con mediciones simples, es decir, sin ida y vuelta [2]. El instrumental consistió en dos equipos digitales de la marca Sokkia. El primero facilitado por el Agrim. Mario Mémolli y el segundo perteneciente al Departamento de Agrimensura (FI). Las mediciones se hicieron en tres campañas (Figura 1) y fueron realizadas siempre por estudiantes. Luego de las campañas se realizó su ajuste por Mínimos Cuadrados Ponderados (MCP) en forma mínimamente condicionada. Una vez terminadas las tres campañas, y teniendo la continuidad espacial de mediciones, se realizó el ajuste total. El datum fue ubicado en el punto Nodal 101 de Alta Precisión ubicado en la Pza. Moreno de La Plata. Se empleó el software libre Octave aunque la organización de las mediciones se realizó en la hoja de cálculo de Google Docs. En cuanto a la participación de los estudiantes se contó tanto con voluntarios como con becarios. Hasta el día de hoy son 17 haciéndolo, tres de ellos, como becarios y los demás de forma voluntaria.

Resultados y discusión

Se obtuvieron resultados de diferente índole. El primero fue dar respuesta a una inquietud de carácter netamente técnico y profesional, que era la falta de disponibilidad de un marco altimétrico consistente y con descriptores de calidad. Esto se logró, al menos en un sector del Partido de La Plata, luego de realizado el Trabajo Final de Carrera. Con posterioridad y durante un período de algo más de un lustro fue muy difícil conseguir estudiantes para continuar con la tarea. Recién en el año 2018 con la incorporación de un becario para apoyo a la investigación y la colaboración de tres estudiantes se pudo realizar un trabajo similar en las ménsulas ubicadas en el campus de la Facultad de Ingeniería (Figura 1). Además de las becas, la actualización del plan de estudio permitió a los estudiantes acreditar avances en su carrera mediante la participación en diversas actividades. En 2018 se incorporó la Actividad de Formación Complementaria, lo que propició esta circunstancia. Después de la pandemia, con la implementación de las becas Belgrano (desde 2022 hasta la actualidad), se permitió la incorporación de más estudiantes. La relativa continuidad de los últimos años, junto con la difusión de la Facultad de Ingeniería a través de las redes sociales, ha generado un creciente interés en la participación por parte del estudiantado. Contar con un marco de

referencia altimétrico brinda a los demás docentes de la carrera de Ingeniería en Agrimensura un apoyo necesario para las tareas de cátedra tanto de docencia como investigación y transferencia[8]. Además, contribuye al Departamento de Ciencias Básicas, donde esta cátedra participa en dos UIDET (Unidades de Investigación, Desarrollo y Transferencia), GAMEFI e IMAPEC, realizando trabajos de articulación e investigación que hacen uso de la red altimétrica [3][4][5][6][7]. Finalmente, tras realizar los primeros ajustes, surgió como resultado no planificado la posibilidad de evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la ejecución de la nivelación geométrica topográfica durante ese período. Y, por supuesto, la posibilidad de continuar haciéndolo en el futuro. Los resultados de los relevamientos y de los ajustes pueden encontrarse en la hoja de cálculo cuyo link se encuentran disponibles en la página de la cátedra[1].

De la Tabla 1 se obtienen los desniveles medidos y ajustados. Al disponer de las mediciones originales el interesado puede practicar otra estrategia de cálculo

Figura 1. Sector de la zona de La Plata que abarca la red en la actualidad. Sectores por campañas: **1ra Etapa:** año 2010. **2da Etapa:** año 2018; **3ra Etapa:** año 2022/23. **4ta. Etapa:** año 2024 en avance.

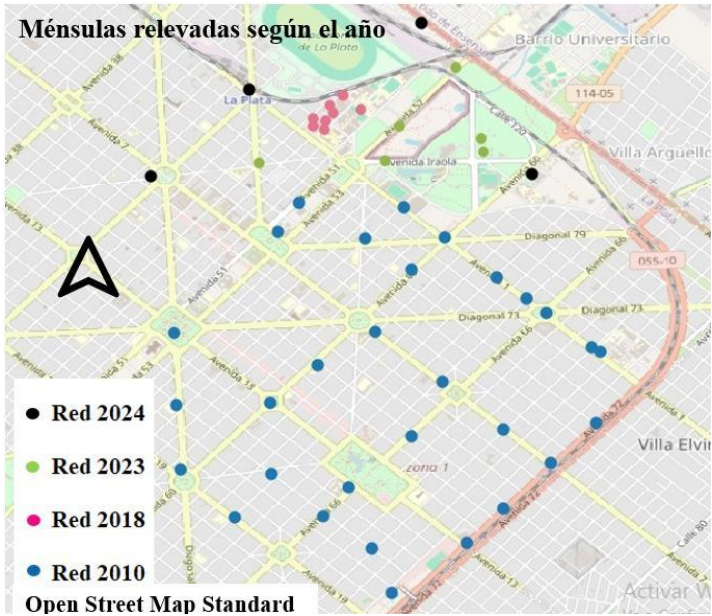


Tabla 1. Tramos medidos con sus valores de campo, ajustados, y residuos.

TRAMO	DH MEDIDO(m)	DH AJUSTADO(m)	DESV EST. DH(m)	RESIDUO BRUTO(m)	DESV EST. RES(m)	RESIDUO ESTUD.
NODAL 101 - G 102	-1,0450	-1,0448	0,0015	0,0002	0,0005	0,45058
G 102 - G 114	-1,2000	-1,1997	0,0016	0,0003	0,0006	0,45058
G 114 - G 133	5,5510	5,5513	0,0015	0,0003	0,0005	0,57515
G 133 - G 132	1,8820	1,8822	0,0013	0,0002	0,0004	0,57515

En la Tabla 2 están los resultados del ajuste.

Tabla 2. Cotas establecidas con su respectiva desviación estándar.

MENSU LA	Cota(m)	Desv Est. Cota(m)	Ubicación
G102	15,781	0,001	16 e/ 56 y 57
G114	14,581	0,002	Diag.74 y Pza. Yrigoyen
G133	20,133	0,002	Av.19 y 63
G132	22,015	0,003	Av.13 y 63

Conclusiones

El trabajo que se está llevando a cabo materializa un marco altimétrico consistente en un sector del Partido de La Plata. Fortalece además la integración entre la docencia y la investigación aplicada en la Facultad de Ingeniería. La participación de estudiantes, tanto becarios como voluntarios, es fundamental para el sostenimiento del proyecto. Por eso es importante desde lo institucional que se sostengan y/o incrementen los programas de promoción de becarios. Por lo expuesto las tareas realizadas convierten actividades de cátedra en recursos académicos y profesionales. Sumado a ello se ven evaluados longitudinal o temporalmente los procesos de enseñanza aprendizaje que se requirieron para su realización.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a los estudiantes: Ing.Agrim. Santiago Louge, Agrim. Ing.Agrim. Ignacio Astorga, Ing.Agrim. Maximiliano Lucangioli, Ing. Agrim. Franco Rodríguez, Ing.Agrim. Franco Loria, Ing. Agrim. Renzo Guionet, Ing. Agrim. Facundo Dubini, y a quienes hoy estudian la carrera: Daniela Luengo, Franco Fuggini, Lucio Jaime, Nicolás Zarza, Martín Rodríguez, Esteban Godoy, Camila Schefino, Nahir Vivas y Pedro A. Lacanette.

Referencias

- [1]Justo C.E. https://www1.ing.unlp.edu.ar/catedras/G0408/Repositoriodeenlaceshttps://docs.google.com/spreadsheets/d/1-LUpQBNmxRK2lnlh9BMO1QZ_6HPALXeg/edit?usp=share_link&ouid=115061986130567786197&rtmpof=true&sd=true (ENLACE CADUCO)
- [2]P. Wolf and C.D.Ghilani ,2018. Topografía, Alfaomega. Grupo Editor,pp.972
- [3]Justo Claudio y Costa Viviana. 2023. Resolución de problemas altimétricos mediante articulación entre cátedras en distintas áreas. Editorial Artemis. DOI: 10.37572/EdArt_2402237438, pp. <https://www.editoraartemis.com.br/artigo/33179/>
- [4]Justo.C.E. y Pintarelli M.B. 2021. Análisis en los residuos de redes altimétricas mínimamente condicionadas. pp. 1-7. ISSN: 2346-1055 - Revista de Topografía AZIMUT.
- [5] Costa V. A. y Justo C. E. 2015. El Álgebra Lineal en la Resolución de Problemas Altimétricos de Topografía. Universidad Tecnológica Nacional. XIX Encuentro Nacional, VII Internacional.
- [6]Justo,C.E. y Calandra M.V. 2021. EVALUATION OF ROBUST LINEAR REGRESSION METHODS FOR THE MEASUREMENT OF A TOPOGRAPHIC ALTIMETRIC NETWORK. pp.30-39. ISSN: 2394-2630 - Journal of Scientific and Engineering Research
- [7]Justo,C.E y Calandra,M.V. Evaluación de técnicas estadísticas para la actualización de

[Escriba texto]

redes altimétricas topográficas. 7° Congreso Argentino de Ingeniería y 13° Congreso Argentino de Enseñanza de Ingeniería (CADI-CAEDI 2024) .

[8]Justo C.E. y Romano R.J. Aplicación del modelo de elevaciones Geoide-ar a desniveles geodésicos y su comparación con desniveles geométricos.ISBN: 978-950-34-2256-4. 7° Jornadas ITEE 2023 Facultad de Ingeniería UNLP.

[Escriba texto]