

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

# **GEODESIA II**

## **Informe - Viaje de estudio**

**Profesora: Neuman, Karina**

**Asistente: Bongiovanni, Ariel**

**Ayudante: Pischel, Diana**

**Alumnos:**

**Barrera, Alejandra; Champredonde, Agustín Alejandro; Dei Cas, Francisco;  
García, Carolina; González Suarez, Luciano; Orellano, Florencia Agustina ;  
Petalanda, Cristian Daniel; Rodríguez Gallego, Martín Nicolas; Santini,  
Marcelo José; Soulé, Rocio; Vera, Ana Clara.**



**2019**

La cátedra de Geodesia de la carrera Agrimensura, al finalizar el 2° cuatrimestre realiza un viaje de estudio para recorrer distintos organismos ubicados en las ciudades de La Plata y Capital Federal. Otorgando de esta manera la posibilidad de conocer y seguir aprendiendo sobre los temas desarrollados durante todo el cuatrimestre.

Las visitas transcurrieron los días 14 y 15 de noviembre del 2019. Acompañó al grupo el docente Agrim. Ariel Bongiovanni.

A continuación, se desarrolla en forma detallada y ordenadas cronológicamente las actividades realizadas en cada organismo al que se asistió, mencionando sector visitado y tarea que realiza cada uno de ellos.

## INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN)



Es el organismo líder en la producción y difusión de conocimiento e información geográfica de la República Argentina.

Objetivos Estratégicos:

- ✓ Producir y promover la generación de conocimiento e información geográfica precisa, oportuna y concisa, imprescindible para el desarrollo integral del país.
- ✓ Entender en la representación oficial del territorio nacional y en la elaboración de los marcos normativos para su realización y fiscalización.
- ✓ Promover la difusión de conocimiento y publicar información geográfica en diferentes formatos de manera tal que sea accesible en forma oportuna para la toma de decisiones, como así también para toda la ciudadanía.
- ✓ Fortalecer la capacidad de gestión para garantizar el cumplimiento de la misión institucional.

Las actividades realizadas en este organismo comenzaron a las 10:00hs y finalizaron a las 13:00hs. Quien estuvo a cargo de la dirección del recorrido informativo fue el Agrim. Rubén Ramos.

Como primer punto se observó una maqueta a escala de la *torre de triangulación (Fig 1.)*, la cual se utilizaba antiguamente en las campañas de triangulación ya que permitía salvar la curvatura terrestre, teniendo en cuenta que, a mayor distancia, mayor altura de la torre. Esta se utilizaba para mediciones nocturnas, en donde se ubicaba el teodolito sobre el centro del pilar, el operario se paraba en la torre exterior para no afectar por movimientos al instrumental y se determinaban los ángulos mediante el método de observación angular de Schreiber.

### Museo Geográfico

Aquí se pudo apreciar el instrumental utilizado desde comienzo de la Agrimensura, por ejemplo: reloj de cristal de cuarzo (Fig. 2), distanciómetro (Fig. 3), esfera celeste Farhugar (Fig. 4), etc. En la esfera se observaron las constelaciones y el sistema de coordenadas celestes utilizados en el posicionamiento astronómico.



Figura 1: Torre de triangulación. Maqueta



Figura 2: Reloj a cristal de cuarzo.  
General radio N° 3063



Figura 3: Distanciómetro TELLUROMETER.  
Modelo MRA 101



Figura 4: Esfera celeste Farquhar. Año 1963.



Figura 5: Estereorestituidor. Carl Zeiss Planicom C 100 N°134422a



Figura 6: Nivel taquímetro



Figura 7: Fototeodolito Wild N°137

### Gabinete fotogramétrico

Se realizó una práctica de Digitalización de imágenes fotogramétricas (Fig. 8) a partir de una base cartográfica utilizando un topo-mouse, ubicando coordenadas X, Y y Z a partir de puntos, líneas y polígonos con diferentes simbologías. Previo al uso del topo-mouse se manipularon manivelas, lo que hacía el trabajo más dificultoso.

### Dirección de Sensores Remotos

En este espacio, a partir de la Fotogrametría, se crean las cartas de líneas o Cartas Topográficas dando como resultado *Cartografía de imagen*. Para ello se utiliza un sensor a bordo de un satélite (LANDSAT) con una resolución de 30m, dichas imágenes deberán ser georreferenciadas y corregidas geométrica y radiométricamente. Aquí pudimos observar los “Atlas”, obtenidos a partir de la combinación de imagen satelital y carta topográfica.



Figura 8: Alumna utilizando un topo-mousse.

### Dirección de Cartografía

En este sector se realiza la edición cartográfica y se aplica simbología. Se observó diferente cartografía de distintas regiones y en diversas escalas, apreciando el detalle de cada una de ellas.

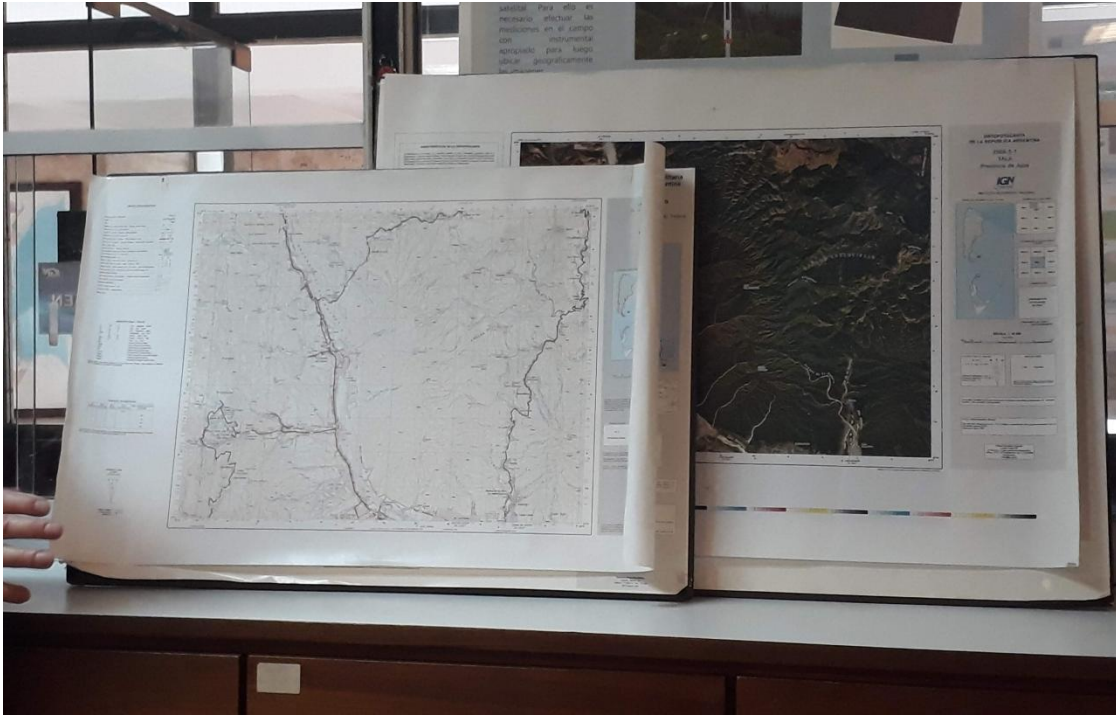


Figura 9: Productos cartográficos.



Figura 10: Variedad de productos para comercialización.

Se divide en tres partes:

- ✓ Marco Geocéntrico – Planimétrico.
- ✓ Marco Altimétrico (GEOIDE.AR)
- ✓ Marco Gravimétrico.

Es posible, mediante la página del IGN ( <https://www.ign.gob.ar/> ) utilizar las herramientas de búsqueda y descargar la información necesaria.

### **Dirección de Información Geoespacial**

Departamento de verificación y publicación al geoportal. En el geoportal se puede obtener la siguiente información:

- ✓ Perfiles Topográficos.
- ✓ Capas SIG (Sistema de Información Geográfico).
- ✓ Atlas de cartografía.
- ✓ Catálogo de objetos, los cuales se clasifican según diferentes atributos.

Por último, se puede obtener mediante la coordinación de Geocarto, Geodesia y Fotogrametría una base de datos creando Metadatos (datos sobre datos), los cuales pueden ser utilizados para la producción de documentos cartográficos, publicaciones especiales, aplicaciones de mapas navegables en la web, etc.



Figura 11: Cátedra de Geodesia II–2019 de la UNS junto al Agrim. Rubén Ramos.

### Observatorio

La construcción del Observatorio fue ordenada por un decreto del fundador de La Plata y luego gobernador de la provincia de Buenos Aires, Dardo Rocha, el 7 de mayo de 1881. En ese decreto, el Departamento de Ingeniería hace los planos y el presupuesto para varios edificios públicos, incluyendo al observatorio. Su construcción se inició en noviembre de 1883, un año luego de que el Observatorio Astronómico de París enviara instrumentos astronómicos a la ciudad de Bragado, Buenos Aires, para observar el tránsito de Venus por delante del Sol. Estos instrumentos fueron comprados por la Provincia de Bs. As. para observar el evento.

La actividad realizada en este organismo comenzó a las 20:00hs y finalizó a las 22:00hs. La dirección de la visita estuvo a cargo del estudiante de Geofísica Abelardo Romero, quien aportó los datos históricos de las instalaciones del sitio, comenzando por la biblioteca y continuando hasta llegar a la edificación en la que se encuentra el telescopio, donde se funciona el Museo de Astronomía y Geofísica. Una vez en el lugar, se observaron varios instrumentales antiguos, cuyo funcionamiento fue especificado por el estudiante a cargo del recorrido. De forma simultánea, Juliana Paula Godoy, estudiante de Astronomía quien también dirige las visitas, preparó la orientación y bisección del telescopio. Dada las condiciones, decidió observar a Saturno, y una vez bisectado, procedieron a encender los motores que permiten emular la rotación de la Tierra, logrando que el instrumento realice un seguimiento automático. De esta forma, todos los alumnos lograron ver a través del telescopio el planeta mencionado. El mismo es un telescopio refractor Gran Ecuatorial Gautier, el cual fue comprado por autorización del Poder Ejecutivo de la Provincia, el 4 de Mayo de 1887. Siguiendo lo aconsejado por el Almirante Mouchez, Director del Observatorio de París, su construcción fue encomendada a P. Gautier quien la comenzó inmediatamente de recibir la orden. A su debido tiempo se lo terminó, siendo recibido en La Plata, en 1894.



Figura 12: Alumnos durante la visita por el museo.





Figura 13: Telescopio Ecuatorial.



Figura 14: Imagen de Saturno tomada desde el telescopio ecuatorial.



La actividad realizada en este organismo comenzó a las 9:30hs y finalizó a las 12:30hs. Quien se encargó de la dirección de la charla informativa, fue la Agrim. Lourdes Pagoda.

### ***Departamento de georreferenciación***

ARBA es el organismo estatal encargado del visado, aprobación y registración de las distintas mensuras particulares que los agrimensores realizan sobre los bienes inmuebles ubicados dentro del territorio provincial. Su finalidad principal es el cobro de los impuestos, por eso es importante que las parcelas estén perfectamente identificadas y ubicadas.

Para el caso de las parcelas rurales la normativa vigente establece que éstas deben estar georreferenciadas, entendiéndose por georreferenciación a la asignación de coordenadas a un punto vinculado al terreno respecto de algún sistema de referencia rígidamente unido a la Tierra. Con esto se busca darle coordenadas únicas a todas las parcelas involucradas en la disposición 384/2009.

La disposición establece la exigencia de la vinculación de las mensuras rurales a la red Geodésica de Alta Precisión de la Provincia de Buenos Aires (RED GEOBA), en todo el ámbito de la provincia. Siendo la aplicación de esta a toda parcela zonificada como área complementaria o rural en la respectiva Ordenanza Municipal, que no posea designación Catastral de manzana, y su superficie sea igual o superior a una hectárea. También se incluyen a todas las mensuras de carácter público o privado, para constitución de servidumbres y/o expropiaciones tanto sea para ductos en general, obras viales de la Dirección de Vialidad, obras lineales, y/o para obras de la Dirección de Hidráulica y de la Autoridad del Agua.

Para ello, se debe tener en cuenta en el desarrollo del trabajo que mientras más puntos de paso se utilicen más se degrada la precisión del trabajo. Mientras que la reglamentación establece una tolerancia máxima admisible de treinta (30) cm en cada coordenada (Latitud, Longitud) del vértice de la parcela a mensurar o de la base de vinculación y en diez (10) cm la tolerancia máxima admisible en cada una de las coordenadas (Latitud, Longitud) del Punto de Paso. Como resultado final, el polígono envolvente georreferenciado debe ser una polilínea cerrada y en cota cero.

### **Vinculación de las mensuras:**

Para tener orientada la parcela mensurada es necesario obtener las coordenadas de dos vértices de la misma o un vértice y otro punto cualesquiera que permita dar el acimut. Uno de los vértices se vinculará a la red, mientras que el segundo o el punto de acimut serán medidos en forma relativa al vértice vinculado a la red, teniendo en cuenta que solo en el caso que el segundo punto se encuentre a una distancia menor o igual a 5 km se podrá obtener sus coordenadas por radiación. Uno de los puntos de la base debe ser un vértice de la parcela y el otro puede ser un mojón de la red o una estación permanente, y el vector corto en lo posible debe ser colocado en el lado más largo de la parcela y cruzado, si no es un vértice colocarlo lo más cerca posible.

El procesamiento de la vinculación se deberá realizar de forma que los tiempos de medición establecidos deberán permitir obtener tres soluciones para cada punto, una de ellas procesando todo el intervalo de medición y otras dos dividiendo el intervalo de medición por

la mitad. Las tres soluciones deberán estar comprendidas dentro de la tolerancia exigida, las diferencias entre las coordenadas horizontales de dos soluciones no pueden superar los 30 cm. En tal caso, se adoptará como solución final según los parámetros de observación la que resulte del procesamiento de todo el intervalo. Una vez adoptadas las coordenadas del punto vinculado, las mismas se considerarán fijas para el procesamiento del vector punto de acimut.

El visado de esta labor está a cargo del Departamento de Georreferenciación, dependiente de ARBA, y este controlará la correcta ejecución del proceso de medición y cálculo de la vinculación. Una vez recibida la copia del plano de mensura, el croquis con la vinculación efectuada y el correspondiente soporte magnético con los datos de las observaciones realizará el control y verificación de los siguientes datos:

- Marca y modelo del aparato utilizado y si el mismo está convalidado para la tarea.
- PDOP existente en el momento de la observación.
- Duración de la observación.
- Coordenadas geodésicas obtenidas.
- Parámetros estadísticos indicadores de la precisión.

Comenzó dando algunas observaciones sobre las leyes vigentes en su área de estudio, contestando preguntas y despejando las dudas que el alumnado tenía sobre las mismas. Luego, procedió a exhibir planos reales con sus respectivas observaciones, brindando detalles de cómo debe ser una correcta presentación y consejos para la confección del dibujo.



Figura 15: Departamento de Georreferenciación, análisis de expedientes.



Figura 16: Departamento de Georreferenciación.

## OBSERVATORIO ARGENTINO - ALEMÁN DE GEODESIA (AGGO)



El Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO) surge de una iniciativa conjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la Argentina y de la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie - BKG) de Alemania.

AGGO tiene la misión de medir con altísima confiabilidad, registrar a largo plazo y poner a disposición de la comunidad científica internacional, una variedad de señales geodésicas necesarias para entender los procesos de deformación de la tierra sólida, de la superficie de los océanos y de los grandes campos de hielo; las variaciones espaciales y temporales del campo de gravedad del Planeta; las irregularidades de la rotación de la Tierra en el espacio; la forma en que el agua cicla entre la atmósfera, los ríos, los mares y la biomasa; y otra variedad de procesos geodinámicas y de cambio global que afectan al 'Sistema Tierra'.

Determina los parámetros de la tierra en el espacio respecto a diferentes cuásares.

El Observatorio utiliza la combinación de varias técnicas, las cuales fueron explicadas durante la visita, las actividades realizadas en este organismo comenzaron a las 14:30 y finalizaron a las 17:00hs. Quien estuvo a cargo del recorrido informativo de las instalaciones fue Federico Salguero, quien comenzó haciendo una introducción acerca de **Global Navigation Satellite Systems – GNSS** (Sistemas Satelitales de Navegación Global).

GNSS es un sistema compuesto de 20 a 30 satélites orbitando la Tierra en diferentes planos, de manera que en cualquier punto de la Tierra por lo menos 4 satélites sean visibles por sobre el horizonte. Un receptor puede medir los momentos de llegada de las señales satelitales. Con la información de la posición de los satélites y los diferentes momentos de la llegada de las señales satelitales individuales, el receptor puede calcular su posición. En Geodesia se construyen monolitos para la instalación u operación permanente de un receptor, formando redes geodésicas. En la Argentina se encuentra la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo).

Seguido, se mostró la habitación en la cual se encuentran los **Relojes Atómicos**. La medición más exacta conocida por la humanidad es la medición de la duración del segundo. Dado que el tiempo y la frecuencia pueden medirse en forma tan exacta, estas magnitudes suelen usarse para las mediciones de otras unidades de base, como el volt, o el metro.

Son importantes debido a que las técnicas geodésicas espaciales VLBI y SLR necesitan la información de tiempo precisa y de la estabilidad en la frecuencia. Los relojes atómicos usan frecuencias propias de átomos como oscilador. Los períodos contados representan una información de tiempo.

Otro sector que requiere precisión y exactitud de los relojes atómicos son las telecomunicaciones, las transacciones comerciales o las redes de potencia eléctrica. Todos estos usuarios se basan en la capacidad de sincronización del orden de los nanosegundos que ofrecen los relojes atómicos actuales.

Luego se procedió a salir del establecimiento para observar la antena utilizada para el método **Very Long Baseline Interferometry – VLBI** (Interferometría de línea base muy larga). El control y mantenimiento de la misma se encuentra a cargo de Federico Salguero, quien comentó que el método consiste en Radiotelescopios separados espacialmente, observando simultáneamente cuásares localizados en los bordes del universo (distantes de 3 a 13 mil millones de años luz). Las observaciones son registradas simultáneamente por dos diferentes observatorios en el mundo, en este caso, en Argentina y Alemania.



Figura 17: Antena VLBI.

VLBI es la técnica de medición más precisa para la determinación de la posición de los cuásares y los parámetros de rotación de la Tierra, lo cual es necesario para la orientación de los marcos de referencia terrestre globales. VLBI nos dice, donde está localizada la Tierra en el universo.

AGGO cuenta con equipos **Satellite Laser Ranging – SLR** (Mediciones Láser a Satélites), el cual consiste en un método de medición de distancias realizado mediante la emisión de pulsos láser a satélites de acuerdo con el principio de pulso-eco. Los objetivos son retro-reflectores de satélites pasivos o activos, que se encuentran en órbitas de 300 km a 40.000 km de altura de la superficie de la Tierra.

Los satélites son seguidos por el telescopio láser y miden los intervalos de tiempo de viaje de los pulsos láser emitidos. Las mediciones láser permiten determinar:

- ✓ Las órbitas precisas de los satélites en el orden de pocos milímetros.
- ✓ EL centro de masa de la Tierra, alrededor del cual los satélites están orbitando.
- ✓ La posición del telescopio SLR con respecto al centro de masa de la Tierra.
- ✓ La escala para los sistemas de referencia.

Éste es un telescopio refractor, no cuenta con espejos, tiene longitudes de onda azul y roja. Una base hexagonal de granito, rota sobre un colchón de aire comprimido para evitar el rozamiento del instrumento y asegurar que no ingrese aire con condiciones atmosféricas variables.



Figura 18: Equipo SLR.

**Gravímetros.** Gravimetría es la ciencia que determina la medida del campo gravitacional. La Gravedad  $g$  suele medirse por gravímetros en unidades de aceleración ( $m/s^2$ ) o en Gal ( $cm/s^2$ ). El valor de  $g$  se refiere a la gravedad medida en la superficie de la Tierra y varía de un lugar a otro debido a la densidad de la masa circundante. Además, la Tierra está ampliamente deformada debido a las fuerzas gravitacionales de la Luna, el Sol y los planetas, las variaciones

de la presión del aire y las mareas. Esta deformación provoca variaciones en la distancia entre el centro de masa de la tierra y la superficie terrestre, que se puede medir como variación de  $g$ . El observatorio cuenta con gravímetros absolutos y relativos que pueden lograr eso.

Se explicó el Gravímetro Absoluto FG5 (Fig. 20), que determina directamente el valor de gravedad. Su principio es el de observar repetitivamente la caída-libre de un retro reflector, que está contenido en una cámara de vacío. Esta cámara realiza durante 0.2 segundos y más de 20 centímetros una caída-libre. La posición de la masa se mide como una función del tiempo mediante interferometría laser.

Se encuentra compuesto por un brazo del interferómetro Mach-Zehnder el cual incluye el camino óptico hasta el retro reflector en caída libre.

Los gravímetros absolutos se utilizan rutinariamente para establecer los valores absolutos de la gravedad en estaciones seleccionadas, que luego pueden servir como estaciones base para estudios de gravedad relativa, de modo que los resultados de estos últimos pueden expresarse en términos de gravedad absoluta, con casi la misma precisión que los valores de las propias estaciones absolutas.

Gravímetros relativos: Determinan diferencias de lecturas entre dos estaciones donde se ha medido. Los gravímetros relativos más exactos son los gravímetros superconductores (Fig. 19). Éstos funcionan suspendiendo una esfera superconductora diamagnética de niobio enfriada con helio líquido en un campo magnético extremadamente estable. La corriente necesaria para generar el campo magnético en el cual está suspendida la esfera de niobio es proporcional al campo gravitacional terrestre. El gravímetro superconductor alcanza niveles extraordinarios de exactitud hasta de un nanogal, es decir, la milésima parte de una mil millonésima de la gravedad terrestre.

Los gravímetros relativos más comunes funcionan con resortes. Se utilizan en análisis gravitacionales de áreas grandes para establecer la figura del geode sobre estas. Un gravímetro de resorte es, básicamente, una pesa colgando de un resorte en la cual se mide el alargamiento de este con el fin de conocer la gravedad local. La resistencia del resorte debe ser calibrada ubicando el instrumento en un punto con una aceleración gravitacional conocida.



Figura 19: Gravímetro superconductor.

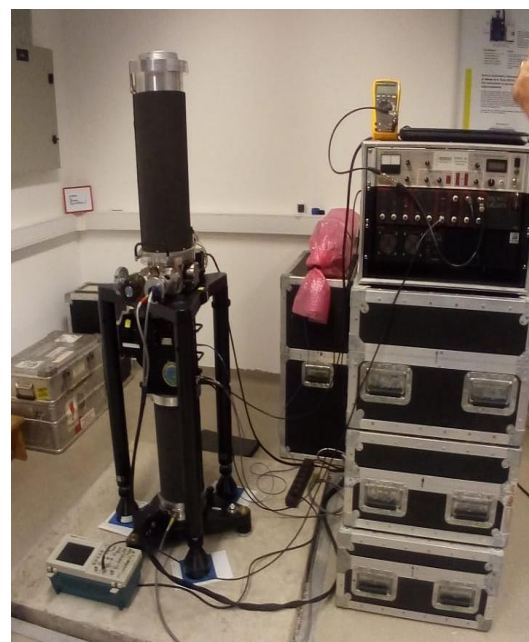


Figura 20: Gravímetro absoluto FG5.



Figura 21: Cátedra de Geodesia II–2019 de la UNS junto a la antena VLBI



## CONCLUSIÓN

Este viaje con visitas a los diferentes organismos nos permitió el intercambio de ideas y la suma de nuevas experiencias, y sobre todo darnos cuenta de la diversidad de ámbitos laborales en donde puede desarrollarse el profesional de la Agrimensura. Siendo uno de ellos la *investigación*, como en el IGN, en donde se trabaja desde cartografía (en la realización de los mapas del país), geodesia (desde la medición hasta el control de las redes geodésicas, y su actualización), fotogrametría (en donde se rectifican imágenes satelitales), etc, también en el control del posicionamiento a través de técnicas espaciales VLBI, SLR, GNSS ubicados en el AGGO, compartiendo trabajo interdisciplinario; en *astronomía* (Facultad de Astronomía de la Plata), conociendo las distintas técnicas de posicionamiento astronómico utilizando un telescopio de coordenadas absolutas y en la *visación de planos* de mensura (ARBA), en este caso relacionado a la disposición 384/2009 basada en la georreferenciación.

Este viaje además nos permitió compartir con nuestros compañeros, futuros colegas, tiempo de trabajo y estudio fuera del ámbito académico, mejorando las relaciones interpersonales.

Queremos agradecer al Departamento de Ingeniería de la UNS y al CPA de la Pcia. de Buenos Aires por haber hecho posible esta experiencia gracias a su aporte económico.

Alumnos Geodesia II. 2019